

© СС 0 Г. Г. Борщев, Р. В. Сидоров, Д. С. Ульбашев, 2023
УДК 616.132.2-089.86-073.432.19
DOI: 10.24884/0042-4625-2023-182-1-11-19

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ФЛОУМЕТРИИ ВО ВРЕМЯ КОРОНАРНОГО ШУНТИРОВАНИЯ У ПАЦИЕНТОВ С ДИФфуЗНЫМ ПОРАЖЕНИЕМ ВЕЧНОГО РУСЛА

Г. Г. Борщев^{1*}, Р. В. Сидоров², Д. С. Ульбашев¹

¹ Федеральное государственное бюджетное учреждение «Национальный медико-хирургический Центр имени Н. И. Пирогова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Москва, Россия

² Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ростовский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Ростов-на-Дону, Россия

Поступила в редакцию 13.02.2023 г.; принята к печати 21.06.2023 г.

ВВЕДЕНИЕ. В последние десятилетия значительно увеличилось количество пациентов с ИБС и диффузным поражением коронарных артерий. Выполнение полного объема реваскуляризации миокарда таким больным не всегда возможно в связи с характером поражения венозного русла, а риск развития дисфункции шунтов в раннем послеоперационном периоде остается высоким. Поэтому использование ультразвуковой интраоперационной флоуметрии при коронарном шунтировании особенно необходимо, но остаются нерешенными вопросы оптимальных показателей проходимости трансплантатов.

ЦЕЛЬ – оценить возможности использования интраоперационной ультразвуковой флоуметрии у пациентов с диффузным поражением коронарного русла.

МЕТОДЫ И МАТЕРИАЛЫ. В исследование включены 188 пациентов с диффузным поражением коронарного русла, которым в клинике грудной и сердечно-сосудистой хирургии имени Святого Георгия, НМХЦ им. Н. И. Пирогова и Центре кардиологии и сердечно-сосудистой хирургии (Ростов-на-Дону) было выполнено коронарное шунтирование. Всем пациентам выполнена ультразвуковая доплеровская флоуметрия, оценены следующие показатели: средняя объемная скорость кровотока по шунту (MGF – mean graft flow), индекс пульсации (PI – pulsation index) и процент диастолического объемного наполнения (DF – diastolic filling). У 29 пациентов в раннем послеоперационном периоде выполнена коронарошунтография (в течение 2–6 ч после операции). Проведено сравнение ангиографических данных (замедление кровотока по шунту, стенозы, окклюзия) с интраоперационными показателями ультразвуковой флоуметрии.

РЕЗУЛЬТАТЫ. Проведен анализ 405 первичных проб интраоперационной флоуметрии у 188 пациентов с диффузным поражением коронарного русла. Было установлено, что 19,7 % показателей интраоперационной флоуметрии оказались меньше рекомендуемых значений: 9,3 % аутоартериальных и 25 % аутовенозных шунтов к передней нисходящей артерии; 20,8 % аутовенозных шунтов к диагональной артерии; 33,3 % – к огибающей и 21,9 % – к правой коронарной артерии. В 21 % наблюдений определены технические проблемы (дефект проксимального или дистального анастомозов; перегиб кондуита; диссекция аутоартериального шунта), которые были устранены; в остальных случаях технических проблем выявлено не было. При сравнении данных интраоперационной ультразвуковой флоуметрии и шунтографии в раннем послеоперационном периоде выявлены статистические различия показателей у пациентов с нормальной проходимостью венозных шунтов и их дисфункцией: MGF 53±18 (46–59) против 38±15 (29–47), $p=0,014$; PI: 3±1 (2–3) против 7±1 (6–8), $p<0,001$; DF: 79±15 (64–91) против 48±17 (41–60), $p=0,005$. Отмечаются различия показателей флоуметрии аутоартериальных шунтов в зависимости от риска их дисфункции: MGF 32±11 (28–44) против 20±5 (13–24), $p=0,005$; PI: 2±1 (1–4) против 7±2 (5–9), $p<0,001$; DF: 70±12 (61–85) против 50±15 (45–64), $p=0,005$.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ. Интраоперационная ультразвуковая флоуметрия – безопасный и эффективный инструмент оценки кровотока по кондуитам во время коронарного шунтирования у пациентов с ИБС и диффузным поражением венозного русла. Согласно данным нашего исследования, для прогнозирования нормальной проходимости шунтов в раннем послеоперационном периоде целесообразно использовать целевые показатели MGF выше 28 мл/мин для внутренней грудной артерии и 65 мл/мин для венозных шунтов, PI менее 5,0 для всех видов кондуитов, DF выше 60 % для аутоартериального шунта, и больше 68 % для аутовенозного трансплантата.

Ключевые слова: коронарное шунтирование, диффузное поражение венозного русла, интраоперационная ультразвуковая флоуметрия, коронарошунтография

Для цитирования: Борщев Г. Г., Сидоров Р. В., Ульбашев Д. С. Использование флоуметрии во время коронарного шунтирования у пациентов с диффузным поражением венозного русла. *Вестник хирургии имени И. И. Грекова.* 2023;182(1):11–19. DOI: 10.24884/0042-4625-2023-182-1-11-19.

* **Автор для связи:** Глеб Геннадьевич Борщев, ФГБУ «НМХЦ им. Н. И. Пирогова» Минздрава России, 105203, Россия, Москва, ул. Нижняя Первомайская, д. 70. E-mail: glebcenter@mail.ru.

THE USE OF FLOWMETRY DURING CORONARY BYPASS SURGERY IN PATIENTS WITH DIFFUSE CORONARY BED LESION

Gleb G. Borshchev^{1*}, Roman V. Sidorov², Daniil S. Ulbashev¹

¹ Pirogov National Medical and Surgical Center, Moscow, Russia

² Rostov State Medical University, Rostov-on-Don, Russia

Received 13.02.2023; accepted 21.06.2023

INTRODUCTION. In recent decades, the number of patients with coronary artery disease and diffuse coronary artery disease has significantly increased. Performing the full volume of myocardial revascularization in such patients is not always possible due to the nature of the lesion of the coronary bed, and the risk of shunt dysfunction in the early postoperative period remains high. Therefore, the use of ultrasound intraoperative flowmetry in coronary bypass surgery is especially necessary, but the issues of optimal indicators of graft patency remain unresolved.

The **OBJECTIVE** was to evaluate the possibilities of using intraoperative ultrasound flowmetry in patients with diffuse coronary bed lesion.

METHODS AND MATERIALS. The study included 188 patients with diffuse coronary bed lesion who underwent coronary bypass surgery at the St. George Thoracic and Cardiovascular Surgery Clinic, Pirogov National Medical and Surgical Center and the Center for Cardiology and Cardiovascular Surgery, Rostov-on-Don. Ultrasound Doppler flowmetry was performed in all patients, the following indicators were evaluated: the average volumetric blood flow rate (MGF – mean graft flow), the pulsation index (PI – pulsation index) and the percentage of diastolic volume filling (DF – diastolic filling). Coronaroshuntography was performed in 29 patients in the early postoperative period (within 2–6 hours after surgery). The comparison of angiographic data (slowing of blood flow through the shunt, stenosis, occlusion) with intraoperative parameters of ultrasound flowmetry was carried out.

