

УДК 616.127-089

DOI 10.31684/25418475_2021_3_19

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ РЕВАСКУЛЯРИЗАЦИИ МИОКАРДА НА РАБОТАЮЩЕМ СЕРДЦЕ

¹Алтайский государственный медицинский университет, г. Барнаул²Алтайский краевой кардиологический диспансер, г. БарнаулХорев Н.Г.^{1,2}, Ермолин П.А.², Сукманова И.А.^{1,2}, Щербakov К.Ю.², Батаев Г.В.², Нагуманов Р.М.²

Цель работы – сравнить непосредственные результаты операций коронарного шунтирования с использованием или без использования искусственного кровообращения.

Материал и методы. В основу работы положены данные ретроспективного исследования, в которое включено 1295 больных с ишемической болезнью сердца, находившихся в клинике в период 2013-2017 годы. Больные разделены на 2 группы. В первой группе (1031 больных; 79,6%) проведено коронарное шунтирование с использованием искусственного кровообращения. Во второй группе (264 больных; 20,4%) выполнялась коронарное шунтирование без использования искусственного кровообращения. Случайным методом из больных первой группы отобрано 98 пациентов, а из второй группы – 41 пациент, перенесших коронарное шунтирование. Отобранные больные обеих групп были сопоставимы по основным клиническим характеристикам. Исключение составили больные диабетом, которых было во второй группе на 48,8% больше, чем в первой ($p=0,001$).

Результаты. Госпитальная летальность не различалась и составила в первой группе – 4,0%, во второй – 2,7% ($p=0,325$). Транзиторная ишемия миокарда у второй группы на 11,5% возникала чаще, чем у больных первой группы ($p=0,003$). В то же время частота фибрилляции предсердий в обеих группах была в пределах 10%, и разница в 0,4% была статистически незначимой ($p=0,621$). Частота инсульта в группе on-pump составила 1,0%; случаев инсульта у больных второй группы не отмечено. Необходимость гемотрансфузий возникала на 16,2% чаще ($p=0,017$) у больных с искусственным кровообращением. Необходимость гемотрансфузий возникала на 16,2% чаще ($p=0,017$) у больных с искусственным кровообращением.

Заключение. Операция коронарное шунтирование на работающем сердце в интерпретации ближайшего послеоперационного периода и летальности сопоставима с операцией коронарного шунтирования с использованием искусственного кровообращения.

Ключевые слова: коронарное шунтирование, «работающее сердце», искусственное кровообращение, ишемическая болезнь сердца

CLINICAL TRIAL OF MYOCARDIAL REVASCULIZATION OF THE BEATING HEART

¹Altai State Medical University, Barnaul²Altai Regional Cardiology Health Center, BarnaulN.G. Khorev^{1,2}, P.A. Ermolin², I.A. Sukmanova^{1,2}, K.Yu. Shcherbakov², G.V. Bataev², R.M. Nagumanov²

The work compares the results of coronary artery bypass surgery with or without cardiopulmonary bypass.

Material and methods. The work is based on data from a retrospective study, which included 1295 patients with coronary heart disease who were in the clinic during the period 2013-2017. Patients were blinded into 2 groups. In the first group (1031 patients, 79.6%), the coronary artery bypass surgery was performed using cardiopulmonary bypass. In the second group (264 patients, 20.4%), the coronary artery bypass surgery was performed without using artificial blood circulation. 98 patients were selected from patients in the first group, and 41 patients undergoing coronary bypass surgery from the second group were selected randomly. Selected patients in both groups had comparable clinical characteristics except for the patients with diabetes, who were 48.8% more in the second group ($p = 0.001$).

Results. Hospital mortality did not differ and was 4.0% in the first group and 2.7% ($p = 0.325$) in the second group. Transient myocardial ischemia in the second group was 11.5% more frequent ($p = 0.003$). Simultaneously, the frequency of atrial fibrillation in both groups was within 10%, and the difference of 0.4% was statistically insignificant ($p = 0.621$). The incidence of stroke in the on-pump group was 1.0%; we did not register the cases of stroke in the second group; the need for blood transfusions occurred more often in patients with extracorporeal circulation (by 16.2 %, $p = 0.017$).

Conclusion. The immediate postoperative period and mortality of off-pump coronary artery bypass surgery is comparable to on-pump coronary artery bypass surgery.

