

DOI: <https://doi.org/10.51922/2616-633X.2022.6.1.1525>

# ФАКТОРЫ РИСКА РАЗВИТИЯ ПОСТКАРДИОТОМНОГО СИНДРОМА МАЛОГО СЕРДЕЧНОГО ВЫБРОСА У ПАЦИЕНТОВ ПОСЛЕ АОРТОКОРОНАРНОГО ШУНТИРОВАНИЯ В УСЛОВИЯХ ИСКУССТВЕННОГО КРОВООБРАЩЕНИЯ

Р.Г. Ярош, Л.Г. Шестакова

ГУ «Республиканский научно-практический центр «Кардиология», г. Минск

УДК [616.12-004.6-005.2-089.843-78:612.13]-06-08-039.71

**Ключевые слова:** кардиохирургия, аортокоронарное шунтирование, механическая поддержка кровообращения, искусственное кровообращение.

**ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ.** Р.Г. Ярош, Л.Г. Шестакова. Факторы риска развития посткардиотомного синдрома малого сердечного выброса у пациентов после аортокоронарного шунтирования в условиях искусственного кровообращения. *Неотложная кардиология и кардиоваскулярные риски*, 2022, Т. 6, № 1, С. 1525–1530.

**Цель.** Определить факторы риска развития посткардиотомного синдрома малого сердечного выброса у пациентов после реваскуляризации миокарда в условиях искусственного кровообращения.

**Методы.** В исследование включено 157 пациентов, которым было выполнено аортокоронарное шунтирование в условиях искусственного кровообращения. Из них у 25 пациентов интраоперационно и в ранний послеоперационный период развился посткардиотомный синдром малого сердечного выброса (ПСМСВ), рефрактерный к медикаментозной терапии, которым подключали механическую поддержку кровообращения (МПК), у 132 – ПСМСВ не развился и МПК не подключали (группа сравнения).

**Результаты.** Проведено ретроспективное, наблюдательное исследование по типу «случай-контроль». На основании унивариантного анализа были выделены факторы риска развития ПСМСВ: дооперационная фракция

выброса левого желудочка (в Б-режиме) < 45%, ОШ = 4,7 (95% ДИ 1,9 – 11,5,  $p = 0,001$ ), выполнение операции на открытом сердце в течение острого периода инфаркта миокарда (30 дней) ОШ = 9,8 (95% ДИ 3,1 – 31,9,  $p = 0,001$ ), повторное пережатие аорты ОШ = 5,8 (95% ДИ 1,1 – 30,9,  $p = 0,049$ ), дисфункция коронарных шунтов, выявленная при шунтографии в раннем послеоперационном периоде ОШ = 54,7 (95% ДИ 13,6-219,  $p = 0,001$ ).

**Заключение.** Посткардиотомный синдром малого сердечного выброса – это тяжелое осложнение после выполнения хирургических операций на открытом сердце, приводящее к полиорганной недостаточности, вследствие системной гипоперфузии органов и тканей и характеризуется высокой госпитальной летальностью до 80%. Механическая поддержка кровообращения в этом случае является единственным методом лечения данной когорты пациентов.

## RISK FACTORS FOR POSTCARDIOTOMY LOW CARDIAC OUTPUT SYNDROME AFTER ON-PUMP CORONARY ARTERY BYPASS GRAFTING

R. Yarosh, L. Shestakova

Scientific and Practical Center "Cardiology", Minsk

**Key words:** *cardiosurgery, coronary artery bypass grafting, mechanical circulatory support, cardiopulmonary bypass.*

**FOR REFERENCES.** R. Yarosh, L. Shestakova. Risk factors for postcardiotomy low cardiac output syndrome after on-pump coronary artery bypass grafting. *Neotlozhnaya kardiologiya i kardiovaskulyarnye riski* [Emergency cardiology and cardiovascular risks], 2022, vol. 6, no. 1, pp. 1525–1530.

**Aim.** To determine the risk factors for postcardiotomy syndrome of low cardiac output in patients after on-pump coronary artery bypass grafting.

**Methods.** The study included 157 patients who underwent on-pump coronary artery bypass grafting. Intraoperatively and in the early postoperative period, 25 patients developed postcardiotomy low cardiac output syndrome (PLCOS), which was refractory to drug therapy and followed by mechanical circulatory support (MCS). 132 patients did not develop PLCOS and did not require MCS (comparison group).

**Results.** A retrospective, observational case-control study was carried out. Based on a univariate analysis, risk factors for the development of PLCOS were identified: preoperative left ventricular ejection fraction (LVEF) (B-mode) < 45%,

OR = 4.7 (95% CI 1.9–11.5,  $p = 0.001$ ), open heart surgery during the acute period of myocardial infarction (10 days) OR = 20.5 (95% CI 3.8–109,  $p = 0.001$ ), aorta reocclusion OR = 5.8 (95% CI 1.1 – 30.9,  $p = 0.049$ ), dysfunction of coronary bypass grafts detected by bypass imaging in the early postoperative period OR = 54.7 (95% CI 13.6–219,  $p = 0.001$ ).