RESULTS. 405 primary intraoperative flowmetry samples were analyzed in 188 patients with diffuse coronary lesion. It was found that 19.7 % of intraoperative flowmetry indicators were less than the recommended values: 9.3 % of autoarterial and 25 % of autovenous shunts to the anterior descending artery; 20.8 % of autovenous shunts to the diagonal artery; 33.3 % – to the envelope and 21.9 % – to the right coronary artery. In 21 % of the observations, technical problems were identified (defect of proximal or distal anastomoses; bend of the conduit; dissection of the autoarterial shunt), which were eliminated; in other cases, no technical problems were identified. When comparing the data of intraoperative ultrasound flowmetry and shuntography in the early postoperative period, statistical differences were revealed in patients with normal patency of venous shunts and their dysfunction: MGF 53 ± 18 (46–59) vs. 38 ± 15 (29–47), $p=0.014$; PI: 3 ± 1 (2–3) vs. 7 ± 1 (6–8), $p \leq 0.001$; DF: 79 ± 15 (64–91) vs. 48 ± 17 (41–60), $p=0.005$. There are differences in the flowmetry of autoarterial shunts depending on the risk of their dysfunction: MGF 32 ± 11 (28–44) vs. 20 ± 5 (13–24), $p=0.005$; PI: 2 ± 1 (1–4) vs. 7 ± 2 (5–9), $p \leq 0.001$; DF: 70 ± 12 (61–85) vs. 50 ± 15 (45–64), $p=0.005$.

CONCLUSION. Intraoperative ultrasound flowmetry is a safe and effective tool for assessing blood flow through conduits during coronary bypass surgery in patients with coronary artery disease and diffuse coronary bed lesions. According to our study, to predict the normal patency of shunts in the early postoperative period, it is advisable to use targets MGF above 28 ml/min for internal thoracic artery and 65 ml/min for venous shunts, PI less than 5.0 for all types of conduits, DF above 60 % for autoarterial shunt, and more than 68 % for autovenous graft.

Keywords: coronary bypass surgery, diffuse lesion of the coronary bed, intraoperative ultrasound flowmetry, coronary bypass grafting

For citation: Borshchev G. G., Sidorov R. V., Ulbashev D. S. The use of flowmetry during coronary bypass surgery in patients with diffuse coronary bed lesion. *Grekov's Bulletin of Surgery*. 2023;182(1):11–19. (In Russ.). DOI: 10.24884/0042-4625-2023-182-1-11-19.

* **Corresponding author:** Gleb G. Borshchev, Pirogov National Medical and Surgical Center, Moscow, Russia, 70, Nizhnaya Pervomajskaya str., Moscow, 105203, Russia. E-mail: glebcenter@mail.ru.

Введение. В последнее время растет количество пациентов с ишемической болезнью сердца (ИБС) и диффузным поражением венечного русла, что представляет серьезную проблему в связи с невозможностью выполнения полного объема реваскуляризации и высоким риском развития дисфункции шунтов [1, 2]. Ранняя окклюзия трансплантатов в таких случаях с достаточной долей вероятности приводит к рецидиву стенокардии, инфаркту миокарда или летальному исходу, поэтому особенно важна объективная интраоперационная оценка качества сформированных анастомозов и функционального состояния кондуитов [3, 4].

По данным многих исследований, наилучшую проходимость в отдаленном послеоперационном

периоде имеют аутоартериальные шунты, так как в меньшей степени подвержены дегенеративному и атеросклеротическому изменениям [5–13].

В течение 12 месяцев после коронарного шунтирования (КШ) наблюдается окклюзия 3–5 % трансплантатов из внутренней грудной артерии и 15–20 % аутовеенозных шунтов, а в каждый последующий год дополнительно закрываются еще 1–4 % венозных кондуитов [14–16].

Количественным интраоперационным показателем эффективности проведенной реваскуляризации является оценка характеристик кровотока по шунтам, что позволяет исправить технические ошибки и снизить риск развития осложнений. Наиболее удобным и доступным в настоящее время способом

Таблица 1

Клинико-демографическая характеристика пациентов

Table 1

Clinical and demographic characteristics of patients

Показатель	Значение
Пол, n (%): мужской женский	149 (79) 39 (21)
Средний возраст, лет	60,78±6,76
Индекс массы тела, кг/м ²	28,5±3,2
Сахарный диабет, n (%)	45 (24)
Инфаркт миокарда в анамнезе, n (%)	126 (67)
Чрескожное коронарное вмешательство в анамнезе, n (%)	91 (48)
ФК стенокардии, n (%): III IV	141 (75) 47 (25)
Syntax Score, баллы (M±SD)	35,2±4,9
Фракция выброса, % (M±SD)	47,1±5,8 %
Конечный диастолический объем ЛЖ, мл	128±11,5
Конечный систолический объем ЛЖ, мл	69,1±16,5

его измерения служит ультразвуковая флоуметрия (Transit-time flow measurement) [17].

Согласно руководству по реваскуляризации миокарда Европейской Ассоциации кардио-торакальной хирургии (EACTS) и Европейского общества кардиологов (ESC), рекомендована рутинная интраоперационная ультразвуковая флоуметрия кровотока по шунту (класс рекомендаций: Ia, уровень доказательности: B) [18]. Несмотря на большое количество исследований, остаются нерешенными вопросы оптимальных показателей проходимости трансплантатов. Рекомендуются значения среднего потока крови (MGF) ≥ 20 мл/мин для внутренней грудной артерии и более 40 мл/мин для венозных кондуитов, индекса пульсации (PI) ≤ 5 [19–23]. Согласно исследованиям P. Lehnert et al. (2015), при возрастании MGF на 1 мл/мин риск функциональной несостоятельности шунта снижается на 2 % [24].

В настоящее время с учетом роста встречаемости пациентов с ИБС и диффузным поражением коронарного русла изучение возможностей использования ультразвуковой интраоперационной флоуметрии особенно актуально.

Методы и материалы. В исследование включены 188 пациентов с диффузным поражением коронарного русла, которым в 2019–2021 гг. в клинике грудной и сердечно-сосудистой хирургии имени Святого Георгия, НМХЦ им. Н. И. Пирогова и Центре кардиологии и сердечно-сосудистой хирургии (Ростов-на-Дону) было выполнено КШ. Среди пациентов мужчин – 79 % (n=149) женщин – 21 % (n=39) в возрасте от 50 до 70 лет (60,78±6,76 года) (табл. 1).

Всем пациентам была выполнена ультразвуковая доплерографическая флоуметрия с помощью аппарата Medistim MiraQ™ Cardiac System (Medistim, Norway). Проведена оценка кровотока коронарных шунтов по следующим параметрам: средняя объемная скорость кровотока (MGF – mean graft flow), индекс пульсации (PI – pulsation index) и процент диастолического объемного наполнения (DF – diastolic filling). Оценивались

показатели интраоперационной флоуметрии во время КШ у пациентов с диффузным поражением коронарного русла, когда было задействовано 2 и более сегмента одной магистральной артерии, общей протяженностью поражения более 50 % всей длины сосуда при наличии гемодинамически значимого сужения просвета и малым диаметром дистального русла (менее 2 мм) [25, 26].

