

© К.В. Шумков, 2018

УДК 616.132.2-089.168:616.12-089.8-78

К.В. Шумков

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИСХОДЫ ПОСЛЕ ОПЕРАЦИИ АОРТОКОРОНАРНОГО ШУНТИРОВАНИЯ НА РАБОТАЮЩЕМ СЕРДЦЕ И В УСЛОВИЯХ ИСКУССТВЕННОГО КРОВООБРАЩЕНИЯ. ПРЕИМУЩЕСТВА И НЕДОСТАТКИ МЕТОДИК, ПО ДАННЫМ РАНДОМИЗИРОВАННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр сердечно-сосудистой хирургии им. А.Н. Бакулева» (директор – академик РАН и РАМН Л.А. Бокерия) Минздрава России, Рублевское шоссе, 135, Москва, 121552, Российская Федерация

Шумков Константин Валерьевич, канд. мед. наук, сердечно-сосудистый хирург

Обзор посвящен актуальной проблеме – сравнительному анализу рандомизированных исследований по сопоставлению результатов аортокоронарного шунтирования у больных ишемической болезнью сердца в условиях искусственного кровообращения и на работающем сердце. Помимо анализа «первичных» точек – общей и кардиальной летальности, автор рассматривает сравнительные результаты в различных возрастных группах, при разных значениях индекса хрупкости, а также анализирует особенности нейрокогнитивного статуса и качества жизни.

Ключевые слова: аортокоронарное шунтирование; искусственное кровообращение; ишемическая болезнь сердца.

Для цитирования: Шумков К.В. Результаты и исходы после операции аортокоронарного шунтирования на работающем сердце и в условиях искусственного кровообращения. Преимущества и недостатки методик, по данным рандомизированных исследований. *Креативная кардиология*. 2018; 12 (1): 22–30. DOI: 10.24022/1997-3187-2018-12-1-22-30

Для корреспонденции: Голухова Елена Зеликовна, e-mail: egolukhova@yahoo.com

К. V. Shumkov

OUTCOMES AND RESULTS OF ON- AND OFF-PUMP CORONARY ARTERY BYPASS GRAFTING. ADVANTAGES AND DISADVANTAGES OF METHODS ACCORDING TO RANDOMIZED TRIALS DATA

Bakoulev National Medical Research Center for Cardiovascular Surgery of Ministry of Health of the Russian Federation, Rublevskoe shosse, 135, Moscow, 121552, Russian Federation

Shumkov Konstantin Valer'evich, Cand. Med. Sc., Cardiovascular Surgeon

The review is devoted to the actual problem – a comparative analysis of modern randomized trials comparing the results of on-pump and off-pump coronary artery bypass grafting in patients with stable ischemic heart disease. In addition to analyzing the “primary” end points – overall and cardiac mortality, the author considers the comparative results of neurocognitive impairments, quality of life, different age groups, fragile status and others.

Keywords: bypass grafting; on-pump; off-pump; ischemic heart disease.

For citation: Shumkov K.V. Outcomes and results of on- and off-pump coronary artery bypass grafting. Advantages and disadvantages of methods according to randomized trials data. *Creative Cardiology (Kreativnaya Kardiologiya)*. 2018; 12 (1): 22–30 (in Russ.). DOI: 10.24022/1997-3187-2018-12-1-22-30.

For correspondence: Golukhova Elena Zelikovna, e-mail: egolukhova@yahoo.com

Acknowledgements. The study had no sponsorship.

Conflict of interest. The author declares no conflict of interest.

Received November 15, 2017
Accepted November 20, 2017

Количество операций реваскуляризации миокарда, выполняемых в мире по методике OPCAB (off-pump coronary artery bypass), в среднем составляет порядка 27,9% от общего числа операций аортокоронарного шунтирования (АКШ) [1]. Предпосылкой к появлению данного метода хирургической коррекции поражения коронарных артерий явился постулат, что отказ от использования аппарата искусственного кровообращения (ИК) позволит снизить риски как самой операции АКШ в условиях ИК, так и сопряженных с ним осложнений.

Популяризация метода реваскуляризации миокарда на работающем сердце приходится на 90-е года прошлого столетия, хотя с момента сообщений о первых выполненных операциях прошло уже более 50 лет. На I Всемирном конгрессе по миниинвазивной реваскуляризации миокарда, который состоялся в 1997 г., была разработана принципиальная концепция данного метода, заключающаяся в уменьшении числа прогнозируемых осложнений, ускорении выздоровления пациента при обязательном условии сохранения эффективности и длительности лечебного эффекта. Первоначально попытки минимизировать стандартную процедуру реваскуляризации миокарда были сфокусированы на ограничении оперативного доступа (Port Access, MIDCAB (minimally invasive direct coronary artery bypass)) и использования только артериальных кондуитов *in situ* [2].