**Conclusions.** Postcardiotomy syndrome of low cardiac output is a severe complication after open-heart surgery, leading to multiple organ failure due to systemic hypoperfusion of organs and tissues and is characterized by a high hospital mortality rate of up to 80%. Mechanical support of blood circulation (MCS) in this case is the only method of treatment for this cohort of patients.

## Введение

Посткардиотомный синдром малого сердечного выброса (ПСМСВ) – выраженное нарушение систолической и/или диастолической функции сердца, которое развилось после основного этапа кардиохирургического вмешательства или в ранний послеоперационный период [1]. В литературе ПСМСВ встречается как послеоперационная дисфункция миокарда, послеоперационная кардициркуляторная дисфункция, острая кардиоваскулярная дисфункция, посткардиотомная сердечная недостаточность и посткардиотомный шок [2]. В этой связи частота развития его варьирует от 3% до 45%, в зависимости от критериев определения данного состояния [2, 3, 4]. Согласно заключению экспертов Европейской ассоциации Кардио-торакальных Хирургов (European Association for Cardio-Thoracic Surgeon) / Организации Экстракорпоральной Поддержки Жизни (Extracorporeal Life Support Organization) / Общества Торакальных Хирургов (Society of Thoracic Surgeons) / Американской Ассоциации Торакальных Хирургов (American Association for Thoracic Surgery) под определением ПСМСВ обычно понимается неспособность отлучить пациента от искусственного кровообращения или развитие стойкого кардиогенного шока, несмотря на максимальное использование кардиотонических и вазопрессорных препаратов [5]. При этом госпитальная летальность остается очень высокой до 80% [6, 7].

**Цель.** Определить факторы риска развития посткардиотомного синдрома малого сердечного выброса у пациентов после реваскуляризации миокарда в условиях искусственного кровообращения.

## Материалы и методы

В исследование включено 157 пациентов, которым было выполнено аортокоронарное шунтирование в условиях искусственного кровообращения. Из них у 25 пациентов интраоперационно и в ранний послеоперационный период развился посткардиотомный синдром малого сердечного выброса, рефрактерный к медикаментозной терапии с последующим подключением механической

поддержки кровообращения (МПК), у 132 – ПСМСВ не развился и МПК не подключали (группа сравнения).

Критериями включения в исследование были пациенты в возрасте 18–80 лет, которым было выполнено аорто-коронарное шунтирование (АКШ) в условиях искусственного кровообращения (ИК). Посткардиотомный синдром малого сердечного выброса определяли на основании клинических критериев [8]:

1. Отсутствие возможности отлучения пациента от ИК без механической поддержки кровообращения: внутриаортальной баллонной контрапульсации (ВАБК), экстракорпоральной мембранной оксигенации (ЭКМО), обхода левого/правого желудочка, несмотря на введение инотропных и вазопрессорных препаратов.

2. Развитие кардиогенного шока, рефрактерного к инфузии двух и более инотропных и вазопрессорных препаратов (добутамин > 5 мкг/кг/мин, адреналин > 0,05 мкг/кг/мин, милринон > 0,3 мкг/кг/мин и норадреналин > 0,04 мкг/кг/мин) при условии достаточной волемии и преднагрузки.

Критерии исключения: пациенты с клапанными пороками при хронической ревматической болезни сердца, острые/хронические расслоения аневризмы аорты, ортотопическая трансплантация сердца, лица с тяжелыми сопутствующими заболеваниями. Установление острого инфаркта миокарда в анамнезе подтверждалось на основании одного из следующих признаков: клинические симптомы ишемии; новые значительные изменения сегмента ST-T или новая блокада левой ножки пучка Гиса; появление патологического зубца Q; визуализация новых очагов нежизнеспособного миокарда или появление новых зон его нарушенной сократимости; выявление интракоронарного тромбоза при ангиографии.