Keywords: coronary artery bypass surgery, off-pump, on-pump, beating heart, cardiopulmonary bypass, coronary heart disease

До настоящего времени не существует убедительных доказательств преимуществ коронарного шунтирования (КШ) с использованием (на насосе – on-pump) и без использования (без насоса – off-pump) искусственного кровообращения (ИК). Первое рандомизированное исследование ROOBY [1] не показало значительной разницы в непосредственных результатах в разделах послеоперационной летальности и частоте послеоперационного инсульта. Сравнительно недавно проведенные исследования DOORS и CORONARY [2,3] продемонстрировали лучшие результаты операций off-pump только у пожилых людей. В недавно опубликованном немецком исследовании GORCABE [4] у больных старше 75 лет 5-летняя выживаемость оказалась одинаковой с использованием или без использования ИК. В ретроспективном анализе базы данных 13441 больного Huang et al. [5] показал более высокую 30-дневную летальность и 5-летнюю смертность у пациентов с сахарным диабетом оперированных с использованием ИК.

Противоположные данные получены в других исследованиях. Продолжение исследования ROOBY-FS показало сокращение 5-летней выживаемости при проведении КШ без искус-

ственного кровообращения [7]. В мета-анализах Takagi [6] и Luo & Ni [8] продемонстрировано, что при проведении операции off-pump увеличивается частота повторной реваскуляризации. Не получены доказательства увеличения выживаемости у пожилых [9].

Целью данной работы было сравнить непосредственные результаты операций КШ в зависимости от использования искусственного кровообращения.

Материалы и методы

В основу работы положены данные ретроспективного исследования, в которое включено 1295 больных с ишемической болезнью сердца, находившихся в клинике в период 2013-2017 годы. Пациенты были оперированы в КГБУЗ «Алтайский краевой кардиологический диспансер». Больные разделены на 2 группы. В первой группе (1031 больной; 79,6%) проведено КШ с использованием ИК (on-pump). Во второй группе (264 больных; 20,4%) выполнялась КШ без использования ИК (off-pump). Случайным методом из больных первой группы отобрано 98, а из второй группы – 41 больной, перенесшие операцию КШ. Дизайн исследования представлен на рис. 1.

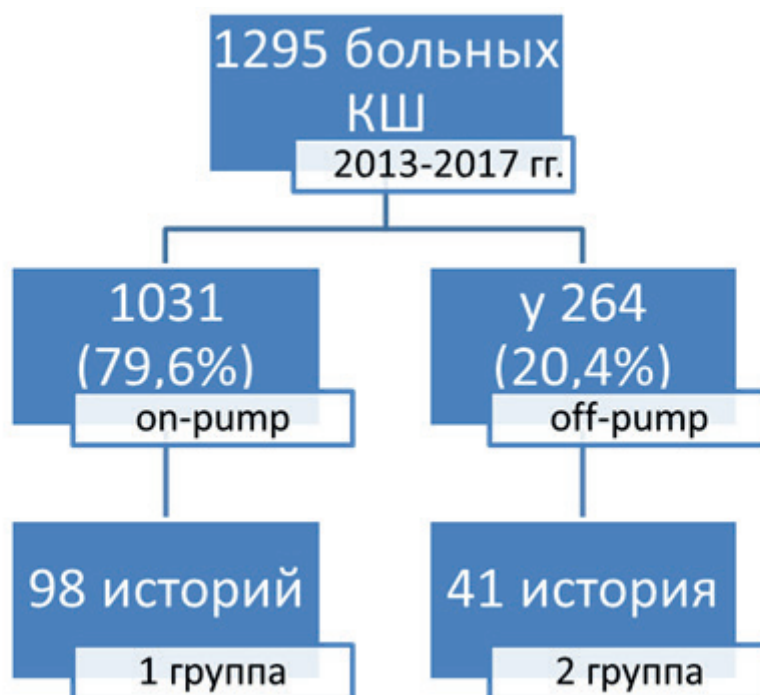


Рисунок 1 - Дизайн исследования

Данные исследования приведены в виде средних значений и абсолютных чисел. Частоту признака между группами сравнивали с помощью тестов четырехпольных таблиц.

Среди больных 1 группы было 79 (80,6%) мужчин, а среди пациентов 2 группы мужчин было 29 (70,7%). Разница между группами недостоверна ($p=0,102$). Статистически значимых

различий по возрасту, длительности заболевания и индексу массы тела в группах не обнаружено (табл. 1). Во второй группе на 48,8% чаще встречались больные с сахарным диабетом ($p=0,001$). По остальным сопутствующим заболеваниям группы не различались (табл. 2).

