

## БЛИЖАЙШИЕ РЕЗУЛЬТАТЫ МИНИИНВАЗИВНОГО МНОЖЕСТВЕННОГО КОРОНАРНОГО ШУНТИРОВАНИЯ

Жбанов И.В., Киладзе И.З.\*, Урюжников В.В.,  
Мартirosян А.К., Шабалкин Б.В.

DOI: 10.25881/20728255\_2022\_17\_3\_23

ФГБНУ «РНЦХ им. академика Б.В. Петровского», Москва

**Резюме.** Обоснование: Коронарное шунтирование является золотым стандартом лечения ИБС. Хирургия в целом основана на стремлении оптимизировать ее результаты, что можно достигнуть минимизацией травматичности данной операции. А в особенности применение новых миниинвазивных методов предпочтительно при повышенном риске осложнений, связанных с искусственным кровообращением, стернотомией и манипуляциями на аорте.

Цель: сравнить ближайшие результаты пациентов, прооперированных по классической методике через срединную стернотомию, и пациентов, прооперированных через левостороннюю миниторакотомию, и выявить преимущества одного из метода на другом.

Материалы и методы: Исследуемую группу составили 90 больных, которым выполнили КШ через левостороннюю миниторакотомию (группа А). В контрольную группу В вошли 104 пациента после изолированного КШ через срединную стернотомию. Средний возраст пациентов составил 63,8±7,2 года в группе А и 59,9±8,1 года в группе В. Индекс массы тела в группе А составил 28,2±4,3 кг/м<sup>2</sup>, в группе В — 31,2±4 кг/м<sup>2</sup>. У всех больных диагностировали многососудистое поражение КА. ФИ ЛЖ составила 58,2±9,9% в группе А и 55,7±9,1% в группе В. В группе А 27,8% больных и 39,4% — в группе В ранее выполнили коронарную ангиопластику.

Результаты: Разница в длительности миниинвазивного (251±88 мин.) и традиционного (243±62,2 мин.) КШ была недостоверной. Большинство больных в обеих группах оперировали без ИК — 92,5% в группе А и 89,4% в группе В. Индекс ревазуляризации в исследуемых группах составил 2,6±0,9 и 3,1±0,85. Сложное и более длительное выделение двух ВГА через минидоступ на этапе освоения технологии MICS CABG объясняет реже выполнявшееся бимаммарное КШ в группе А (41,3%) в сравнении с группой В (71,1%, p<0,05). Как интраоперационная (283±92 мл против 527±172,2 мл), так и послеоперационная кровопотеря по дренажам (205±50 против 350±46 мл) была достоверно меньше в группе А. Пациентов после миниинвазивного КШ быстрее переводили на самостоятельное дыхание (среднее время ИВЛ 123±38,1 мин. против 274,4±62,8 мин. после традиционного КШ, p<0,05). При отсутствии достоверных различий в длительности пребывания в кардиореанимации, пациенты после миниинвазивного КШ быстрее возвращались домой (через 7,1±2,1 суток после операции против 8,5±2,2 суток в группе В, p<0,05).

Обсуждение: Полученные результаты показывают, что множественное КШ через левую миниторакотомию не сопровождается увеличением частоты периоперационных осложнений и ростом госпитальной летальности. Уже на этапе освоения таких операций становится очевидным, что технология MICS CABG у большинства пациентов не ограничивает необходимый объем операции, а по мере накопления опыта позволяет использовать две ВГА для достижения аутоартериальной ревазуляризации миокарда. Поражение ствола ЛКА, инвалидизированный миокард с умеренным снижением сократимости ЛЖ не исключают возможности выполнения КШ через миниторакотомию. В таких случаях всегда риск развития острой ишемии миокарда и тяжелых гемодинамических расстройств при дислокации сердца может быть устранён посредством применения периферического подключения ИК.

**Ключевые слова:** АКШ, коронарное шунтирование, левосторонняя миниторакотомия, бимаммарное коронарное шунтирование.

Современная миниинвазивная коронарная хирургия берёт своё начало с 1994 г., когда Benetti F.G сообщил о серии первых операций маммарокоронарного

### IMMEDIATE RESULTS OF MULTIPLE MINIMALLY INVASIVE CORONARY ARTERY BYPASS GRAFTING

Zhbanov I.V., Kiladze I.Z.\*, Uryuzhnikov V.V.,  
Martirosyan A.K., Shabalkin B.V.