Статистический анализ полученных данных был выполнен при помощи компьютерного пакета программ STATISTICA (StatSoft Inc., США, версия 6.5), IBM SPSS Statistics (IBM Company, версия 23) и Microsoft Office Excel 2016. Проверку распределения производили с помощью описательной статистики, графическими методами, а также с использованием статистического критерия Shapiro-Wilk

для небольших выборок ( $n < 60$ ) и Колмагорова – Смирнова (при выборке  $n > 60$ ). Данные с нормальным распределением сравнивались при помощи критерия t-Стьюдента, представлены как среднее арифметическое  $\pm$  стандартное отклонение. Данные, не подчиняющиеся закону нормального распределения, описывались с помощью Me (медиана) и Q1 и Q3 (квартили) в связи с тем, что они мало подвержены воздействию крайних вариантов. Сравнение совокупностей по количественным признакам (непараметрический анализ) проводили с помощью критериев Манна-Уитни (Mann-Whitney U test) и хи-квадрат Пирсона для качественных признаков. Построены графики по типу “ящик с усами” с указанием медиан и 25-го, и 75-го процентилей. Различия в показателях начинали считать достоверными с  $p < 0,05$  (5 %). На основании унивариантного анализа, была проведена логистическая регрессия для определения математической модели развития ПСМСВ.

## Результаты

Проведено ретроспективное исследование по типу “случай-контроль”. В исследование включено 157 пациентов, которым было выполнено аортокоронарное шунтирование в условиях искусственного кровообращения. Из них у 25 пациентов интраоперационно и в ранний послеоперационный период развился посткардиотомный синдром малого сердечного выброса, рефрактерный к медикаментозной терапии с последующим подключением механической поддержки кровообращения, в группу сравнения вошли 132 пациента. Группы сопоставимы по клинико-демографическим характеристикам (таблица 1). В 68% ( $n = 17$ ) случаев МПК была представлена внутриаортальной баллонной контрапульсацией, либо в комбинации с экстракорпоральной мембранной оксигенацией – 28% ( $n = 7$ ), в 4% ( $n = 1$ ) – обходом левого желудочка.

По данным эхокардиографии дооперационная фракция выброса левого желудочка (ФВ ЛЖ) в B-режиме была достоверно ниже в группе ПСМСВ по сравнению с группой сравнения: Me 41 (33,5; 53,5) % против Me 52 (46; 58) %,  $p < 0,05$  (рисунок 1).

На основании ROC- анализа, было выявлено, что фракция выброса левого желудочка (ФВ ЛЖ) = 45% (Sn 80,3% Sp 60%, AUC = 0,699, 95% ДИ 0,558 – 0,799,  $p = 0,005$ ) является точкой отсечения и имеет наилучшую предиктивную способность развития ПСМСВ. При ФВ ЛЖ менее 45% отношение шансов развития ПСМСВ составляет ОШ = 4,7 (95% ДИ 1,9 – 11,5,  $p = 0,001$ ) (таблица 2).

В группе ПСМСВ у 32% ( $n = 8$ ) пациентов аорто-коронарное шунтирование было выполнено в течение 30-дневного периода

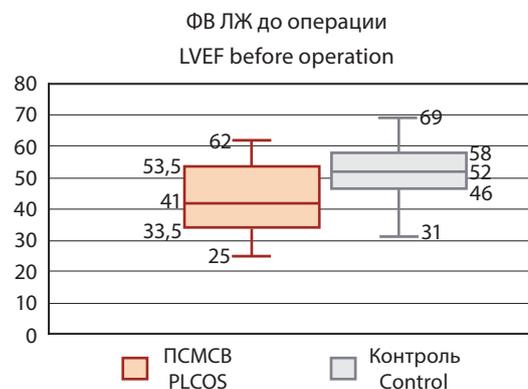
Параметр	Исследуемая группа ПСМСВ	Группа сравнения	P-значение
Количество наблюдений	25	132	–
Пол (ж)	6 (24%)	19 (14,4%)	0,23
Возраст	61,1 $\pm$ 8,7	60,5 $\pm$ 9,3	0,77
Сахарный диабет	9 (36%)	35 (26,5%)	0,34
Хроническая болезнь почек	8 (32%)	30 (22,7%)	0,32
Фибрилляция предсердий	1 (4%)	8 (6,1%)	0,69
Легочная гипертензия	0 (0%)	3 (2,3%)	1
Ишемическая кардиомиопатия	4 (16%)	13 (9,8%)	0,48
<b>Класс ХСН</b>			
I/II	16 (64%)	96 (72,7%)	0,48
III/IV	7 (28%)	35 (26,3%)	0,61

Примечание: ПСМСВ – посткардиотомный синдром малого сердечного выброса, ХСН – хроническая сердечная недостаточность.

Indicator	PLCOS Study group	Comparison group	p-value
No. of cases	25	132	–
Sex (f)	6 (24%)	19 (14.4%)	0.23
Age	61.1 $\pm$ 8.7	60.5 $\pm$ 9.3	0.77
Diabetes mellitus	9 (36%)	35 (26.5%)	0.34
Chronic kidney disease	8 (32%)	30 (22.7%)	0.32
Atrium fibrillation	1 (4%)	8 (6.1%)	0.69
Pulmonary hypertension	0 (0%)	3 (2.3%)	1
Ischemic cardiomyopathy	4 (16%)	13 (9.8%)	0.48
<b>NYHA Class</b>			
I/II	16 (64%)	96 (72.7%)	0.48
III/IV	7 (28%)	35 (26.3%)	0.61

Note: PLCOS – postcardiotomy low cardiac output syndrome, NYHA Class – New York Heart Association classification.