Таблица 1

Клиническая характеристика больных

Показатель	Группы				p
	1 группа (on-pump) n=98		2 группа (off-pump) n=41		
	X	SD	X	SD	
Возраст, лет	61,1	6,9	61,0	7,1	0,171
Длительность заболевания, лет	4,6	6,4	3,8	5,4	0,965
Индекс массы тела	28,4	4,6	28,3	5,4	0,939

Таблица 2

Сопутствующие заболевания

Заболевания	Группы больных				p
	1 группа (on-pump) n=98		2 группа (off-pump) n=41		
	абс. число	%	абс. число	%	
ГБ	89	89,0	39	95,0	0,263
ЧТКА	12	12,0	5	12,2	0,783
Дислипидемия	61	60,0	27	65,8	0,688
ОНМК	1	1,0	2	4,8	0,154
СД 2 тип	17	17,0	27	65,8	0,001
ЗПА	2	2,0	1	2,4	0,883
БЦС	2	2,0	2	4,8	0,362
ХОБЛ	2	2,0	2	2,4	0,362

Примечание: ГБ – гипертоническая болезнь, ЧТКА – чрезкожная коронарная транслюминальная ангиопластика; ОНМК – острое нарушение мозгового кровообращения; ЗПА – заболевания периферических артерий; БЦС – патология брахиоцефальных сосудов; ХОБЛ – хроническая обструктивная болезнь легких.

Клинические проявления ишемической болезни сердца в виде стенокардии различных функциональных классов и постинфарктного атеросклероза не имели статистически значимых различий (табл. 3). Фракция выброса по Тейхольцу в первой группе была $63,04 \pm 7,8\%$, а во второй – $63,51 \pm 8,0\%$ ($p=0,673$).

Таким образом, случайно отобранные группы больных были сопоставимы по основным клиническим характеристикам, сопутствующим заболеваниям, клиническим проявлениям ишемической болезни сердца и функциональному состоянию миокарда.

Таблица 3

Клинические проявления ишемической болезни сердца

Заболевания	Группы больных				p
	Первая (on-pump) n=98		Вторая (off-pump) n=41		
	абс. число	%	абс. число	%	
Стенокардия, функциональный класс					
1	1	1,0	1	2,4	0,522
2	36	36,7	17	41,5	0,601
3	56	57,2	22	53,7	0,706
4	5	5,1	1	2,4	0,805
ИБС, ПИКС	46	46,9	18	45,0	0,744

Примечание: ИБС – ишемическая болезнь сердца; ПИКС – постинфарктный кардиосклероз.

Результаты и обсуждение

Продолжительность операции у больных 1 группы составила $245 \pm 50,1$ минут, а у второй – $194,1 \pm 61,5$ минуты ($p=0,042$). Среднее время бокового отжатия аорты было статистически не значимо. В первой группе – $20,4 \pm 7,6$ во второй – $13,3 \pm 7,3$ минуты ($p=0,722$). Число шунтируемых артерий представлено в табл. 4. Разницы в частоте шунтирования двух артерий сердца

не отмечено. Среднее число шунтируемых сосудов в первой группе было больше и составило $2,67 \pm 0,7$, а во второй – $1,57 \pm 0,7$, но эти различия были статистически незначимые ($p=0,067$). Шунтирование одной артерии у больных первой группы и четырех артерий у больных второй группы не проводилось. Восстановление кровотока в три артерии чаще требовалось при проведении ИК.

Таблица 4

Число шунтируемых артерий

Количество шунтируемых артерий	Группы больных				p
	Первая (on-pump) n=98		Вторая (off-pump) n=41		
	абс. число	%	абс. число	%	
1	3	3,1	21	51,2	0,000
2	19	19,4	12	29,3	0,111
3	71	72,4	8	19,5	0,000
4	5	5,1	0	0.0	

Длительность интубации в первой группе составила $14,0 \pm 6,6$ во второй группе – $13,3 \pm 9,6$ часа ($p=0,552$). Среднее время ИК у больных 1 группы составило $84,4 \pm 26,7$ минуты. Различий

в интраоперационной коррекции основных показателей гомеостаза у больных с ИК и при операции на «работающем сердце» не выявлено (табл. 5).

Таблица 5

Некоторые варианты интраоперационной коррекции гомеостаза

Вид коррекции	Группы больных				p
	1 группа (on-pump) n= 98		2 группа (off-pump) n= 41		
	абс. число	%	абс. число	%	
Дефибрилляция	1	1,0	1	2,4	0,552
Отсроченное зашивание грудины	3	3,1	2	4,8	0,600
Инотропная поддержка в раннем послеоперационном периоде	42	42,8	17	41,5	0,713
Коррекция гемостаза (трансфузия свежеезамороженной плазмы)	17	17,3	6	14,6	0,887

Общая длительность лечения в первой группе и второй группах была соответственно $17,1 \pm 6,1$ и $17,4 \pm 5,7$ ($p=0,709$); нахождения в отделении реанимации – $2,75 \pm 1,4$ и $2,72 \pm 2,2$ ($p=0,909$); длительность послеоперационного периода – $13,2 \pm 5,4$ и $13,0 \pm 4,1$ ($p=0,736$) дня.