Однако техническая сложность MIDCAB, относительное (спорное) преимущество ограниченной торакотомии по сравнению со срединной стернотомией, привели к поиску более эффективных и легко воспроизводимых операций. В 1998 г. E. Jansen et al. расширили понятие миниинвазивной реваскуляризации. В определении, без сомнения, сохраняется полный отказ от ИК, но добавляется, что это могут быть операции реваскуляризации миокарда, выполняемые как из мини-торакотомии, так и срединной стернотомии. Объ-

ясняется эта позиция тем, что отказ от ИК обладает большим эффектом снижения «травматичности» по сравнению с используемым оперативным доступом. С этого момента операция реваскуляризации миокарда на работающем сердце с широким оперативным доступом получила название OPCAB или off-pump. На сегодняшний день это наиболее используемая (воспроизводимая) операция для хирургического лечения на работающем сердце больных ишемической болезнью сердца (ИБС) с многососудистым поражением коронарного русла [3].

Клиническая выгода отказа от ИК привлекала многих исследователей. Было опубликовано достаточное количество ретроспективных исследований, сообщающих о результатах применения OPCAB. ROOBY и датское исследование DOORS – наиболее известные рандомизированные исследования сравнения операций в условиях ИК и на работающем сердце [4, 5]. Однако ни одно из этих исследований не имело достаточной статистической мощности для точной оценки умеренно выраженных, но клинически значимых различий между группами относительно случаев смерти, инфаркта миокарда, инсульта или почечной недостаточности. Как показывает ряд менее крупных исследований, на исход специфического оперативного вмешательства могут влиять навыки участвующих в операции хирургов и уровень их квалификации, что особенно важно для оценки проведения операций на работающем сердце [6–9]. В представленных рандомизированных исследованиях квалификация и опыт оперирующих хирургов был существенно различен, что ставит под сомнения результаты, полученные в этих исследованиях.

Наиболее крупным исследованием, опубликованным на сегодняшний день, является CORONARY, включающее в себя 4752 пациента, рандомизированных относительно выполненного операционного пособия (в условиях ИК или на работаю-

шем сердце) [10]. Для сравнения: в ранее опубликованное исследование ROOBY было включено 2203 пациента [11, 12]. Датское рандомизированное исследование, посвященное сравнению операций в условиях ИК и на работающем сердце DOORS, включало 900 пациентов [4, 5]. Также были опубликованы результаты немецкого исследования выполнения АКШ на работающем сердце у больных пожилого возраста (GOPCABE), которое включало 2539 пациентов [13]. Все перечисленные выше исследования оценивали две конечные точки, первой из которых являлась суммарная частота случаев смерти, не фатального инсульта и не фатального инфаркта миокарда. Также в исследованиях анализировались случаи впервые возникшей почечной недостаточности, которые потребовали проведения диализа, в сроки через 30 дней и через 1 год после рандомизации. Однако ни в одном из этих ранее опубликованных исследований не сообщались данные об отдаленных результатах наблюдения. CORONARY является первым рандомизированным исследованием, представившим отдаленные результаты наблюдения больных после оперативного лечения ИБС в условиях ИК и на работающем сердце. Были представлены данные о частоте возникновения вторичной конечной точки, которая представляла собой совокупность частоты развития первичной конечной точки и случаев потребности в повторной реваскуляризации миокарда через 5 лет после проведенного вмешательства [10]. Экспертная комиссия анализировала все случаи наступления первичной конечной точки и рецидива стенокардии, не зная распределения пациентов по группам. По результатам заключения экспертной комиссии, исходы были включены в статистический анализ.

Для оценки качества жизни использовался европейский опросник, с помощью которого анализируют данные по 5 показателям (EQ-5D), а также визуальная аналоговая шкала EQ-5D [14, 15]. Шкала EQ-5D

охватывает диапазон от 0 до 1, при этом более высокие показатели свидетельствуют о лучшем качестве жизни. Визуальная аналоговая шкала EQ-5D охватывает диапазон от 0 до 100, при этом более высокие показатели также свидетельствуют о лучшем качестве жизни.

Для оценки нейрокогнитивных функций в исследовании CORONARY руководствовались принятыми нормализованными стандартами для оценки когнитивных нарушений сосудистого генеза, которые были выпущены совместно с Национальным институтом неврологических расстройств и инсульта Канадской сети по лечению инсульта (NINDS-CSN) [16]. Данный стандарт подразумевает использование трех тестов для оценки нейрокогнитивных функций: монреальская шкала оценки когнитивных функций [17], тест замены цифровых символов [18, 19] и часть В теста построения маршрута [20–22]. Показатели по монреальской шкале оценки когнитивных функций находятся в диапазоне от 0 до 30, при этом более высокие значения свидетельствуют о лучшей когнитивной функции пациента. Наименьший показатель теста замены цифровых символов равен 0, а верхний предел отсутствовал. Более высокие значения соответствовали лучшей когнитивной функции. Часть В теста построения маршрута представляет собой тест на время, в котором меньшее время, потраченное пациентом на задание (в секундах), свидетельствует о лучшей когнитивной функции. Оценка качества жизни и нейрокогнитивных функций изначально планировалась как обязательное условие для всех участников CORONARY, но на начальном этапе исследования были внесены поправки для облегчения набора участников в группы сравнения. Решение об оценке когнитивных функций пациентов после перенесенного оперативного вмешательства принималось на индивидуальной основе с учетом предрасположенности и приверженности пациентов к дальнейшему лечению и об-