после острого инфаркта миокарда, а в группе сравнения – у 4,5 % ( $n = 6$ ) пациентов. На основании унивариантного анализа было выявлено, что аорто-коронарное шунтирование, выполненное в условиях искусственного кро-



ФВ ЛЖ – фракция выброса левого желудочка, ПСМСВ – посткардиотомный синдром малого сердечного выброса  
LVEF – left ventricle ejection fraction, PLCOS – postcardiotomy low cardiac output syndrome

Таблица 1. Клинико-демографическая характеристика групп

Table 1. Clinical and demographic characteristic

Рисунок 1. Фракция выброса левого желудочка (в B-режиме) до операции аорто-коронарного шунтирования

Figure 1. Left ventricle ejection fraction (B-mode) before coronary artery bypass graft

Таблица 2. Дооперационные факторы риска развития посткардиотомного синдрома малого сердечного выброса (ПСМСВ)

Параметр	Хи-квадрат	p-значение	ОШ	95% ДИ
ФВ ЛЖ (Б-режим) < 45 %	11,6	0,002	4,7	1,9–11,5
ОИМ (30-дневный период)	16,7	0,001	9,8	3,1–31,9
ОИМ (10-дневный период)	24,1	0,001	20,5	3,8–109

Примечание: ФВ ЛЖ – фракция выброса левого желудочка, ОИМ – острый инфаркт миокарда

Table 2. Preoperative risk factors postcardiotomy low cardiac output syndrome (PLCOS)

Indicator	Chi-square	p-value	OR	95% CI
LV EF (B-mode) < 45 %	11,6	0,002	4,7	1,9–11,5
AMI (30-day period)	16,7	0,001	9,8	3,1–31,9
AMI (10-day period)	24,1	0,001	20,5	3,8–109

Note: LV EF – left ventricle ejection fraction, AMI – acute myocardial infarction.

вообращения в течение 30 дней после острого инфаркта миокарда, увеличивает риск развития ПСМСВ ОШ = 9,8 (95% ДИ 3,1-31,9), p = 0,001, а в 10-дневный период ОШ = 20,5 (95% ДИ 3,8-109), p = 0,001 (таблица 2).

Длительность ишемии миокарда при аорто-коронарном шунтировании достоверно ниже в группе ПСМСВ Ме 61,0 (44,8; 79,0) мин по сравнению с группой сравнения Ме 79,0 (58; 103), p = 0,01, (рисунок 2). Снижение времени ишемии миокарда в исследуемой группе было обусловлено применением метода бокового отжатия аорты. При восстановлении сердечной деятельности, после основного этапа операции, в связи с изменениями на электрокардиограмме у 12% (n = 3) в группе ПСМСВ и у 2,3% (n = 3) в группе сравнения было произведено повторное пережатие аорты для ре-АКШ ишемия-свя-

Рисунок 2. Время ишемии миокарда при аорто-коронарном шунтировании (мин)

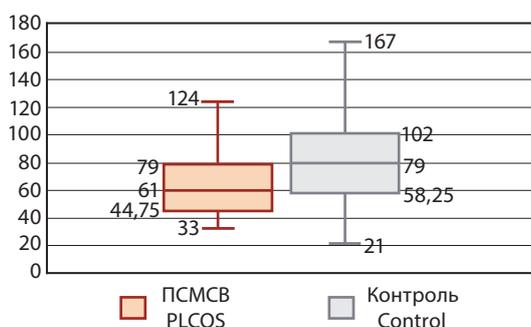


Figure 2. Aortic cross-clamp time during on-pump coronary artery bypass graft

ПСМСВ – посткардиотомный синдром малого сердечного выброса. PLCOS – postcardiotomy low cardiac output syndrome.

Рисунок 3. Время искусственного кровообращения (мин) при аорто-коронарном шунтировании

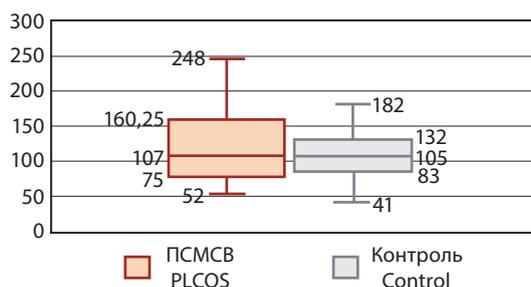


Figure 3. Cardiopulmonary bypass time (min) during on-pump coronary artery bypass graft

ПСМСВ – посткардиотомный синдром малого сердечного выброса. PLCOS – postcardiotomy low cardiac output syndrome.