Ранние послеоперационные осложнения изучены в сроки госпитального периода и представлены в табл. 6. У одного больного могло быть несколько осложнений. У больных, оперированных off-pump, чаще возникала транзиторная ишемия миокарда, однако реже требовалось переливание крови. По остальным изучаемым признакам разницы не обнаружено.

Изучение летальности по группам проведено без учета отобранных больных. Представлены ежегодные и общие показатели (табл. 7).

В 2014 и 2015 году летальных исходов во второй группе не отмечено. Показатель летальности в группе больных с ИК (4,0%) оказался выше, чем в группе больных, оперированных на «работающем сердце» (2,7%). Однако эта разница статистически незначима.

Умение провести реваскуляризацию миокарда по технологии off-pump – признак опыта и мастерства кардиохирурга [10]. Треть кардиохирургов США не владеют операцией КШ off-pump, а 86% проводят менее 20 операций в год [11]. Доля КШ без ИК у больных ишемической болезнью сердца в РФ в 2017 сильно различается в зависимости от лечебного учреждения и в среднем составляет 22,3% [12]. Подобные данные приводятся в нашем исследовании, где доля КШ без ИК была 20,4%.

Таблица 6

Ранние послеоперационные осложнения госпитального периода

Осложнение	Группы больных				p
	1 группа (on-pump) n=98		2 группа (off-pump) n=41		
	абс. число	%	абс. число	%	
Инсульт	1	1,0	0	0	
Пароксизмы фибрилляции предсердий	10	10,2	5	9,8	0,621
Транзиторная ишемия миокарда	1	1,0	5	12,2	0,003
Пневмоторакс	1	1,0	1	2,4	0,560
Перикардит	8	8,2	2	4,8	0,371
Экссудативный плеврит	41	41,8	17	41,7	0,772
Анемия, требующая гемотрансфузии	35	35,7	8	19,5	0,017

Таблица 7

Ежегодная летальность у оперированных больных

Год	Всего больных						p
	1 группа On-pump			2 группа Off-pump			
	Оперировано	Умерло		Оперировано	Умерло		
		абс. число	%		абс. число	%	
2013	316	17	5,4	65	5	7.7	0,509
2014	377	13	3,4	20	0	0	
2015	203	3	1,5	56	0	0	
2016	99	7	7,1	62	2	3,2	0,530
2017 (6 мес.)	36	1	2,8	61	0	0	
Всего	1031	41	4,0	264	7	2,7	0,325

Летальность при использовании технологии off-pump в нашем исследовании составила 2,7%, а при on-pump – 4,0%. Подобные данные представлены в мета-анализе Derre et al. [13], куда включено 49 рандомизированных клинических работ, в которых представлены результаты лечения 16,718 больных. Не обнаружено разницы 30 – дневной летальности: для of-pump 1,8% - 4,8%, для on-pump 2,1% - 4,8%. Такое сопоставление данных позволяет говорить о достаточном опыте и технологическом обеспечении реваскуляризации миокарда в клинике.

В нашем ретроспективном исследовании проведено сопоставление двух выборок из групп больных, которым проведено КШ с применением различных технологий. Выборки получены случайно, что соответствует правилам рандомизации. Эти выборки составляли более 5% общего числа больных в группе, что позволяло провести статистический анализ. Специального отбора пациентов (пожилые, диабет, низкая фракция выброса), у которых доказано преимущество КШ без ИК, [4,5,14] мы

не проводили. Группы больных сопоставимы по основным клиническим признакам, сопутствующим заболеваниям и функциональному состоянию миокарда. Исключение составляют больные диабетом, которых было во второй группе на 48,8% больше, чем в первой ($p=0,001$).

КШ без ИК позволяет выполнить реваскуляризацию с использованием меньшего количества трансплантатов, что, вероятно, может привести к увеличению частоты периоперационной ишемии и инфаркта [2]. Это подтверждается нашими данными, где показано, что транзиторная ишемия миокарда у второй группы на 11,5% возникала чаще, чем у больных первой группы ($p=0,003$). Различия в группах состояло и в числе шунтируемых артерий. Безусловно, ИК позволяло безопасно проводить реваскуляризацию трех и более артерий. Статистической разницы в шунтировании двух артерий не обнаружено. Наверное, шунтирование двух сосудов, особенно бассейна левой коронарной артерии лучше выполнять на «работающем сердце», в том чис-

ле при поражении ствола левой коронарной артерии [15].