B.V. Petrovsky Russian Research Center of Surgery, Moscow

**Abstract.** Rationale: CABG is the gold standard of treatment for coronary artery disease. Surgery as a whole is based on the desire to optimize its results, which can be achieved by minimizing the traumatism of this operation. And in particular, the use of new minimally invasive methods is preferable with an increased risk of complications associated with artificial blood circulation, sternotomy and manipulation on the aorta.

Objective: to compare the immediate results of patients operated according to the classical method through median sternotomy and patients operated through left-sided mini-thoracotomy, and to identify the advantages of one method over the other.

Methods: The study group consisted of 90 patients who underwent CABG via left-sided mini-thoracotomy (group A). Control group B included 104 patients after isolated CABG via median sternotomy. The average age of patients was 63,8±7,2 years in group A and 59,9±8,1 years in group B. The body mass index in group A was 28,2±4,3 kg/m<sup>2</sup> and in group B 31,2±4 kg/m<sup>2</sup>. All patients were diagnosed with multivessel CA lesion. The average left ventricular ejection fraction (LV EF) was 58,2±9,9% in group A and 55,7±9,1% in group B. In group A 27,8% patients and 39,4% in group B had previously performed coronary angioplasty.

Results: The difference in the average duration of minimally invasive (251±88 min) and traditional (243±62,2 min) CABG was unreliable. The majority of patients in both groups operated without CPB — 92,5% in group A and 89,4% in group B. The revascularization index in the study groups was 2,6±0,9 and 3,1±0,85. The complex and longer harvesting of two IMA through a mini-step at the stage of mastering MICS CABG technology explains the less frequently performed BIMA CABG in group A (41,3%) compared to group B (71,1%, p<0,05). Both intraoperative (283±92 ml vs. 527±172,2 ml) and postoperative drainage blood loss (205±50 vs. 350±46 ml) was significantly less in group A. Patients after minimally invasive CABG were more quickly transferred to independent breathing (mean ventilator time 123±38,1 min vs. 274,4±62,8 min after traditional CABG, p<0,05). In the absence of significant differences in the duration of stay in cardiac intensive care, patients returned home faster after minimally invasive CABG (7,1±2,1 days after surgery versus 8,5±2,2 days in group B, p<0,05).

Conclusion: The results obtained show that multiple CABG via left mini-thoracotomy is not accompanied by an increase in the frequency of perioperative complications and an increase in hospital mortality. Already at the stage of mastering such operations, it becomes obvious that MICS CABG technology in most patients does not limit the required volume of surgery, and as experience accumulates, it allows using two IMA to achieve autoarterial myocardial revascularization. Lesion LCA, a disabled myocardium with a moderate decrease in LV contractility do not exclude the possibility of performing CABG through a mini-thoracotomy. In such cases, there is always a risk of developing acute myocardial ischemia and severe hemodynamic disorders with dislocation of the heart can be eliminated through the use of peripheral CPB.

**Keywords:** CABG, left-sided mini-thoracotomy, BIMA CABG.

шунтирования передней нисходящей артерии (ПНА) без искусственного кровообращения (ИК) через левую миниторакотомию [1]. В 1996 г. результаты подобных

\* e-mail: i.kiladze@yandex.ru

операций представил Subramanian V.A. [2]. Начало следующего этапа миниинвазивной хирургии ИБС было положено McGinn J.T., который с 2005 г. начал выполнять множественное коронарное шунтирование (КШ) через аналогичный минидоступ и к 2014 г. имел опыт более 1000 подобных операций с хорошими ближайшими и отдаленными результатами [3]. В дальнейшем хирурги, освоившие и регулярно выполняющие миниинвазивное множественное КШ (MICS CABG), отметили высокую проходимость шунтов в отдаленном послеоперационном периоде, не уступающую традиционному КШ через стернотомию [4–7]. В ряде сообщений было указано на снижение частоты послеоперационных осложнений и, как следствие, сокращение времени пребывания пациентов в клинике после хирургического лечения [8–12]. Однако, до сих пор технология MICS CABG не нашла широкого применения и выполняется в небольшом числе клиник [3; 7]. Несмотря на доказанные преимущества КШ без ИК у определенной категории больных высокого риска [13; 14], доля его среди всех операций КШ остаётся весьма небольшой и не превышает 15–20% в Европе и США [15; 16]. Частота выполнения таких вмешательств через минидоступ и того многократно меньше. В чём причина столь сдержанного отношения к миниинвазивному КШ, при том, что ряд авторов указывают не только на его клиническую, но и экономическую эффективность [17–20]. В представленном исследовании мы постарались найти ответ на этот вопрос и провели анализ собственного начального опыта таких операций с оценкой их риска в сравнении с традиционной реваскуляризацией миокарда через транстернальный доступ.