занной зоны. Повторное пережатие аорты увеличивает риск развития ПСМСВ ОШ = 5,8 (95% ДИ 1,1 – 30,9), p = 0,047. Достоверного различия времени искусственного кровообращения между группами не выявлено: Ме 107,0 (75,0; 160,3) и Ме 105,0 (83; 132) минут соответственно, p = 0,96 (рисунок 3).

Интраоперационно и в ранний послеоперационный период у 60% (n = 15) пациентов с ПСМСВ наблюдались изменения на электрокардиограмме: преимущественно (80%) подъёмы сегмента ST во II, III, avf, в 20% – жизнеугрожающие нарушения ритма: фибрилляция желудочков, с последующей сердечно-легочной реанимацией и экстренным подключением МПК. По данным коронарографии, в группе ПСМСВ в 56% случаев (n = 14) были выявлены затруднения проходимости контраста по шунтам в ранний послеоперационный период, из них: в 78,6% (n = 11) выявлен стеноз дистального анастомоза, у 14,3% (n = 2) – стаз контраста и у 7,1% (n = 1) – спазм коронарных артерий. Вследствие чего у 28,6% (n = 4) было выполнено эндоваскулярная баллонная дилатация (ЭБД) и стентирование коронарных артерий, 14,3% (n = 2) – экстренная повторная еваскуляризация миокарда. В группе сравнения у 2,3% (n = 3) пациентов были выявлены изменения по данным коронарографии в ранний послеоперационный период, которым было выполнено ЭБД и стентирование. Дисфункция коронарных шунтов, выявленная при шунтографии в раннем послеоперационном периоде, увеличивает риск возникновения ПСМСВ ОШ = 54,7 (95% ДИ 13,6-219, p = 0,001).

Несмотря на то, что в группе ПСМСВ время ишемии достоверно ниже по сравнению с контрольной группой, на развитие ПСМСВ время ишемии миокарда существенно не повлияло: коэффициент корреляции Пирсона  $r = -0,15$ , p = 0,058. А дисфункция коронарных шунтов – напротив имеет четкую линейную зависимость развития ПСМСВ: коэффициент корреляции Пирсона  $r = 0,633$ , p = 0,01.

Для проведения однофакторной логистической регрессии в анализ были включены 17 факторов риска: возраст (p = 0,45), пол (p = 0,92), площадь поверхности тела (p = 0,06), сахарный диабет (p = 0,32), артериальная гипертензия (p = 0,05), хроническая болезнь почек (p = 0,32), легочная гипертензия (p = 0,95), функциональный класс III и IV по NYHA (p = 0,27), ишемическая кардиомиопатия (p = 0,47), фибрилляция предсердий (p = 0,87), инфекционный эндокардит (p = 0,83), операции на сердце в анамнезе (p = 0,05), выполнение АКШ в 30-дневный период острого инфаркта миокарда (p = 0,01), повторное пережатие аорты (p = 0,049), время искусственного кровообращения (p = 0,5), длительность ишемии миокарда (p = 0,03), фракция выброса ле-

вого желудочка < 45% (p = 0,02). Достоверно значимые факторы риска были последовательно включены в модель логистической регрессии (goodness-of-fit Hosmer and Lemeshow Test – 0,35, Nagelkerke R Square – 0,730 и 94,9 % верно распознанных случаев). Дооперационная фракция выброса левого желудочка менее 45% (ОШ = 4,7; 95% ДИ 1,9 – 11,5, p = 0,001), выполнение операции на открытом сердце в течение острого периода инфаркта миокарда (30 дней) (ОШ = 9,8; 95% ДИ 3,1 – 31,9, p = 0,001), повторное пережатие аорты (ОШ = 5,8; 95% ДИ 1,1 – 30,9, p = 0,049), а также дисфункция шунтов в ранний после операционный период (ОШ = 54,7; 95% ДИ 13,6-219, p = 0,001) были определены как предикторы развития ПСМСВ (таблица 3).

На основании логистической регрессии была разработана математическая модель определения вероятности развития ПСМСВ в периоперационном периоде:

$$P = \frac{1}{1 + e^{(3,29 \cdot \text{ФВ}(45) - 3,42 \cdot \text{ОИМ}(30\text{-дн}) - 3,41 \cdot \text{ППА} - 6,69 \cdot \text{ДШ} - 5,69)}} \times 100\%$$

где: P – вероятность наступления события, %.

ФВ(45) – фракция выброса левого желудочка в Б-режиме (принимает значение 0, если ФВ более 45% и 1 – если менее 45%).

ОИМ (30-дн) – аортокоронарное шунтирование, выполненное в период острого инфаркта миокарда (30 дней).