Одним из преимуществ off-pump является уменьшение повреждения миокарда, что отражается на послеоперационной фибрилляции предсердий [16]. В нашей работе необходимость дефибрилляции различалась на 1,4% ($p=0,552$), а частота фибрилляции предсердий в обеих группах была в пределах 10%; разница в 0,4% была статистически незначимой ($p=0,621$).

Манипуляции на аорте, чаще проводимые при проведении канюляции аорты приводят к увеличению частоты острых нарушений мозгового кровообращения. В мета-анализе 40 рандомизированных клинических исследований, где изучена частота инсульта у 15829 больных Kowalewski et al. [2] показал снижение инсульта у больных, оперированных без ИК на 28%. В нашей работе частота инсульта в группе on-pump составила 1,0%; случаев инсульта у больных второй группы не отмечено.

Одним из преимуществ «работающего сердца» является уменьшение послеоперационной кровопотери за счет уменьшения кровотечения из канюли и гемодилюционной составляющей ИК [17]. В нашем исследовании необходимость гемотрансфузий возникала на 16,2% чаще ($p=0,017$) у больных с ИК. В то же время разницы в частоте использования свежзамороженной плазмы в послеоперационный период не отмечено, что говорит об однонаправленном восстановлении коагуляции в обеих группах больных.

Важным преимуществом off-pump связано с сокращением нахождения в отделении интенсивной терапии, и продолжительностью пребывания в больнице и длительностью вентиляции легких [14,18]. В нашем исследовании различий в длительности лечения, в том числе в отделении интенсивной терапии, не отмечено. Вероятно, это связано с порядками оказания помощи в лечебном учреждении. Отсутствие различий длительности вентиляции связано и похожими хирургическими травмами при оперативном доступе и сопоставимой частотой послеоперационных осложнений; соответственно в первой и второй группах - пневмоторакс (1,0%; 1,0%, $p=0,560$), перикардит (8,2%; 4,8%, $p=0,371$) и экссудативный плеврит ($p=0,772$).

Другим преимуществом off-pump является снижение инотропной поддержки миокарда на 18%, что сообщается в работе Angelini GD et.al., 2002 [18]. Мы не обнаружили разницы инотропной поддержке. Данный факт требует дополнительного изучения.

Заключение

Таким образом, КШ на работающем сердце технически сложна, требует опыта и мастерства кардиохирурга и в интерпретации ближайше-

го послеоперационного периода и летальности сопоставима с КШ с использованием ИК. По некоторым показателям, таким как инсульт и необходимость гемотрансфузии КШ без ИК имеет преимущество. С другой стороны, неполная реваскуляризация при off-pump чаще приводит к транзиторной ишемии миокарда.

Число операций и оперирующих хирургов off-pump в мире уменьшается. Это затрудняет проводить дальнейшие исследования. Тем не менее, разработка малоинвазивных технологий, появление новых инструментов, уточнение показаний, а также совершенствование технического мастерства позволит увеличить долю этих вмешательств при хирургическом лечении больных ишемической болезнью сердца.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Список литературы:

1. Shroyer A.L., Grover F.L., Hattler B., Collins J.F., McDonal G.O., Kozora E. et al. Veterans Affairs Randomized On/Off Bypass (ROOBY) Study Group. On-pump versus off-pump coronary-artery bypass surgery. *N Engl J Med.* 2009;361:1827-37.
2. Houliand K., Kjeldsen B.J., Madsen S.N. et al. On-pump versus off-pump coronary artery bypass surgery in elderly patients: results from the Danish on-pump versus off-pump randomization study. *Circulation* 2012;125:2431-9.
3. Lamy A., Devereaux P.J., Prabhakaran D., Taggart D.P., Hu S., Paolasso E., et al. CORONARY Investigators. Effects of off-pump and on-pump coronary-artery bypass grafting at 1 year. *N Engl J Med.* 2013;368:1179-88.
4. Diegeler A., Börgermann J., Kappert U., Hilker M., Doenst T., Böning A., Albert M., Färber G., Holzhey D., Conradi L., Rieß F.C., Veeckmann P., Minorics C., Zacher M., Reents W. Five-Year Outcome After Off-Pump or On-Pump Coronary Artery Bypass Grafting in Elderly Patients. *Circulation.* 2019 Apr 16;139(16):1865-1871.
5. Huang K.C., Wu I.H., Chou N.K., Yang Y.Y., Lin L.C., Yu H.Y. et al. Late outcomes of off-pump versus on-pump coronary bypass in diabetic patients: a nationwide study from Taiwan. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2019;157:960-9.
6. Takagi H., Mizuno Y., Niwa M., Goto S.N., Umemoto T.; ALICE (All-Literature Investigation of Cardiovascular Evidence) Group. A meta-analysis of randomized trials for repeat revascularization following off-pump versus on-pump coronary artery bypass grafting. *Interact Cardiovasc Thorac Surg.* 2013 Nov;17(5):878-80.
7. Shroyer A.L., Hattler B., Wagner T.H., Collins J.F., Baltz J.H., Quin J.A., Almassi G.H., Kozora E., Bakaeen F., Cleveland J.C. Jr., Bishawi M., Grover F.L.; Veterans Affairs ROOBY-FS Group. Five-Year Outcomes After On-Pump and Off-Pump