## Материал и методы

Исследуемую группу составили 90 больных, которым в отделении хирургии ИБС РНЦХ им. академика Б.В. Петровского с 2018 по 2021 гг. выполнили КШ через левостороннюю миниторакотомию (группа А). В контрольную группу В, сформированную методом случайной выборки, вошли 104 пациента после изолированного КШ через срединную стернотомию.

Клинико-диагностическая характеристика оперированных больных представлена в таблице 1.

Средний возраст пациентов составил 63,8±7,2 года в группе А и 59,9±8,1 года в группе В, мужчин было большинство — 82,2% в группе А и 78,8% в группе В. Индекс массы тела в группе А составил 28,2±4,3 кг/м<sup>2</sup> и в группе В 31,2±4 кг/м<sup>2</sup>. На этапе освоения технологии MICS CABG мы старались не применять её у пациентов с лишним весом из-за возможных затруднений в обеспечении необходимой экспозиции целевых коронарных артерий (КА). Все больные страдали тяжелой стенокардией III–IV функционального класса CCS. Почти половина пациентов в каждой группе (48,9% и 49% соответственно в группах А и В), ранее перенесли Q-позитивный инфаркт миокарда (ИМ). У всех больных диагностировали многососудистое поражение КА. В группе В было достоверно больше па-

Табл. 1. Клинико-диагностическая характеристика пациентов

Показатель	Группа А (n-90)		Группа В (n-104)	
	абс, %		абс, %	
Возраст, лет, М±m	63,8±7,2		59,9±8,1	
Мужчины, n	74	82,2	82	78,8
ИМТ, кг/м <sup>2</sup>	28,2±4,3		31,2±4	
III–IV класс стенокардии CCS, n	90	100	102	98,1
Q-ИМ в анамнезе, n	44	48,9	51	49
Многососудистое поражение, n	90	100	104	100
Стеноз ствола ЛКА, n	36	40	78	75 *
Коронарная ангиопластика в анамнезе, n	25	27,8	41	39,4
ФИ ЛЖ, М±m	58,2±9,9		55,7±9,1	
КСО ЛЖ, мл, М±m	49,1±23,1		61,9±20,8	
КДО ЛЖ, мл, М±m	106,1±37,9		125,7±31,6	
Гипертоническая болезнь, n	78	86,7	101	97,1
Сахарный диабет, n	32	35,5	40	38,4
ХОБЛ, n	20	22,2	28	26,9
ХБП, n	17	18,9	22	21,1

Примечание: \* — p≤0,05.

циентов со стенозом ствола левой коронарной артерии (ЛКА) (75% против 40%, p<0,05), поскольку большинство из них мы оперировали через стернотомию, не исключая при этом у ряда таких больных возможности выполнения миниинвазивного КШ. Средняя фракция изгнания левого желудочка (ФИ ЛЖ) составила 58,2±9,9% в группе А и 55,7±9,1% в группе В. В группе А 27,8% больным и 39,4% — в группе В ранее выполнили коронарную ангиопластику. Достоверных различий в частоте таких сопутствующих заболеваний как гипертоническая болезнь (86,7% и 97,1% в группах А и В), сахарный диабет (35,5% и 38,4%), хроническая обструктивная болезнь легких (ХОБЛ) (22,2% и 26,9%) и хроническая болезнь почек (ХБП) (18,9% и 21,1%) мы не выявили.

## Результаты

При анализе результатов ближайшего послеоперационного периода мы оценивали следующие показатели:

- продолжительность операции;
- объем кровопотери во время и после операции;
- потребность в гемотрансфузии;
- средняя продолжительность искусственной вентиляции легких (ИВЛ);
- длительность пребывания пациента в кардиореанимации и в стационаре после операции.