ППА – повторное пережатие аорты во время операции.

ДШ – дисфункция шунтов в раннем послеоперационном периоде (принимает значение 0, если шунты проходимы и 1 – если обнаружена дисфункция шунтов).

Модель логистической регрессии была проверена при помощи ROC – анализа. Площадь под кривой при этом составила AUC 0,946 (95% ДИ 0,888 – 0,995), p = 0,001 (рисунок 4).

В исследовании были определены факторы риска развития ПСМСВ, разработана математическая модель прогнозирования ПСМСВ, проверенная при помощи ROC – анализа.

## Обсуждение

ПСМСВ является одним из наиболее серьезных осложнений после хирургических операций на открытом сердце, характеризующийся гипоперфузией органов и тканей и приводящий к полиорганной недостаточности. В последнее время было опубликовано несколько крупных когортных исследований [9, 10], в которые вошли 814 и 605 пациентов, перенесших операцию реваскуляризации миокарда, частота развития ПСМСВ составила 16,1% и 14,7% соответственно. Определение факторов риска развития ПСМСВ

Таблица 3. Логистическая регрессия

Параметр	Б-коэф.	P-значение	ОШ	95% ДИ	
ОИМ (30 дней)	3,419	0,007	30,532	5,050	184,597
ФВ ЛЖ < 45 %	3,297	0,006	27,041	2,634	277,613
Повторное пережатие аорты	3,409	0,041	30,224	1,145	797,677
Дисфункция шунтов	6,695	0,000	808,194	55,442	11781,314
Константа	-5,690	0,000	0,003	-	-

Примечания: ОИМ – острый инфаркт миокарда в течение 30 дней до операции, ФВ ЛЖ – фракция выброса левого желудочка.

Table 3. Logistic regression

Indicator	B	p-value	OR	95% CI	
AMI (30 day)	3,419	0,007	30,532	5,050	184,597
LV EF < 45 %	3,297	0,006	27,041	2,634	277,613
Aorta reocclusion	3,409	0,041	30,224	1,145	797,677
Shunt dysfunction	6,695	0,000	808,194	55,442	11781,314
Constant	-5,690	0,000	0,003	-	-

Note: AMI – acute myocardial infarction until 30 day before operation, LV EF – left ventricle ejection fraction.

остается актуальным и представляет большой интерес среди исследователей. Так, в исследовании Ding и др. [11] возраст > 65 лет (ОШ = 1,85; 95% ДИ 1,27-3,76), сниженная фракция выброса левого желудочка менее 50 % (ОШ = 2,05; 95% ДИ 1,53-4,54) и выполнение АКШ в условиях искусственного кровообращения (ОШ = 2,16; 95% ДИ 1,53-4,86) являются факторами риска развития ПСМСВ. Схожие результаты были выявлены и в исследовании Sa [9]: возраст > 60 лет (ОШ = 2,00; 95% ДИ 1,20 – 6,14, p = 0,009), АКШ в условиях ИК (ОШ = 2,16; 95% ДИ 1,40 – 7,08, p = 0,006), срочность операции (ОШ = 4,71; 95% ДИ 1,34 – 26,55, p = 0,028), неполная реваскуляризация (ОШ = 2,62; 95% ДИ 1,32 – 5,86, p = 0,003), и ФВ ЛЖ < 50%.

Влияние длительности ишемии миокарда и времени искусственного кровообращения остается дискуссионным вопросом, поскольку проведение перфузии и защита миокарда во время операции зависит от при-