Coronary-Artery Bypass. *N Engl J Med.* 2017 Aug 17;377(7):623-632.

8. Luo T., Ni Y. Short-term and Long-term Postoperative Safety of Off-Pump versus On-Pump Coronary Artery Bypass Grafting for Coronary Heart Disease: A Meta-analysis for Randomized Controlled Trials. *Thorac Cardiovasc Surg.* 2015 Jun;63(4):319-27.

9. Suarez-Pierre A., Crawford T.C., Fraser C.D. 3rd, Zhou X., Lui C., Taylor B., Wehberg K., Conte J.V., Whitman G.J., Salenger R.; MCSQI Collaborative. Off-pump coronary artery bypass in octogenarians: results of a statewide, matched comparison. *Gen Thorac Cardiovasc Surg.* 2019 Apr;67(4):355-362.

10. Шумков К.В., Лефтерова Н.П., Пак Н.Л., Какучая Т.Т., Смирнова Ю.Ю., Полунина А.Г. и др. Аортокоронарное шунтирование в условиях искусственного кровообращения и на работающем сердце: сравнительный анализ ближайших и отдаленных результатов и послеоперационных осложнений (нарушения ритма сердца, когнитивные и неврологические расстройства, реологические особенности и состояние системы гемостаза). *Креативная кардиология.* 2009;1:28-49.

11. Bakaeeen F.G., Shroyer A.L., Gammie J.S. et al. Trends in use of off-pump coronary artery bypass grafting: Results from the Society of Thoracic Surgeons Adult Cardiac Surgery database. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2014;148:856-53, 864-851.

12. Бокерия Л.А., Милевская Е.Б., Кудзоева З.Ф., Прянишников В.В. Сердечно-сосудистая хирургия – 2017. Болезни и врожденные аномалии системы кровообращения. М.: НМИЦССХ им. А.Н. Бакулева МЗ РФ;2018;27.

13. Deppe A.C., Arbash W., Kuhn E.W. et al. Current evidence of coronary artery bypass grafting off-pump versus onpump: a systematic review with meta-analysis of over 16,900 patients investigated in randomized controlled trials. *Eur J Cardiothorac Surg* 2016;49:1031-41.

14. Тунгусов Д.С., Кондратьев Д.А., Мотрева А.П., Исаев М.Н., Екимов С.С., Чернов И.И., Тарасов Д.Г. Сравнительная оценка медицинской и экономической эффективности двух методов коронарного шунтирования у пожилых пациентов: на работающем сердце без искусственного кровообращения и в условиях искусственного кровообращения. *Анналы хирургии,* 2014;4:13-14.

15. Желихажева М.В., Бабакулова Н.М., Ибрагимов Р.Г., Ключников И.В., Мерзляков В.Ю. Аортокоронарное шунтирование на работающем сердце при критическом поражении ствола левой коронарной артерии: безопасность, эффективность, результат. *Анналы хирургии* 2014;3:26-31.

16. Boning A., Diegeler A., Hilker M. et al. Preoperative atrial fibrillation and outcome

in patients undergoing on-pump or off-pump coronary bypass surgery: Lessons learned from the OPCABE trial. *Interact Cardiovasc Thorac Surg* 2015;20:74-8.

17. Lamy A., Devereaux P.J., Prabhakaran D. et al. Off-pump or on-pump coronary-artery bypass grafting at 30 days. *N Engl J Med* 2012;366:1489-97.