Полученные показатели флоуметрии сравнивались с рекомендованными значениями кровотока (MGF более 20 мл/мин для внутренней грудной артерии, и более 40 мл/мин для аутовенозных шунтов, PI менее 5,0; DF больше 50 %). Выявлялись причины отклонения показателей от эталонных. Процедуру флоуметрии проводили при соблюдении следующих условий: после отключения аппарата искусственного кровообращения; после введения протамина сульфата для инактивации гепарина натрия; при систолическом артериальном давлении 100–120 мм рт. ст.

У 29 пациентов в раннем послеоперационном периоде выполнена коронарошунтография (в течение 2–6 ч после операции). Проведено сравнение ангиографических данных (замедление кровотока по шунту, стенозы, окклюзия) с интраоперационными показателями ультразвуковой флоуметрии.

Статистическая обработка проводилась в программах Statistica 12, StatTech v. 3.0.9 (ООО «Статтех», Россия). Оценивалось соответствие данных нормальному распределению с помощью критериев Шапиро – Уилка, Колмогорова – Смирнова. Показатели описательной статистики включали определение следующих величин: число наблюдений (n), среднее значение (M), стандартное отклонение (SD), границ 95 % доверительного интервала (95 % ДИ). В случае отсутствия нормального распределения количественные данные описывались с помощью медианы (Me) и нижнего и верхнего квартилей (Q₁ – Q₃).

Сравнение 2 групп по количественному показателю, имеющему нормальное распределение, при условии равенства дисперсий выполнялось с помощью t-критерия Стьюдента. Сравнение 2 групп по количественному показателю, распределение которого отличалось от нормального, выполнялось с помощью U-критерия Манна – Уитни.

Для оценки диагностической значимости количественных признаков при прогнозировании определенного исхода

Таблица 2

Показатели интраоперационной ультразвуковой флоуметрии, Me (Q₁–Q₃)

Table 2

Indicators of intraoperative ultrasound flowmetry, Me (Q ₁ –Q ₃)					
Показатель	ЛВГА к ПМЖВ (n=172)	Аутовенозный шунт к ПМЖВ (n=16)	Аутовенозный шунт к ДВ (n=24)	Аутовенозный шунт к ОВ (n=111)	Аутовенозный шунт к ПКА (n=82)
MGF, мл/мин	35 (27–48)	39 (35–58)	47,5 (30–53,5)	40 (32,8–55,3)	43,5 (30–58)
PI	3 (3–4)	3 (2–5)	2,7 (2,2–3,4)	3 (2,1–3,9)	2,95 (2,15–4,05)
DF, %	72 (60–85)	81 (65–93)	78 (61–95)	66,5 (54–80)	63 (55–88)

Таблица 3

Анализ показателей ультразвуковой флоуметрии аутовенозных шунтов в зависимости от их проходимости в раннем послеоперационном периоде, M±SD (95 % ДИ)

Table 3

Analysis of ultrasound flowmetry of autovenous shunts depending on their patency in the early postoperative period, M±SD (95 % CI)

Показатель	Проходимость венозных шунтов по данным коронарошунтографии		p
	Дисфункция шунта (n=14)	Норма (n=32)	
MGF, мл/мин	38±15 (29–47)	53±18 (46–59)	0,014*
PI	7±1 (6–8)	3±1 (2–3)	<0,001*
DF, %	48±17 (41–60)	79±15 (64–91)	0,005*

* – различия показателей статистически значимы (p<0,05).

Таблица 4

Анализ показателей ультразвуковой флоуметрии аутоартериальных шунтов в зависимости от их проходимости в раннем послеоперационном периоде, M±SD (95 % ДИ)

Table 4

Analysis of ultrasound flowmetry of autoarterial shunts depending on their patency in the early postoperative period, M±SD (95 % CI)

Показатель	Проходимость артериальных шунтов по данным коронарошунтографии		p
	Дисфункция шунта (n=6)	Норма (n=23)	
MGF, мл/мин	20±5 (13–24)	32±11 (28–44)	0,005*
PI	7±2 (5–9)	2±1 (1–4)	<0,001*
DF, %	50±15 (45–64)	70±12 (61–85)	0,005*

* – различия показателей статистически значимы (p<0,05).

применялся метод анализа ROC-кривых. Разделяющее значение количественного признака в точке cut-off определялось по наивысшему значению индекса Юдена. Различия считались статистически значимыми при p<0,05.

Результаты. Проведен анализ 405 первичных проб интраоперационной флоуметрии у 188 пациентов с диффузным поражением коронарного русла. Данные продемонстрированы в табл. 2. Было установлено, что 19,7 % (80 измерений из 405) данные интраоперационной флоуметрии были ниже эталонных. Не соответствовали рекомендуемым показателям 9,3 % аутоартериальных шунтов к передней межжелудочковой ветви левой коронарной артерии (ПМЖВ) (16 из 172); 25 % аутовенозных шунтов к ПМЖВ (4 из 16); 20,8 % аутовенозных шунтов к диагональной ветви (ДВ) (5 из 24); 33,3 % аутовенозных шунтов к огибающей ветви левой коронарной артерии (ОВ) (37 из 111); 21,9 % аутовенозных шунтов к правой коронарной артерии (ПКА) (18 из 82).

При интраоперационном анализе причин отклонения показателей кровотока от адекватных значений было выявлено, что в 21 % наблюдений (17 из 80 измерений) определены технические проблемы: дефект проксимального или дистального анастомозов; перегиб кондуита; диссекция аутоартериального шунта. В этих случаях проведена ревизия шунтов и устранение причины дисфункции. В 79 % случаях (63 измерений из 80) технических проблем выявлено не было.

При проведении коронарошунтографии в раннем послеоперационном периоде у пациентов с диффузным поражением коронарного русла (n=29) определялась проходимость аутовенозных (n=46) и аутоартериальных (n=29) шунтов, выявлены значимые различия между показателями ультразвуковой флоуметрии (табл. 3, 4).

При оценке зависимости вероятности нормальной проходимости и функциональной состоятельности аутовенозных шунтов от показателя потока

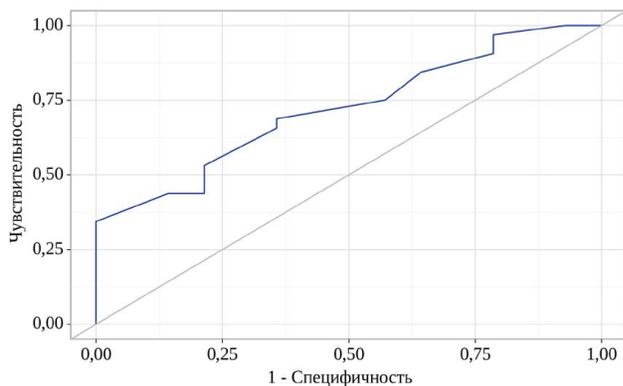


Рис. 1. ROC-кривая, характеризующая зависимость вероятности нормальной проходимости венозного шунта в раннем послеоперационном периоде от показателя MGF

Fig. 1. ROC curve characterizing the dependence of the probability of normal patency of the venous shunt in the early postoperative period on the MGF