Оценивали госпитальную летальность, её причины, а также частоту периоперационных осложнений:

- инфаркт миокарда;
- острая сердечная недостаточность (ОСН) без ИМ, требовавшая инотропной поддержки катехоламинами в дозе более 5 мкг/кг/мин.;
- нарушение оксигенирующей функции легких с развитием дыхательной недостаточности;

Табл. 2. Периоперационные показатели

Показатели	Группа А n-90		Группа В n-104	
	абс. %	абс. %	абс. %	абс. %
Длительность операции, мин, M±m	251±88		243±62,2	
КШ без ИК, n	83	92,5	93	89,4
КШ с ИК, n	7	7,5	11	10,5
Применение ВГА, n:	90	100	104	100
– одна ВГА, n	51	58,7	31	29,8*
– две ВГА, n	39	41,3	74	71,1*
Индекс ревааскуляризации, M±m	2,6±0,9		3,1±0,85	
Переход на стернотомию и ИК, n	2	2,5	–	
Интраоперационная кровопотеря, мл, M±m	283±92*		527±172,2*	
Кровопотеря после операции, мл	205±50*		350±46*	
ИВЛ после операции, мин, M±m	123±38,1*		274,4±62,8*	
Кол-во суток в кардиореанимации, сутки, M±m	1,1±0,5		1,5±0,27	
Кол-во суток в госпитале, сутки, M±m	7,1±2,1		8,5±2,2	

Примечание: \* —  $p \leq 0,05$ .

- кровотечение, требовавшее рестернотомии;
- неврологические осложнения (инсульт, транзиторная ишемическая атака, энцефалопатия);
- осложнений со стороны стернотомной раны (малая стернальная инфекция, медиастинит).

Количественные показатели операции и ближайшего послеоперационного периода представлены в таблице 2.

Разница в средней длительности миниинвазивного (251±88 мин.) и традиционного (243±62,2 мин.) КШ была недостоверной. Длительность операции в группе А обусловлена их продолжительностью в начальном периоде их освоения. Большинство больных в обеих группах оперировали без ИК — 92,5% в группе А и 89,4% в группе В. Миниинвазивное КШ в условиях ИК с его периферическим подключением выполнили 7 пациентам; основанием для его применения были снижение глобальной сократимости ЛЖ (ФИ<0,5) и поражение ствола ЛКА с тяжелой клиникой стенокардии IV функционального класса. Необходимость в переходе на стернотомию с последующим КШ в условиях ИК возникла дважды: в одном случае изменение плана операции было обусловлено гемодинамическими нарушениями при позиционировании сердца, в другом — глубоким, интрамиокардиальным расположением ПНА. Переход на стернотомию и подключение ИК у обоих пациентов не носили экстренного характера и не сопровождалась какими-либо осложнениями.

Индекс ревааскуляризации в исследуемых группах достоверно не различался и составил, соответственно, 2,6±0,9 и 3,1±0,85. У всех пациентов для шунтирования ПНА применяли ВГА. Сложное и более длительное выделение двух ВГА через минидоступ на этапе освоения технологии MICS CABG объясняет реже выполнявшееся бимаммарное КШ в группе А (41,3%) в сравнении с группой В (71,1%,  $p < 0,05$ ).

Как интраоперационная (283±92 мл против 527±172,2 мл), так и послеоперационная кровопотеря по

Табл. 3. Периоперационные осложнения и госпитальная летальность

Показатели	Группа А n-90		Группа В n-104	
	абс.	%	абс.	%
Инфаркт миокарда	0		0	
Острая сердечная недостаточность	0		5	4,8*
Кровотечение	–		2	1,9
Дыхательная недостаточность	2	2,2	6	5,7
Фибрилляция предсердий	5	5,5	7	6,7
Инсульт	0		1	0,9
Диффузная энцефалопатия	2	2,2	3	2,8
Малая инфекция послеоперационной раны	2	2,2	4	3,8
Медиастинит	0		2	1,9
Госпитальная летальность	0		0	

дренажам (205±50 мл против 350±46 мл) была достоверно меньше в группе А. Пациентов после миниинвазивного КШ быстрее переводили на самостоятельное дыхание (среднее время ИВЛ 123±38,1 мин. против 274,4±62,8 мин. после традиционного КШ,  $p < 0,05$ ). При отсутствии достоверных различий в длительности пребывания в кардиореанимации, пациенты после миниинвазивного КШ быстрее возвращались домой (через 7,1±2,1 суток после операции против 8,5±2,2 суток в группе В,  $p < 0,05$ ).