18. Angelini G.D., Taylor F.C., Reeves B.C., Ascione R. Early and midterm outcome after off-pump and on-pump surgery in Beating Heart Against Cardioplegic Arrest Studies (BHACAS 1 and 2): a pooled analysis of two randomised controlled trials. *Lancet.* 2002 Apr 6;359(9313):1194-9.

References

1. Shroyer A.L., Grover F.L., Hattler B., Collins J.F., McDonal G.O., Kozora E. et al. Veterans Affairs Randomized On/Off Bypass (ROOBY) Study Group. On-pump versus off-pump coronary-artery bypass surgery. *N Engl J Med.* 2009;361:1827-37.

2. Houlind K., Kjeldsen B.J., Madsen S.N. et al. On-pump versus off-pump coronary artery bypass surgery in elderly patients: results from the Danish on-pump versus off-pump randomization study. *Circulation* 2012;125:2431-9.

3. Lamy A., Devereaux P.J., Prabhakaran D., Taggart D.P., Hu S., Paolasso E., et al. CORONARY Investigators. Effects of off-pump and on-pump coronary-artery bypass grafting at 1 year. *N Engl J Med.* 2013;368:1179-88.

4. Diegeler A., Börgermann J., Kappert U., Hilker M., Doenst T., Böning A., Albert M., Färber G., Holzhey D., Conradi L., Rieß F.C., Veeckmann P., Minorics C., Zacher M., Reents W. Five-Year Outcome After Off-Pump or On-Pump Coronary Artery Bypass Grafting in Elderly Patients. *Circulation.* 2019 Apr 16;139(16):1865-1871.

5. Huang K.C., Wu I.H., Chou N.K., Yang Y.Y., Lin L.C., Yu H.Y. et al. Late outcomes of off-pump versus on-pump coronary bypass in diabetic patients: a nationwide study from Taiwan. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2019;157:960-9.

6. Takagi H., Mizuno Y., Niwa M., Goto S.N., Umemoto T.; ALICE (All-Literature Investigation of Cardiovascular Evidence) Group. A meta-analysis of randomized trials for repeat revascularization following off-pump versus on-pump coronary artery bypass grafting. *Interact Cardiovasc Thorac Surg.* 2013 Nov;17(5):878-80.

7. Shroyer A.L., Hattler B., Wagner T.H., Collins J.F., Baltz J.H., Quin J.A., Almassi G.H., Kozora E., Bakaeeen F., Cleveland J.C. Jr., Bishawi M., Grover F.L.; Veterans Affairs ROOBY-FS Group. Five-Year Outcomes After On-Pump and Off-Pump Coronary-Artery Bypass. *N Engl J Med.* 2017 Aug 17;377(7):623-632.

8. Luo T., Ni Y. Short-term and Long-term Postoperative Safety of Off-Pump versus On-Pump Coronary Artery Bypass Grafting for Coronary

Heart Disease: A Meta-analysis for Randomized Controlled Trials. *Thorac Cardiovasc Surg.* 2015 Jun;63(4):319-27.

9. Suarez-Pierre A., Crawford T.C., Fraser C.D. 3rd, Zhou X., Lui C., Taylor B., Wehberg K., Conte J.V., Whitman G.J., Salenger R.; MCSQI Collaborative. Off-pump coronary artery bypass in octogenarians: results of a statewide, matched comparison. *Gen Thorac Cardiovasc Surg.* 2019 Apr;67(4):355-362.

10. Shumkov K.V., Lefterova N.P., Pak N.L., Kakuchaya T.T., Smirnova Yu.Yu., Polunina A.G. et al. Coronary artery bypass grafting under extracorporeal circulation and on a beating heart: a comparative analysis of immediate and long-term results and postoperative complications (cardiac arrhythmias, cognitive and neurological disorders, rheological features and the state of the hemostasis system). *Creative cardiology.* 2009; 1: 28-49.

11. Bakaeen F.G., Shroyer A.L., Gammie J.S. et al. Trends in use of off-pump coronary artery bypass grafting: Results from the Society of Thoracic Surgeons Adult Cardiac Surgery database. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2014;148:856-53, 864-851.

12. Bockeria L.A., Milevskaya E.B, Kudzoeva Z.F., Pryanishnikov V.V. Cardiovascular Surgery - 2017. Diseases and congenital anomalies of the circulatory system. Moscow: NMITSSSH named after A.N. Bakulev Ministry of Health of the Russian Federation; 2018; 27.

13. Deppe A.C., Arbash W., Kuhn E.W. et al. Current evidence of coronary artery bypass grafting off-pump versus onpump: a systematic review with meta-analysis of over 16,900 patients investigated in randomized controlled trials. *Eur J Cardiothorac Surg* 2016;49:1031-41.