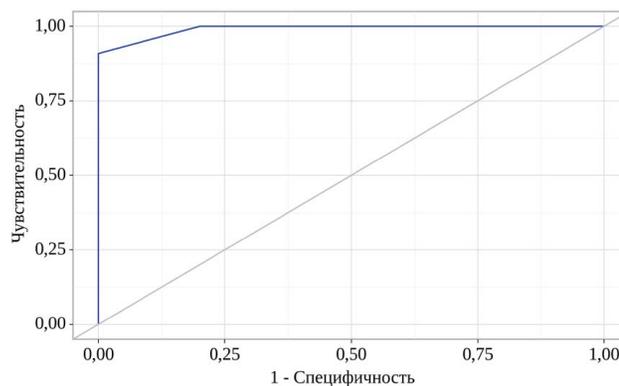


Рис. 2. ROC-кривая, характеризующая зависимость вероятности нормальной проходимости венозного шунта в раннем послеоперационном периоде от показателя PI

Fig. 2. ROC curve characterizing the dependence of the probability of normal patency of the venous shunt in the early postoperative period on the PI

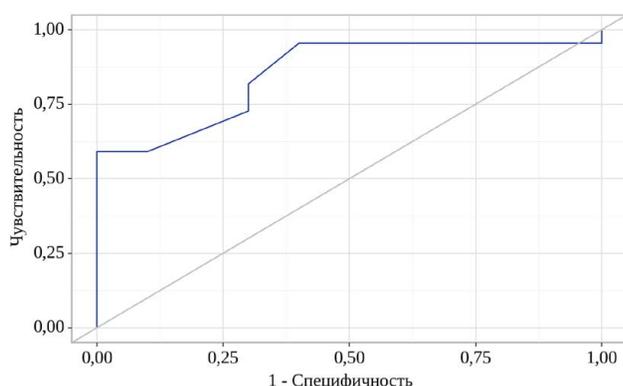


Рис. 3. ROC-кривая, характеризующая зависимость вероятности нормальной проходимости венозного шунта в раннем послеоперационном периоде от показателя DF

Fig. 3. ROC curve characterizing the dependence of the probability of normal patency of the venous shunt in the early postoperative period on the DF

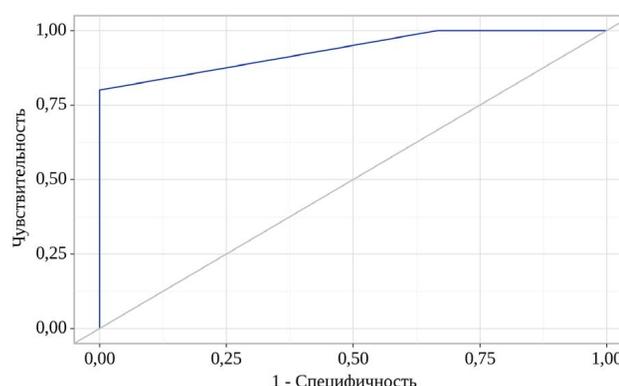


Рис. 4. ROC-кривая, характеризующая зависимость вероятности нормальной проходимости аутоартериального шунта в раннем послеоперационном периоде от показателя MGF

Fig. 4. ROC curve characterizing the dependence of the probability of normal patency of the autoarterial shunt in the early postoperative period on the MGF

(MGF), индекса пульсации (PI) по ультразвуковой флоуметрии с помощью ROC-анализа были получены следующие кривые (рис. 1–3).

Площадь под ROC-кривой (зависимость функциональной состоятельности кондуита в раннем послеоперационном периоде от MGF) составила $0,72 \pm 0,08$ с 95 % ДИ: 0,57–0,87. Полученная модель была статистически значимой ($p=0,018$).

Площадь под ROC-кривой (зависимость функциональной состоятельности кондуита в раннем послеоперационном периоде от PI) составила $0,99 \pm 0,02$ с 95 % ДИ: 0,95–1,0. Полученная модель была статистически значимой ($p<0,001$).

Площадь под ROC-кривой (зависимость функциональной состоятельности кондуита в раннем послеоперационном периоде от DF, %) составила $0,85 \pm 0,07$ с 95 % ДИ: 0,72–0,98. Полученная модель была статистически значимой ($p=0,002$).

Пороговое значение MGF аутовенозного шунта составило 65,0, выше которого прогнозировалась нормальная проходимость кондуита в раннем

послеоперационном периоде (чувствительность – 34,4 % и специфичность – 100,0 %). Нормальная проходимость венозного кондуита прогнозировалась при показателях PI меньше 5,0 (чувствительность – 90,9 % и специфичность – 100,0 %), а для DF – больше 68,0 (чувствительность – 59,1 % и специфичность – 100,0 %).

Далее оценивалась зависимость вероятности нормальной проходимости и функциональной состоятельности аутоартериальных шунтов (рис. 4–6).

Площадь под ROC-кривой (зависимость функциональной состоятельности кондуита в раннем послеоперационном периоде от MGF) составила $0,93 \pm 0,06$ с 95 % ДИ: 0,81–1,0. Полученная модель была статистически значимой ($p=0,005$).

Площадь под ROC-кривой (зависимость функциональной состоятельности кондуита в раннем послеоперационном периоде от PI) составила $0,98 \pm 0,04$ с 95 % ДИ: 0,91–1,0. Полученная модель была статистически значимой ($p=0,001$).

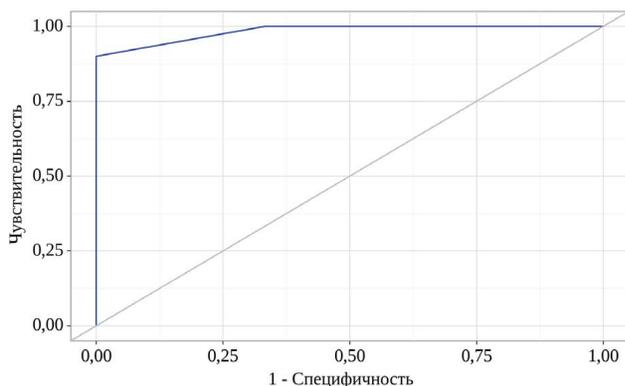


Рис. 5. ROC-кривая, характеризующая зависимость вероятности нормальной проходимости по аутоартериальному шунту в раннем послеоперационном периоде от показателя PI

Fig. 5. ROC curve characterizing the dependence of the probability of normal patency of the autoarterial shunt in the early postoperative period on the PI

Площадь под ROC-кривой (зависимости функциональной состоятельности кондуита в раннем послеоперационном периоде от DF, %) составила $0,93 \pm 0,07$ с 95 % ДИ: 0,79–1,0. Полученная модель была статистически значимой ($p=0,005$).

Прогностическое пороговое значение показателя MGF для шунта из внутренней грудной артерии составило 28,0 (чувствительность – 80,0 % и специфичность – 100,0 %). Для показателя PI оно было равным 5,0 (чувствительность – 90,0 % и специфичность – 100,0 %). А значение DF для аутоартериального шунта выше 60,0 % прогнозировало нормальную проходимость шунта в раннем послеоперационном периоде (чувствительность – 90,0 % и специфичность – 100,0 %).

Обсуждение. Доступность и перспективность метода интраоперационной ультразвуковой флоуметрии позволяют оценить качество сформированных шунтов у пациентов с диффузным коронарным атеросклерозом и высоким риском их окклюзии в раннем послеоперационном периоде [25]. Это пациенты, которым проведение прямой реваскуляризации затруднено в связи с выраженным кальцинозом артерий, их малым диаметром, локализацией атеросклеротических изменений в дистальных отделах – все это не позволяет достичь хороших как ближайших, так и отдаленных результатов лечения. Часто такие пациенты расцениваются как неоперабельные [27].