Структура периоперационных осложнений и госпитальная летальность представлены в таблице 3.

Количество осложнений было небольшим и вполне допустимым при современных высоких требованиях к уровню безопасности коронарной хирургии. Межгрупповых различий в частоте большинства из них мы не выявили. Следует отметить отсутствие периоперационных инфарктов миокарда в обеих группах.

Сердечная недостаточность после операции имела место только у 5 пациентов группы В с исходно выраженными нарушениями сократимости ЛЖ (ФИ<0,35) в силу чего их оперировали через стернотомию в условиях параллельного ИК. Среди пациентов, оперированных через минидоступ, столь значительной дисфункции ЛЖ перед операцией не было, никто из них не требовал кардиотонической поддержки во время и после хирургического вмешательства.

Достоверных различий в частоте развития фибрилляции предсердий, церебральных осложнений, послеоперационного кровотечения, требовавшего повторной операции, а также поверхностной раневой инфекции не было. В группе В медиастинит развился у 2 пациентов (1,9%), во второй группе сохранение целостности грудины исключало развитие этого осложнения.

Госпитальная летальность в каждой группе отсутствовала.

## Обсуждение

В настоящее время развитие миниинвазивных хирургических технологий является устойчивой тенденцией в кардиохирургии. Выполнение КШ без ИК через мало-травматичный минидоступ реализуется в ускоренную

реабилитацию и быстрое возвращение оперированных пациентов к привычному образу жизни, необходимой физической и социальной активности [3; 21]. В отличие от известной операции MIDCABG (изолированное маммарокоронарное ПНА через переднюю левую минитораотомию), технология MICS CABG позволяет выполнить множественное КШ, осуществить полную реваскуляризацию миокарда при многососудистом поражении коронарного русла. Несомненно, в сравнении с КШ через стернотомию это более сложная операция, которая на этапе освоения может быть связана с увеличением риска осложнений и госпитальной летальности. Вероятно, этим можно объяснить сдержанное отношение хирургов к ней на фоне безусловно высокого уровня безопасности традиционного КШ [13]. В то же время, ряд авторов говорит об отличных результатах миниинвазивной реваскуляризации миокарда, не уступающих КШ через стернотомию [7; 21; 22]. Мы также не отметили достоверных различий в большинстве периоперационных показателей, частоте осложнений при отсутствии летальности в раннем послеоперационном периоде. Более того, миниинвазивное КШ сопровождалось меньшей интраоперационной и дренажной кровопотерей, менее продолжительной ИВЛ и более коротким пребыванием пациентов в стационаре после операции. Большим плюсом этой операции является сохранение интактной грудины, что исключает развитие медиастинита и приводит к значительному сокращению реабилитационного периода [19; 22]. Следует отметить, что в нашем исследовании представлен анализ начального опыта применения технологии MICS CABG, который без сомнений является позитивным, что свидетельствует о быстром подъеме кривой обучения до уровня плато на базе достаточного опыта КШ без ИК через стернотомию.

На этапе освоения миниинвазивного КШ определенные технические трудности могут быть связаны с обеспечением адекватной визуализации операционного поля у пациентов с избыточной массой тела. Кроме того поначалу весьма непростым представляется выделение двух ВГА через левую минитораотомию. Однако, эти сложности временные и успешно преодолимы по мере накопления опыта таких операций. В то же время от миниинвазивного КШ следует отказаться при остром коронарном синдроме, интрамиокардиальном расположении ПНА, невозможности использования ЛВГА, ранее выполненных операциях на левой плевральной полости, плохой переносимости однологочной вентиляции легких [23]. С осторожностью мы применяем технологию MICS CABG у больных с инвалидизированным миокардом ЛЖ и поражением ствола ЛКА ввиду высокого риска гемодинамических нарушений, острой ишемии миокарда при манипуляциях на сердце и, как следствие, прогностически неблагоприятной конверсии. При выраженных нарушениях глобальной сократимости ЛЖ (ФИ<0,40) мы изначально планируем операцию через стернотомию в условиях параллельного ИК. При менее

значимой дисфункции ЛЖ (ФИ<0,50), выраженном стенозе ствола ЛКА и «удобной анатомии» целевых КА допускаем выполнение КШ через минидоступ с применением периферического ИК, что было успешно сделано у 7 пациентов.