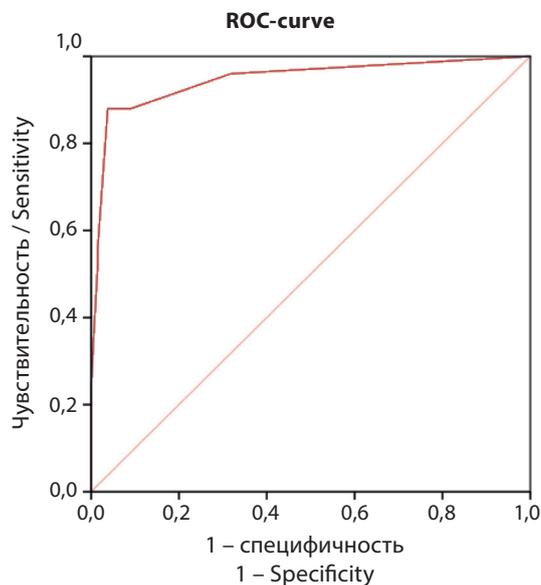


Рисунок 4. Проверка прогностической модели при помощи ROC – анализа

Figure 4. Checking the predictive model using ROC analysis

нятых в кардиохирургических центрах стандартов. Так, в своем исследовании Algarni [12] определил, что частота развития ПСМСВ после АКШ существенно ниже при использовании микроплегии по сравнению со стандартной холодной (4 °С) кровяной кардиopleгией: 2,7% и 5% соответственно,  $p = 0,001$ . А использование тепловой (29 °С) кровяной кардиopleгии увеличивало частоту развития ПСМСВ по сравнению с холодной (7 °С): 16% и 2,4% соответственно,  $p = 0,006$  [13]. В исследовании Moh'd [14] длительность пережатия аорты более 51 минуты сопровождалось большей вероятностью подключения внутриаортальной баллонной контрапульсацией и применением инотропной и вазоактивной терапии (ОШ = 9,1, 95% ДИ 5,5-15). В своей работе Kamal [15] изучал 2 группы пациентов ( $n = 100$ ), которым было выполнено АКШ: группа со сниженной ФВ ЛЖ (менее 50%) и нормальной (более 50%), и не получил достоверных различий во времени искусственного кровообращения:  $73,5 \pm 20$  мин и  $71,7 \pm 18$  мин,  $p = 0,64$ , а также в длительности ишемии миокарда:  $44,4 \pm 13,2$  мин и  $44,9 \pm 10,3$  мин,  $p = 0,93$ . Однако, частота развития ПСМСВ была выше в группе со сниженной ФВ ЛЖ: 44% ( $n = 22$ ) по сравнению с нормальной – 26% ( $n = 13$ ),  $p = 0,04$ .

Оптимальные сроки коронарного шунтирования после острого инфаркта миокарда (ОИМ) остаются предметом ожесточенных споров. При выполнении АКШ

в сроки < 6 часов после ОИМ, 6 часов-1 день, 2–3 дня, 4–10 дней, 11–20 дней и 21–30 дней госпитальная летальность составила соответственно: 26,3%, 14,3%, 11,9%, 6,1%, 4,2% и 3,1% по сравнению с группой без ОИМ 2,5% [16]. Выполнение АКШ в условиях искусственного кровообращения в сроки от 3 до 14 суток после Q-инфаркта миокарда приводит к увеличению летальности и развития острой сердечной недостаточности в раннем послеоперационном периоде: ОР осложнений АКШ в указанные сроки составляет 1,64 (95% ДИ 1,2-2,24) [17]. Схожие результаты мы получили и в нашем исследовании: выполнение АКШ до 30 дней увеличивает риск развития ПСМСВ ОШ = 9,8 (95% ДИ 3,1-31,9),  $p = 0,001$ , а в 10-дневный период – ОШ = 20,5 (95% ДИ 3,8-109),  $p = 0,001$ .

## Заключение

Посткардиотомный синдром малого сердечного выброса по-прежнему остается большой проблемой в кардиохирургии. Несмотря на современные методы защиты миокарда и механической поддержки кровообращения, госпитальная летальность составляет до 80%. Дифференцированный подход хирурга к срокам выполнения аорто-коронарного шунтирования: в период более 30 дней после острого инфаркта миокарда, позволит снизить частоту развития, а в следствие и госпитальную летальность от ПСМСВ.