Измерение скорости кровотока по шунту у пациентов с диффузным коронарным атеросклерозом эффективно и дает важную информацию о состоянии и функционировании каждого отдельного трансплантата. Выявление нарушений позволяет интраоперационно решить технические проблемы, определить «перегнутые», «натянутые» или «стенозированные» трансплантаты, заметить несостоятельность анастомоза или диссекцию – это помогает снизить ранние послеоперационные

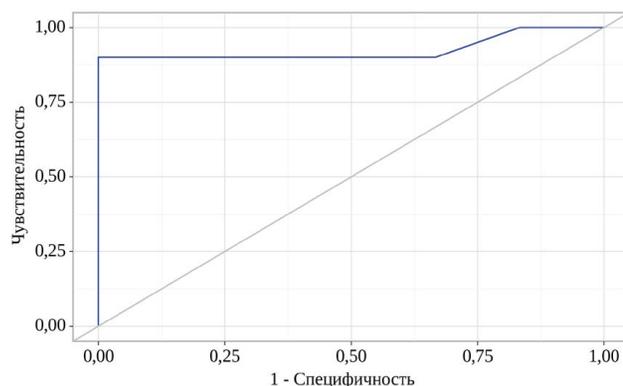


Рис. 6. ROC-кривая, характеризующая зависимость вероятности нормальной проходимости по аутоартериальному шунту в раннем послеоперационном периоде от показателя DF

Fig. 6. ROC curve characterizing the dependence of the probability of normal patency of the autoarterial shunt in the early postoperative period on the DF

осложнения, улучшает исходы реваскуляризации. Стандартизация результатов измерения кровотока по шунту в настоящее время затруднена из-за большой биологической изменчивости среди различных групп пациентов и в значительной степени зависит от личного опыта хирурга [28]. По данным нашего исследования, показатели MGF менее 28 мл/мин для внутренней грудной артерии и менее 65 мл/мин для венозных шунтов, PI выше 5,0 и DF менее 60 % (для аутоартериального шунта) и 68 % (для аутовенозного шунта) ассоциированы с окклюзией кондуита в раннем послеоперационном периоде. Однако необходимо избирательно подходить к принятию решения о повторной реконструкции анастомозов, принимая во внимание состояние коронарного русла. В настоящее время существуют различные тактики лечения таких пациентов. Академиком Ю. Л. Шевченко в 2007 г. был разработан и внедрен в клиническую практику метод хирургической стимуляции экстракардиального неоангиогенеза – «ЮРЛеон», за этот период в клинике грудной и сердечно-сосудистой хирургии имени Святого Георгия «Национального медико-хирургического Центра имени Н. И. Пирогова» накоплен большой опыт дополнения коронарного шунтирования этой методикой у пациентов с диффузным поражением коронарного русла и продемонстрирована ее эффективность и безопасность [29–38].

Хирургическое лечение больных с диффузным поражением может быть выполнено с хорошими результатами, если есть комплексный подход, заключающийся в интраоперационном флоуметрическом контроле состояния шунтов, при возможности проведения коронарошунтографии, взвешенном решении о повторном создании анастомозов и дополнительного применения методик стимуляции экстракардиального неоангиогенеза.

Заключение. Интраоперационная ультразвуковая флоуметрия – безопасный и эффектив-

ный инструмент оценки кровотока по кондуитам во время коронарного шунтирования у пациентов с ИБС и диффузным поражением венечного русла. Согласно данным нашего исследования, для прогнозирования нормальной проходимости шунтов в раннем послеоперационном периоде целесообразно использовать целевые показатели MGF выше 28 мл/мин для внутренней грудной артерии и 65 мл/мин для венозных шунтов, PI менее 5,0 для всех видов кондуитов, DF больше 60 % для аутоартериального шунта, и выше 68 % для аутовенозного трансплантата. Однако необходимо продолжение исследований в этой области для оценки целесообразности ревизии шунта при субоптимальных показателях интраоперационной ультразвуковой флоуметрии и улучшения результатов лечения пациентов.

Конфликт интересов

Авторы заявили об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Соответствие норм этики

Авторы подтверждают, что соблюдены права людей, принимавших участие в исследовании, включая получение информированного согласия в тех случаях, когда оно необходимо, и правила обращения с животными в случаях их использования в работе. Подробная информация содержится в Правилах для авторов.

Compliance with ethical principles

The authors confirm that they respect the rights of the people participated in the study, including obtaining informed consent when it is necessary, and the rules of treatment of animals when they are used in the study. Author Guidelines contains the detailed information.