Таким образом, полученные результаты показывают, что множественное КШ через левую минитораотомию не сопровождается увеличением частоты периоперационных осложнений и ростом госпитальной летальности. Уже на этапе освоения таких операций становится очевидным, что технология MICS CABG у большинства пациентов не ограничивает необходимый объем операции, а по мере накопления опыта позволяет использовать две ВГА для достижения аутоартериальной реваскуляризации миокарда. Поражение ствола ЛКА, инвалидизированный миокард с умеренным снижением сократимости ЛЖ не исключают возможности выполнения КШ через минитораотомию. В таких случаях всегда риск развития острой ишемии миокарда и тяжелых гемодинамических расстройств при дислокации сердца может быть устранен посредством применения периферического подключения ИК.

## Выводы

1. Выполнение множественного КШ через минитораотомию не приводит к увеличению его риска в сравнении с традиционной операцией через срединную стернотомию.
2. Определенными преимуществами миниинвазивного КШ являются меньшая периоперационная кровопотеря, менее длительная ИВЛ после операции и сокращение времени пребывания пациентов в стационаре после хирургического вмешательства.
3. Технология MICS CABG позволяет применять для множественного КШ как одну ВГА, традиционно сочетая ее с аутовенозными трансплантатами, так и две ВГА, выполняя различные варианты бимаммарного КШ.
4. У пациентов с высоким риском экстренной конверсии на стернотомию операция КШ может быть выполнена через минидоступ с использованием ИК с периферическим подключением.

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

## ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Benetti FJ, Ballester C. Use of thoracoscopy and a minimal thoracotomy, in mammary-coronarybypassleftanterioriordescendingartery,withoutextracorporeal circulation. Experience in 2 cases. J Cardiovasc Surg (Torino) .1995; 36(2): 159-61.
2. Subramanian VA. Clinical experience with minimally invasive reoperative coronary bypass surgery. Eur J Cardiothorac Surg. 1996; 10(12): 1058-62.
3. McGinn Joseph T, Usman S, Lapierre H, Pothula VR, Mesana TG, Ruel M. Minimally Invasive Coronary Artery Bypass Grafting. Circulation. 2009; 120(11): 78-S84.
4. Benedetto U, Angelini GD, Caputo M, Feldman DN, Kim LK, Lau C, et al. Off- vs. on-pump coronary artery bypass graft surgery on hospital outcomes in 134, 117 octogenarians. J Thorac Dis. 2017; 9(12): 5085-92.