14. Tungusov D.S., Kondratyev D.A., Motreva A.P., Isaev M.N., Ekimov S.S., Chernov I.I., Tarasov D.G. Comparative assessment of the medical and economic efficiency of two methods of coronary artery bypass grafting in elderly patients: on a beating heart without artificial circulation and in conditions of artificial circulation. *Annals of Surgery*, 2014; 4: 13-14.

15. Zhelikhazheva M.V., Babakulova N.M., Ibragimov R.G., Klyuchnikov I.V., Merzlyakov V.Yu. Beating coronary artery bypass grafting in critical lesion of the left trunk of the coronary artery: safety, effectiveness, and results. *Annals of Surgery* 2014; 3: 26-31.

16. Boning A., Diegeler A., Hilker M. et al. Preoperative atrial fibrillation and outcome in patients undergoing on-pump or off-pump coronary bypass surgery: Lessons learned from the OPCABE trial. *Interact Cardiovasc Thorac Surg* 2015;20:74-8.

17. Lamy A., Devereaux P.J., Prabhakaran D. et al. Off-pump or on-pump coronary-artery bypass grafting at 30 days. *N Engl J Med* 2012;366:1489-97.

18. Angelini G.D., Taylor F.C., Reeves B.C., Ascione R. Early and midterm outcome after off-pump and on-pump surgery in Beating Heart Against Cardioplegic Arrest Studies (BHACAS 1 and 2): a pooled analysis of two randomised controlled trials. *Lancet.* 2002 Apr 6;359(9313):1194-9.

Контактные данные

Автор, ответственный за переписку: Хорев Николай Германович, д.м.н., профессор, заведующий кафедрой кардиологии и сердечно-сосудистой хирургии ФГБОУ «Алтайский государственный медицинский университет», г. Барнаул.

656038, г. Барнаул, пр. Ленина, 40.

Тел.: +79130211149

E-mail: xorev-ng@mail.ru

<https://orcid.org/0000-0002-2383-4214>

Ермолин Павел Александрович, к.м.н., врач сердечно-сосудистый хирург КХОН№1, КГБУЗ «Алтайский краевой кардиологический диспансер», г. Барнаул.

656055, г. Барнаул, ул. Малахова, д. 46.

Тел.: +79069403279

E-mail: pavelermolin2013@mail.ru

<https://orcid.org/0000-0002-4286-4021>

Сукманова Ирина Александровна д.м.н., профессор кафедры кардиологии и сердечно-сосудистой хирургии ФГБОУ «Алтайский государственный медицинский университет», г. Барнаул.

656038, г. Барнаул, пр. Ленина, 40.

Тел.: +79609440373

E-mail: vdovinai@yandex.ru

<https://orcid.org/0000-0001-8328-4050>

Щербakov Константин Юрьевич, врач сердечно-сосудистый хирург КХОН№1, КГБУЗ «Алтайский краевой кардиологический диспансер», г. Барнаул.

656055, г. Барнаул, ул. Малахова, д. 46.

Тел.: +79609520040

E-mail: sherbakov_75@bk.ru

<https://orcid.org/0000-0001-9666-4087>

Батаев Георгий Викторович, врач сердечно-сосудистый хирург КХОН№1, КГБУЗ «Алтайский краевой кардиологический диспансер», г. Барнаул.

656055, г. Барнаул, ул. Малахова, д. 46.

Тел.: +79619784898

E-mail: goga100792@gmail.ru

<https://orcid.org/0000-0002-1684-019X>

Нагуманов Рустам Маратович, врач сердечно-сосудистый хирург КХОН№1, КГБУЗ «Алтай-

ский краевой кардиологический диспансер»,
г. Барнаул.
656055, г. Барнаул, ул. Малахова, д. 46.
Тел.: +79132269613
E-mail: rustemdark@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0003-0511-4587>

Поступила в редакцию 15.08.2021

Принята к публикации 10.09.2021

Для цитирования: Хорев Н.Г., Ермолин
П.А., Сукманова И.А., Щербakov К.Ю., Батаев

Г.В., Нагуманов Р.М. Сравнительная оценка результатов реваскуляризации миокарда на работающем сердце. Бюллетень медицинской науки. 2021;3(23): 19–27.

Citation: Khorev N.G., Ermolin P.A., Sukmanova I.A., Shcherbakov K.Yu., Bataev G.V., Nagumanov R.M. Clinical trial of myocardial revascularization of the beating heart. Bulletin of Medical Science. 2021;3(23): 19–27. (In Russ.)