ЛИТЕРАТУРА

- Шевченко Ю. Л., Попов Л. В., Батрашов В. А. и др. Трудности выбора объема реваскуляризации при лечении ишемической болезни сердца у пациента с высоким риском // Вестник Национального медико-хирургического Центра им. Н. И. Пирогова. 2015. Т. 10, № 4. С. 134–136.
- Song Y., Xu F., Du J. et al. Coronary endarterectomy with coronary artery bypass graft decreases graft patency compared with isolated coronary artery bypass graft: a meta-analysis // *Interact CardioVasc Thorac Surg*. 2017. Vol. 25, № 1. P. 30–6. Doi: 10.1093/icvts/ivx045.
- Sabik J. F., Blackstone E. H., Gillinov A. M. et al. Influence of patient characteristics and arterial grafts on freedom from coronary reoperation // *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2006. Vol. 131, № 1. P. 90–98. Doi: 10.1016/j.jtcvs.2005.05.024.
- Hess C. N., Lopes R. D., Gibson C. M. et al. Saphenous vein graft failure after coronary artery bypass surgery: Insights from PREVENT IV // *Circulation*. 2014. Vol. 130. P. 1445–1451. Doi: 10.1161/CIRCULATIONAHA.113.008193.
- Tatoulis J., Buxton B. F., Fuller J. A. The right internal thoracic artery: the forgotten conduit-5,766 patients and 991 angiograms // *Ann Thorac Surg*. 2011. Vol. 92, № 1. P. 9–17. Doi: 10.1016/j.athoracsur.2011.03.099.
- Cao C., Manganas C., Horton M. et al. Angiographic outcomes of radial artery versus saphenous vein in coronary artery bypass graft surgery: a meta-analysis of randomized controlled trials // *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2013. Vol. 146. P. 255–61. Doi: 10.1016/j.jtcvs.2012.07.014.
- Goldman S., Zadina K., Moritz T. et al. Cooperative Study Group 207/297/364. Long-term patency of saphenous vein and left internal mammary artery grafts after coronary artery bypass surgery: results from a Department of Veterans Affairs Cooperative Study // *J Am Coll Cardiol*. 2004. Vol. 44. P. 2149–2156. Doi: 10.1016/j.jacc.2004.08.064.
- Tatoulis J., Buxton B. F., Fuller J. A. Patencies of 2127 arterial to coronary conduits over 15 years // *Ann Thorac Surg*. 2004. Vol. 77. P. 93–101.
- Tatoulis J., Buxton B. F., Fuller J. A. The right internal thoracic artery: the forgotten conduit – 5,766 patients and 991 angiograms // *Ann Thorac Surg*. 2011. Vol. 92. P. 9–15. Doi: 10.1016/j.athoracsur.2011.03.099.
- Deb S., Cohen E. A., Singh S. K. et al. RAPS Investigators. Radial artery and saphenous vein patency more than 5 years after coronary artery bypass surgery: results from RAPS (Radial Artery Patency Study) // *J Am Coll Cardiol*. 2012. Vol. 60. P. 28–35. Doi: 10.1016/j.jacc.2012.03.037.6.
- Hess C. N., Lopes R. D. et al. Saphenous vein graft failure after coronary artery bypass surgery: insights from PREVENT IV // *Circulation*. 2014. Vol. 130. P. 1445–51. Doi: 10.1161/CIRCULATIONAHA.113.008193.7.
- Collins P., Webb C. M., Chong C. F., Moat N. E. Radial Artery Versus Saphenous Vein Patency (RSVP) Trial Investigators. Radial artery versus saphenous vein patency randomized trial: five-year angiographic follow-up // *Circulation*. 2008. Vol. 117. P. 2859–64. Doi: 10.1161/CIRCULATIONAHA.107.736215.9.
- Buxton B. F., Hayward P. A., Raman J. et al. Long-Term Results of the RAPCO Trials // *Circulation*. 2020. Vol. 142, № 14. P. 1330–1338. Doi: 10.1161/CIRCULATIONAHA.119.045427.
- Balacumaraswami L., Taggart D. P. Intraoperative imaging techniques to assess coronary artery bypass graft patency // *The Annals of Thoracic Surgery*. 2007. Vol. 83, № 6. P. 2251–2257. Doi: 10.1016/j.athoracsur.2006.12.025.
- Ybarra L. F., Ribeiro H. B., Pozzetti A. H. et al. Long term follow-up of drug eluting versus bare metal stents in the treatment of saphenous vein graft lesions // *Catheter Cardiovasc Interv*. 2013. Vol. 82, № 7. P. E856–E863. Doi: 10.1002/ccd.24781.
- Benedetto U., Raja S. G., Albanese A., Amrani M., Biondi-Zoccai G., Frati G. Searching for the second best graft for coronary artery bypass surgery: a network meta-analysis of randomized controlled trials // *Eur J Cardiothorac Surg*. 2015. Vol. 47, № 1. P. 59–65. Doi: 10.1093/ejcts/ezu111.
- Шевченко Ю. Л., Борщев Г. Г. и др. Выбор кондуитов в коронарной хирургии // Вестник Национального медико-хирургического Центра им. Н. И. Пирогова. 2019. Т. 14, № 1. С. 97–104.
- Neumann F. J., Sousa-Uva M., Ahlsson A. et al. 2018 ESC/EACTS Guidelines on myocardial revascularization // *Eur Heart J*. 2019. Vol. 40, № 37. P. 3096.
- Handa T., Orihashi K., Nishimori H. et al. Maximal blood flow acceleration analysis in the early diastolic phase for in situ internal thoracic artery bypass grafts: a new transit-time flow measurement predictor of graft failure following coronary artery bypass grafting // *Interactive Cardiovascular and Thoracic Surgery*. 2015. Vol. 20. P. 449–457. Doi: 10.1093/icvts/ivu448.
- Hiraoka A., Fukushima S., Miyagawa S. et al. Quantity and quality of graft flow in coronary artery bypass grafting is associated with cardiac computed tomography study-based anatomical and functional parameters // *Eur J Cardiothorac Surg*. 2017. Vol. 52. P. 909–16.
- Une D., Deb S., Chikazawa G. et al. Cut-off values for transit time flowmetry: are the revision criteria appropriate? // *Journal of Cardiac Surgery*. 2013. Vol. 28. P. 3–7. Doi: 10.1111/jocs.12036.
- Oshima H., Tokuda Y., Araki Y. et al. Predictors of early graft failure after coronary artery bypass grafting for chronic total occlusion // *Interact Cardiovasc Thorac Surg*. 2016. Vol. 23, № 1. P. 142–9. Doi: 10.1093/icvts/iww084.
- 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*. 2017. Vol. 51, № 1. P. 26–33. Doi: 10.1093/ejcts/ezw203.
- Lehnert P., Moller C. H., Damgaard S., Gerds T. A., Steinbruchel D. A. Transit-time flow measurement as a predictor of coronary bypass graft failure at one year angiographic follow-up // *Journal of Cardiac Surgery*. 2015. Vol. 30. P. 47–52. Doi: 10.1111/jocs.12471.
- Dourado L. O., Bittencourt M. S., Pereira A. C. et al. Coronary artery bypass surgery in diffuse advanced coronary artery disease: 1-year clinical and angiographic results // *Thorac. Cardiovasc. Surg*. 2018. Vol. 66, № 6. P. 477–482.
- Sianos G., Morel M. A., Kappetein A. P. et al. The SYNTAX Score: an angiographic tool grading the complexity of coronary artery disease // *EuroIntervention*. 2005. Vol. 1, № 2. P. 219–227.