5. Hoff SJ, Ball SK, Leacche M, Solenkova N, Umakanthan R, Petracek MR, et al. Results of completion arteriography after minimally invasive off-pump coronary artery bypass. *Ann Thorac Surg.* 2011; 91: 31-6.
6. Ruel M, Shariff MA, Lapierre H, Goyal N, Dennie C, Sadel SM, et al. Results of the minimally invasive coronary artery bypass grafting angiographic patency study. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2014; 147: 203-8.
7. Ruel M, Une D, Bonatti J, McGinn JT. Minimally invasive coronary artery bypass grafting: is it time for the robot? *Curr Opin Cardiol.* 2013; 28(6): 639-45.
8. Birla R, Patel P, Aresu G, Asimakopoulos G. Minimally invasive direct coronary artery bypass versus off-pump coronary surgery through sternotomy. *Ann R Coll Surg Engl.* 2013; 95(7): 481-485. doi: 10.1308/003588413X13629960047119.
9. Hirata N, Sawa Y, Takahashi T, Katoh H, Ohkubo N, Matsuda H. Is median sternotomy invasive? A comparison between minimally invasive direct coronary artery bypass and off-pump bypass. *Surg Today.* 2000; 30(6): 503-505. doi:10.1007/s005950070115.
10. Raja SG, Benedetto U, Alkizwini E, Gupta S, Amrani M, Harefield Cardiac Outcomes Research Group. Propensity Score Adjusted Comparison of MIDCAB Versus Full Sternotomy Left Anterior Descending Artery Revascularization. *Innov Phila Pa.* 2015; 10(3): 174-178. doi:10.1097/IMI.000000-0000000162 309.
11. Tekin Aİ, Arslan Ü. Perioperative outcomes in minimally invasive direct coronary artery bypass versus off-pump coronary artery bypass with sternotomy. *Wideochirurgia Inne Tech Maloinwazyjne Videosurgery Miniinwazyjne Tech.* 2017; 12(3): 285-290. doi:10.5114/wiitm.2017.67679.
12. Xu Y, Li Y, Bao W, Qiu S. MIDCAB versus off-pump CABG: Comparative study. *Hell J Cardiol HJC Hell Kardiologike Epitheorese.* Published online January 25, 2019. doi:10.1016/j.hjc.2018.12.004.
13. TSCoJafCAS. Coronary artery surgery results. [http://www.jacas.org/data/pdf/slide\\_2016\\_e.pdf](http://www.jacas.org/data/pdf/slide_2016_e.pdf). Japanese Association for Coronary Artery Surgery. 2016.
14. Saito A, Hirahara N, Motomura N, Miyata H, Takamoto S. Current status of cardiovascular surgery in Japan, 2013 and 2014: Areport based on the Japan Cardiovascular Surgery Database 3. Coronary artery bypass surgery. *Gen Thorac Cardiovasc Surg.* 2018; 66(1): 8-12.
15. Bakaeen FG, Kelly RF, Chu D, Jessen ME, Ward HB, Holman WL. Trends over time in the relative use and associated mortality of on-pump and off-pump coronary artery bypass grafting in the Veterans Affairs system. *JAMA Surg.* 2013; 148(11): 1031-6.
16. Beckmann A, Funkat AK, Lewandowski J, Frie M, Ernst M, Hekmat K, et al. German heart surgery report 2016: the annual updated registry of the german society for thoracic and cardiovascular surgery. *Thorac Cardiovasc Surg.* 2017; 65(7): 505-18.
17. Chan V, Lapierre H, Sohmer B, Mesana TG, Ruel M. Handsewn proximal anastomoses onto the ascending aorta through a small left thoracotomy during minimally invasive multivessel coronary artery bypass grafting: a stepwise approach to safety and reproducibility. *Semin Thorac Cardiovasc Surg* 2012; 24: 79-83.
18. Lapierre H, Chan V, Sohmer B, Mesana TG, Ruel M. Minimally invasive coronary artery bypass grafting via a small thoracotomy versus off-pump: a case-matched study. *Eur J Cardiothorac Surg.* 2011; 40(4): 804-10.
19. Зеньков А.А. Непосредственные и отдаленные результаты много-сосудистого мини-инвазивного коронарного шунтирования без за-трагивания аорты: исследование с урвненными группами пациентов. *Клин. и эксперимент. хир. Журн. им. акад. Б.В. Петровского.* — 2018. — №1. — С.10-20. [Ziankou AA. Early and late results of no-touch aorta multivessel minimally invasive coronary artery bypass grafting: a propensity score-matched study. *Clin. Experiment. Surg. Petrovsky J.* 2018; 1(19): 10-20. (In Russ).]
20. King RC, Reece TB, Hurst JL, et al. Minimally invasive coronary artery bypass grafting decreases hospital stay and cost. *Ann Surg.* 1997; 225(6): 805-9 [discussion: 809-11].
21. Lemma M, Atanasiou T, Contino M. Minimally invasive cardiac surgery-coronary artery bypass graft [Electronic resource]. *Multimed Man Cardio-Thoracic Surg.* URL: <http://mmcts.oxford-journals.org/content/2013/mmt007.full> (date of access November 2, 2017).
22. Nambiar P., Mittal C. Minimally invasive coronary bypass using internal thoracic arteries via a left minithoracotomy «the Nambiar Technique». *Innovations (Phila).* 2013; 8(6): 420-426. doi: 10.1097/IMI.0000000000000035.
23. Жбанов И.В., Киладзе И.З., Урюжников В.В., Шабалкин Б.В. Миниинвазивная коронарная хирургия //Кардиология и сердечно-сосудистая хирургия. 2019. — №12(5). — С. 377-385. [Zhbanov IV, Kiladze IZ, Uryuzhnikov VV, Shabalkin BV. Minimally invasive coronary artery bypass surgery. *Russ. Jour. of Card. and Cardiovasc. Surg. Kard. i serd.-sosud. khir.* 2019; 12(5): 377-385. (In Russ).] doi: 10.17116/kardio201912051377.