## REFERENCES

- Masse L., Antonacci M. Low Cardiac Output Syndrome: Identification and Management. *Crit Care Nurs Clin N Am*, 2005, vol. 17, no. 4, pp. 375-383. DOI: 10.1016/j.jccell.2005.07.005.
- Pérez Vela J.L., Martín Benítez J.C., Carrasco Gonzalez M., de la Cal López M.A., Hinojosa Pérez R., Sagredo Meneses V., del Nogal Saez F. Clinical practice guide for the management of low cardiac output syndrome in the postoperative period of heart surgery. *Med Intensiva*, 2012, vol. 36, no. 4, pp. 277-287. DOI: 10.1016/j.medint.2012.01.016.
- Maganti M., Rao V., Borger M.A., Ivanov J., David T.E. Predictors of low cardiac output syndrome after isolated aortic valve surgery. *Circulation*, 2005 vol. 112 (9 Suppl), pp. 488-452. DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.104.526087
- Patel H.J., Likosky D.S., Pruitt A.L., Murphy E.T., Theurer P.F., Prager R.L. Aortic valve replacement in the moderately elevated risk patient: A population-based analysis of outcomes. *Ann Thorac Surg*, 2016, vol. 102, pp. 1466-1472. DOI: 10.1016/j.athoracsur.2016.04.038.
- Lorusso R., Whitman G., Milojevic M., Raffa G., McMullan D.M., Boeken U., Haft J., Bermudez C., Shah A., D'Alessandro D.A. 2020 EACTS/ELSO/STS/AATS expert consensus on post-cardiotomy extracorporeal life support in adult patients. *J Thorac Cardiovasc Surg*, 2021, vol. 161, no. 4, pp. 1287-1331.
- Rastan A.J., Dege A., Mohr M., Doll N., Falk V., Walthert T., Mohr F.W. Early and late outcomes of 517 consecutive adult patients treated with extracorporeal membrane oxygenation for refractory postcardiotomy cardiogenic shock. *J Thorac Cardiovasc Surg*, 2010, vol. 139, no. 2, pp. 302-311.
- Li C.-L., Wang H., Jia M., Ma N., Meng X., Hou X.-T. The early dynamic behavior of lactate is linked to mortality in postcardiotomy patients with extracorporeal membrane oxygenation support: a retrospective observational study. *J Thorac Cardiovasc Surg*, 2015, vol. 149, no. 5, pp. 1445-1450.
- Ellenberger C., Sologashvili T., Cikirikcioglu M, et al. Risk factors of postcardiotomy ventricular dysfunction in moderate-to-high risk patients undergoing open-heart surgery. *Ann Card Anaesth*, 2017, vol. 20, Iss. 3, pp.287-295. 10.4103/aca.ACA\_60\_17.
- de Oliveira Sá M.P.B., Costa Nogueira J.R., Ferraz P.E., Figueiredo O.J., Palmeira Cavalcante W.C., Palmeira Cavalcante T.C., da Silva H.T.T., Santos C.A., de Albuquerque Lima R.O., Vasconcelos F.P., de Carvalho Lima R. Risk factors for low cardiac output syndrome after coronary artery bypass grafting surgery. *Rev Bras Cir Cardiovasc*, 2012, vol. 27, no. 2, pp. 217-223. DOI: 10.5935/1678-9741.20120037.
- Mugayar Bianco A.C., Timerman A., Paes A.T., Gun C., Ramos R.F., Pereira Freire R.B., Conde Vela C.N., de Paiva Fagundes J.A.A., Behrmann Martins L.C., Piegas L.S. Prospective risk analysis in patients submitted to myocardial revascularization surgery. *Arq Bras Cardiol*, 2005, vol. 85, no. 4, pp. 254-261.
- Ding W., Ji Q., Shi Y., Ma R. Predictors of low cardiac output syndrome after isolated coronary artery bypass grafting. *Int Heart J*, 2015, vol. 56, no. 2, pp. 144-149. DOI: 10.1536/ihj.14-231.
- Khaled D. Algarni, Richard D. Weisel, Christopher A. Caldaron, Manjula Maganti, Katherine Tsang, Terrence M. Yau. Microplegia During Coronary Artery Bypass Grafting Was Associated With Less Low Cardiac Output Syndrome: A Propensity-Matched Comparison. *The Ann. of Thorac Surgery J*, 2013, vol. 95, Iss. 5, pp. 1532-1538.
- Cristian Rosu, Maxime Laflamme, Clotilde Perrault-Hébert, Michel Carrier, Louis P. Perrault. Decreased incidence of low output syndrome with a switch from tepid to cold continuous minimally diluted blood cardioplegia in isolated coronary artery bypass grafting. *J Cardiovasc Thorac Surgery J*, 2012, vol. 15, Iss. 4, pp. 655-660. DOI: 10.1093/icvts/ivs294
- Moh'd A.F., Al-Odwan H.T., Altarabsheh S., Makahleh Z.M., Khasawneh M.A. Predictors of aortic clamp time duration and intensive care unit length of stay in elective adult cardiac surgery. *Egypt Heart J*, 2021, vol. 73, no. 1, pp. 92. DOI: 10.1186/s43044-021-00195-0. DOI: 10.1016/j.athoracsur.2012.09.056.
- Yasser A. Kamal, Shady E.M. Al-Elwany, Ahmed M.F. Ghoneim, Ahmed M.K. El-Minshawy. Predictors of adverse effects after coronary artery bypass grafting in patients with reduced left ventricular ejection fraction. *Egypt Heart J*, 2017, vol. 25, no. 1, pp. 20-27. doi:10.1016/j.jescs.2017.02.002.
- Assmann A., Boeken U., Akhyari P., Lichtenberg A. Appropriate timing of coronary artery bypass grafting after acute myocardial infarction. *Thorac Cardiovasc Surg J*, 2012, vol. 60(7), pp. 446-51. doi: 10.1055/s-0032-1304542.
- Ostrovsky Yu.P., Gelis L.G., Medvedeva Ye.A., Shket A.P. Hirurgicheskaya revascularizatsiya miokarda u bolnyh s ostrym techeniem ishemicheskoy bolezni serdca [Surgical myocardial revascularization in patients with acute coronary heart disease]. *Grudnaya i serdechno-sosudistaya hirurgiya*, 2005, no. 4, pp. 14-18. (in Russian).

Поступила 14.03.2022