27. Акчурун Р. С., Ширяев А. А., Андреев А. В. и др. Коронарное шунтирование при диффузном поражении коронарных артерий: использование аутоартериальных трансплантатов // Кардиологический вестник. 2021. Т. 16. № 4. С. 5–10.
28. Мукумов Ш. Д., Зайковский В. Ю., Андреев А. В. и др. Влияние параметров интраоперационной флоуметрии на клинические и ангиографические результаты коронарного шунтирования при диффузном поражении коронарных артерий // Кардиологический вестник. 2021. Т. 16. № 4. С. 41–48.
29. Шевченко Ю. Л., Зайниддинов Ф. А., Борщев Г. Г., Ульбашев Д. С. Коронарное шунтирование в сочетании с методикой непрямой реваскуляризации миокарда у пациентов с ИБС // Вестник Национального медико-хирургического центра им. Н. И. Пирогова. 2020. Т. 15, № 4. С. 130–134.
30. Шевченко Ю. Л., Зайниддинов Ф. А., Борщев Г. Г., Ульбашев Д. С., Мусаев И. А. Результаты хирургического лечения пациентов с ишемической болезнью сердца комбинацией коронарного шунтирования в сочетании с методикой экстракардиальной реваскуляризации миокарда // Клиническая медицина. 2020. Т. 98, № 11–12. С. 766–771.
31. Shevchenko Yu. L., Borshchev G. G., Ulbashev D. S., Vakhrameeva M. N., Vakhrameeva A. Yu. Scintigraphy after Various Methods of Myocardial Revascularization // Journal of Cardiology Research and Reports. 2020. Vol. 2, № 2. P. 1–6. Doi: 10.31579/2692-9759/007.
32. Шевченко Ю. Л., Зайниддинов Ф. А., Ульбашев Д. С. Стимуляция экстракардиальной реваскуляризации при коронарном шунтировании у больных ИБС с диффузным поражением венечного русла // Вестник Авиценны. 2021. Т. 23, № 3. С. 462–472.
33. Шевченко Ю. Л., Зайниддинов Ф. А., Борщев Г. Г., Белянин А. О., Ульбашев Д. С. Сравнительные результаты коронарошунтографий и синхро-ОФЭКТ у больных ИБС после реваскуляризации миокарда // Вестник Национального медико-хирургического центра им. Н. И. Пирогова. 2021. Т. 16, № 1. С. 11–16.
34. Шевченко Ю. Л., Зайниддинов Ф. А., Борщев Г. Г., Ульбашев Д. С. Качество жизни больных ИБС с диффузным поражением коронарного русла в разные сроки после АКШ, дополненного методикой ЮрЛеон // Вестник Национального медико-хирургического центра им. Н. И. Пирогова. 2021. Т. 16, № 4. С. 30–35.
35. Шевченко Ю. Л., Борщев Г. Г., Байков В. Ю. Повторное коронарное шунтирование в сочетании с непрямой реваскуляризацией миокарда: методика ЮрЛеон на работающем сердце из левосторонней миниторакотомии // Вестник Национального медико-хирургического центра им. Н. И. Пирогова. 2022. Т. 17, № 1. С. 116–120.
36. Шевченко Ю. Л., Байков В. Ю., Борщев Г. Г., Аблицов А. Ю. Миниинвазивная торакокопическая техника стимуляции экстракардиальной реваскуляризации миокарда методом ЮрЛеон при диффузном поражении коронарного русла при ИБС // Вестник Национального медико-хирургического центра им. Н. И. Пирогова. 2022. Т. 17, № 2. С. 103–106.
37. Shevchenko Yu. L., Borshchev G. G., Ulbashev D. S. Surgical technique of angiogenesis stimulation (extracardial myocardial revascularization) in patients with coronary artery disease // Cardiology and Cardiovascular Medicine. 2022. Vol. 6. P. 529–535. Doi: 10.26502/fccm.92920295.
38. Шевченко Ю. Л., Борщев Г. Г. Экстракардиальная реваскуляризация миокарда у пациентов с ИБС и диффузным поражением коронарного русла. М.: Издательство «Национальный медико-хирургический Центр им. Н. И. Пирогова», 2022.
4. Hess C. N., Lopes R. D., Gibson C. M. et al. Saphenous vein graft failure after coronary artery bypass surgery: Insights from PREVENT IV // Circulation. 2014;130:1445–1451. Doi: 10.1161/CIRCULATIONAHA.113.008193.
5. Tatoulis J., Buxton B. F., Fuller J. A. The right internal thoracic artery: the forgotten conduit-5,766 patients and 991 angiograms // Ann Thorac Surg. 2011;92(1):9–17. Doi: 10.1016/j.athoracsur.2011.03.099.
6. Cao C., Manganas C., Horton M. et al. Angiographic outcomes of radial artery versus saphenous vein in coronary artery bypass graft surgery: a meta-analysis of randomized controlled trials // J Thorac Cardiovasc Surg. 2013;146:255–61. Doi: 10.1016/j.jtcvs.2012.07.014.
7. Goldman S., Zadina K., Moritz T. et al. Cooperative Study Group 207/297/364. Long-term patency of saphenous vein and left internal mammary artery grafts after coronary artery bypass surgery: results from a Department of Veterans Affairs Cooperative Study // J Am Coll Cardiol. 2004;44:2149–2156. Doi: 10.1016/j.jacc.2004.08.064.
8. Tatoulis J., Buxton B. F., Fuller J. A. Patencies of 2127 arterial to coronary conduits over 15 years // Ann Thorac Surg. 2004;77:93–101.
9. Tatoulis J., Buxton B. F., Fuller J. A. The right internal thoracic artery: the forgotten conduit – 5,766 patients and 991 angiograms // Ann Thorac Surg. 2011;92:9–15. Doi: 10.1016/j.athoracsur.2011.03.099.
10. Deb S., Cohen E. A., Singh S. K. et al. RAPS Investigators. Radial artery and saphenous vein patency more than 5 years after coronary artery bypass surgery: results from RAPS (Radial Artery Patency Study) // J Am Coll Cardiol. 2012;60:28–35. Doi: 10.1016/j.jacc.2012.03.037.6.
11. Hess C. N., Lopes R. D. et al. Saphenous vein graft failure after coronary artery bypass surgery: insights from PREVENT IV // Circulation. 2014;130:1445–51. Doi: 10.1161/CIRCULATIONAHA.113.008193.7.
12. Collins P., Webb C. M., Chong C. F., Moat N. E. Radial Artery Versus Saphenous Vein Patency (RSVP) Trial Investigators. Radial artery versus saphenous vein patency randomized trial: five-year angiographic follow-up // Circulation. 2008;117:2859–64. Doi: 10.1161/CIRCULATIONAHA.107.736215.9.
13. Buxton B. F., Hayward P. A., Raman J. et al. Long-Term Results of the RAPCO Trials // Circulation. 2020;142(14):1330–1338. Doi: 10.1161/CIRCULATIONAHA.119.045427.
14. Balacumaraswami L., Taggart D. P. Intraoperative imaging techniques to assess coronary artery bypass graft patency // The Annals of Thoracic Surgery. 2007;83(6):2251–2257. Doi: 10.1016/j.athoracsur.2006.12.025.
15. Ybarra L. F., Ribeiro H. B., Pozetti A. H. et al. Long term follow-up of drug eluting versus bare metal stents in the treatment of saphenous vein graft lesions // Catheter Cardiovasc Interv. 2013;82(7):E856–E863. Doi: 10.1002/ccd.24781.
16. Benedetto U., Raja S. G., Albanese A. et al. Searching for the second best graft for coronary artery bypass surgery: a network meta-analysis of randomized controlled trials // Eur J Cardiothorac Surg. 2015;47(1):59–65. Doi: 10.1093/ejcts/ezu111.
17. Shevchenko Yu. L., Borshchev G. G. et al. Choice of conduits in coronary surgery // Bulletin of Pirogov National Medical & Surgical Center. 2019; 14(1):97–104. (In Russ.). Doi: 10.25881/BPNMSc.2019.69.57.019.
18. Neumann F. J., Sousa-Uva M., Ahlsson A. et al. 2018 ESC/EACTS Guidelines on myocardial revascularization // Eur Heart J. 2019; 40(37): 3096.
19. Handa T., Orihashi K., Nishimori H. et al. Maximal blood flow acceleration analysis in the early diastolic phase for in situ internal thoracic artery bypass grafts: a new transit-time flow measurement predictor of graft failure following coronary artery bypass grafting // Interactive CardioVascular and Thoracic Surgery. 2015;20:449–457. Doi: 10.1093/icvts/ivu448.
20. Hiraoka A., Fukushima S., Miyagawa S. et al. Quantity and quality of graft flow in coronary artery bypass grafting is associated with cardiac computed tomography study-based anatomical and functional parameters // Eur J Cardiothorac Surg. 2017;52:909–16.
21. Une D., Deb S., Chikazawa G. et al. Cut-off values for transit time flowmetry: are the revision criteria appropriate? // Journal of Cardiac Surgery. 2013;28:3–7. Doi: 10.1111/jocs.12036.
22. Oshima H., Tokuda Y., Araki Y. et al. Predictors of early graft failure after coronary artery bypass grafting for chronic total occlusion // Interact Cardiovasc. Thorac. Surg. 2016;23(1):142–9. Doi: 10.1093/icvts/ivw084.
23. 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. 2017;51(1):26–33. Doi: 10.1093/ejcts/ezw203.

REFERENCES

1. Shevchenko Yu. L., Popov L. V., Batrashov V. A. et al. Difficulties in choosing the volume of revascularization in the treatment of coronary heart disease in a high-risk patient // Bulletin of Pirogov National Medical & Surgical Center. 2015;10(4):134–136. (In Russ).
2. Song Y., Xu F., Du J. et al. Coronary endarterectomy with coronary artery bypass graft decreases graft patency compared with isolated coronary artery bypass graft: a meta-analysis // Interact CardioVasc Thorac Surg. 2017;25(1):30–6. Doi: 10.1093/icvts/ivx045.
3. Sabik J. F., Blackstone E. H., Gillinov A. M., Banbury M. K., Smedira N. G., Lytle B. W. Influence of patient characteristics and arterial grafts on freedom from coronary reoperation // J Thorac Cardiovasc Surg. 2006;131(1):90–98. Doi: 10.1016/j.jtcvs.2005.05.024.

24. Lehnert P., Moller C. H., Damgaard S., Gerds T. A., Steinbruchel D. A. Transit-time flow measurement as a predictor of coronary bypass graft failure at one year angiographic follow-up // *Journal of Cardiac Surgery*. 2015;30:47–52. Doi: 10.1111/jocs.12471.
25. Dourado L. O., Bittencourt M. S., Pereira A. C., Poppi N. T. et al. Coronary artery bypass surgery in diffuse advanced coronary artery disease: 1-year clinical and angiographic results // *Thorac. Cardiovasc. Surg.* 2018;66(6):477–482.
26. Sianos G., Morel M. A., Kappetein A. P. et al. The SYNTAX Score: an angiographic tool grading the complexity of coronary artery disease // *EuroIntervention*. 2005;1(2):219–227.
27. Akchurin R. S., Shiryayev A. A., Andreev A. V. et al. Coronary artery bypass grafting for diffuse coronary atherosclerosis using autologous arterial grafts // *Russian Cardiology Bulletin*. 2021;16(4):5–10. (In Russ.). Doi: 10.17116/Cardiobulletin2021160415.
28. Mukimov Sh. D., Zaikovskii V. Yu., Andreev A. V. et al. Impact of intraoperative flowmetry data on clinical and angiographic outcomes after coronary artery bypass grafting in patients with diffuse coronary atherosclerosis // *Russian Cardiology Bulletin*. 2021;16(4):41–48. (In Russ.). Doi: 10.17116/Cardiobulletin20211604141
29. Shevchenko Yu. L., Zainiddinov F. A., Borshchev G. G., Ulbashev D. S. Coronary bypass surgery in combination with indirect myocardial revascularization in patients with IHD // *Bulletin of Pirogov National Medical & Surgical Center*. 2020;15(4):130–134. (In Russ.). Doi: 10.25881/BPNMSC.2020.37.95.023.
30. Shevchenko Yu. I., Zainiddinov F. A., Borshchev G. G., Ulbashev D. S., Musaev I. A. The results of complex surgical treatment of patients with coronary heart disease // *Clinical Medicine (Russian Journal)*. 2020;98(11–12):766–771. (In Russ.). Doi: 10.30629/0023-2149-2020-98-11-12-766-771.
31. Shevchenko Yu. L., Borshchev G. G., Ulbashev D. S., Vakhrameeva M. N., Vakhrameeva A. Yu. Scintigraphy after Various Methods of Myocardial Revascularization // *Journal of Cardiology Research and Reports*. 2020;2(2):1–6. Doi: 10.31579/2692-9759/007.
32. Shevchenko Yu. L., Zainiddinov F. A., Ulbashev D. S. Stimulation of extracardial revascularization during coronary bypass surgery in patients with diffuse coronary artery disease // *Avicenna Bulletin*. 2021;23(3):462–472. (In Russ.). Doi: 10.25005/2074-0581-2021-23-3-462-472.
33. Shevchenko Yu. L., Zainiddinov F. A., Borshchev G. G., Belyanin A. O., Ulbashev D. S. The results of coronarography and gated-spect in patients with coronary heart disease after myocardial revascularization // *Bulletin of Pirogov National Medical & Surgical Center*. 2021;16(1):11–16. (In Russ.). Doi: 10.25881/BPNMSC.2021.68.32.002.
34. Shevchenko Yu. L., Zainiddinov F. A., Borshchev G. G., Ulbashev D. S. The quality of life of patients with coronary heart disease with diffuse coronary lesion at different times after CABG, supplemented by the YurLeon procedure // *Bulletin of Pirogov National Medical & Surgical Center*. 2021;16(4):30–35. (In Russ.). Doi: 10.25881/20728255_2021_16_4_30.
35. Shevchenko Yu. L., Borshchev G. G., Baikov V. Yu. Repeated coronary artery bypass grafting combined with indirect myocardial revascularization – YurLeon procedure on a working heart from a left-sided mini-thoracotomy // *Bulletin of Pirogov National Medical & Surgical Center*. 2022;17(1):116–120. (In Russ.). Doi: 10.25881/20728255_2022_17_1_116.
36. Shevchenko Yu. L., Baykov V. Yu., Borshchev G. G., Ablitsov A. Yu. Minimally invasive thoracoscopic technique for stimulating extracardiac myocardial vascularization using the YurLeon method for diffuse coronary disease in coronary heart diseases // *Bulletin of Pirogov National Medical & Surgical Center*. 2022;17(2):103–106. (In Russ.). Doi: 10.25881/20728255_2022_17_2_103.
37. Shevchenko Yu. L., Borshchev G. G., Ulbashev D. S. Surgical technique of angiogenesis stimulation (extracardial myocardial revascularization) in patients with coronary artery disease // *Cardiology and Cardiovascular Medicine*. 2022;6:529–535. Doi: 10.26502/fccm.92920295.
38. Shevchenko Yu. L. Extracardial myocardial revascularization in patients with coronary artery disease and diffuse coronary artery disease. Moscow, Publishing House «National Medical and Surgical Center named after N. I. Pirogov», 2022. (In Russ.).

Информация об авторах:

Борщев Глеб Геннадьевич, доктор медицинских наук, доцент, профессор кафедры грудной и сердечно-сосудистой хирургии, ректор Института усовершенствования врачей, Национальный медико-хирургический Центр им. Н. И. Пирогова (Москва, Россия), ORCID: 0000-0002-8332-7521; **Сидоров Роман Валентинович**, доктор медицинских наук, доцент, профессор кафедры хирургических болезней № 2, Ростовский государственный медицинский университет (г. Ростов-на-Дону, Россия), ORCID: 0000-0001-9136-4886; **Ульбашев Даниил Сергеевич**, кандидат медицинских наук, сердечно-сосудистый хирург, Национальный медико-хирургический Центр им. Н. И. Пирогова (Москва, Россия), ORCID: 0000-0003-3288-8414.

Information about authors:

Borshchev Gleb G., Dr. of Sci. (Med.), Associate Professor, Professor of the Department of Chest and Cardiovascular Surgery, Rector of the Institute of Advanced Medical Training, Pirogov National Medical and Surgical Center (Moscow, Russia), ORCID: 0000-0002-8332-7521; **Sidorov Roman V.**, Dr. of Sci. (Med.), Associate Professor, Professor of the Department of Surgical Diseases № 2, Rostov State Medical University (Rostov-on-Don, Russia), ORCID: 0000-0001-9136-4886; **Ulbashev Daniil S.**, Cand. of Sci. (Med.), Cardiovascular Surgeon, Pirogov National Medical and Surgical Center (Moscow, Russia), ORCID: 0000-0003-3288-8414.