следованию. Центры могли сами выбрать пациентов, которые с большей вероятностью могли вернуться в клинику для выполнения тестов в период наблюдения. Участие пациента в исследовании по оценке когнитивных функций принималось до рандомизации для исключения системных ошибок. Все тесты, применяемые для оценки качества жизни и нейрокогнитивных функций, проводились до оперативного вмешательства (до рандомизации), при выписке, через 30 дней и через 1 год после операции.

В конце 2016 г. были опубликованы данные рандомизированного исследования CORONARY, которое на сегодняшний день является первым и пока единственным исследованием, представляющим сравнение результатов операций реваскуляризации миокарда на работающем сердце и в условиях ИК за пятилетний период наблюдений [10]. Для оценки отдаленных результатов были проанализированы данные исследований, проведенных в 19 странах мира. Ранее были представлены и опубликованы предварительные данные, отображающие 30-дневные [23] и 1-годовые результаты исследования [24].

Для преодоления ограничений, выявленных в предыдущих исследованиях, в данном анализе были сопоставлены результаты, полученные из различных госпиталей, расположенных в разных странах мира. В исследовании принимали участия только опытные хирурги с соответствующей подготовкой. С этой целью использовался подход, основанный на квалификации хирурга: все хирургические пособия выполнялись хирургами, имеющими высокую квалификацию в конкретном типе операций, выполняемых пациентам. Хирург считался высококвалифицированным, если он имел стаж работы более 2 лет после специализации и выполнил более 100 операций по конкретной методике лечения ИБС (АКШ в условиях ИК и/или на работающем сердце). Хирурги, которые соответствовали данным критериям для каж-

дого типа операций, считались имеющими высокую квалификацию в обеих техниках и допускались к выполнению обоих типов операций АКШ в ходе исследования. Практиканты к выполнению операций в данном исследовании не допускались.

CORONARY — рандомизированное исследование со слепой экспертной оценкой исходов, в котором проводилось сравнение АКШ на работающем сердце и в условиях ИК. Первичной гипотезой исследования являлось то, что АКШ на работающем сердце будет сопряжено с меньшим количеством клинических осложнений в краткосрочной перспективе (30 дней), чем АКШ в условиях ИК, и что преимущества АКШ на работающем сердце будут сохраняться в долгосрочной перспективе (5 лет).

Все пациенты, включенные в исследование, нуждались в проведении изолированного АКШ со срединной стернотомией и имели один фактор риска или более (возраст 70 лет или более, заболевание периферических артерий, нарушение мозгового кровообращения, стеноз сонной артерии 70% и более от диаметра просвета сосуда или почечную недостаточность). Также в исследовании могли принять участие пациенты в возрасте 60–69 лет, если они имели по крайней мере один из следующих факторов риска: сахарный диабет, требующий лечения пероральными гипогликемическими препаратами или инсулином; необходимость экстренной реваскуляризации миокарда после острого коронарного синдрома; фракция выброса левого желудочка 35% или менее; курение в ближайшем анамнезе (менее 1 года до рандомизации). Пациенты в возрасте 55–59 лет могли принять участие в исследовании, если они имели по крайней мере два таких фактора риска. Всем пациентам необходимо было предоставить письменное информированное согласие на участие в исследовании.

Исходя из первичных опубликованных результатов исследования частота развития первичной конечной точки (суммы случаев смерти, инфаркта миокарда, инсульта или

впервые возникшей почечной недостаточности, требующей диализа) была сходной в двух группах через 30 дней. Частота ранней (менее 30 дней после рандомизации) повторной реваскуляризации миокарда (чрескожное коронарное вмешательство (ЧКВ) или АКШ) была выше в группе больных, оперированных на работающем сердце (33 (1,4%) пациента в группе вмешательства на работающем сердце по сравнению с 20 (0,8%) пациентами в группе вмешательства в условиях ИК; отношение рисков (ОР) 1,66; 95% доверительный интервал (ДИ) 0,95–2,89; $p=0,07$) [13]. Частота кровотечений, явлений дыхательной недостаточности и острого повреждения почек была ниже при АКШ на работающем сердце, чем при АКШ в условиях ИК [10].

При анализе полученных результатов через 1 год после проведенного вмешательства также не было получено значимых межгрупповых различий по частоте развития первичной конечной точки. Однако авторы исследования отмечают незначительное снижение когнитивных функций у пациентов, оперированных в условиях ИК, которое нивелировалось в течение года наблюдения. Указанные результаты не противоречат данным, полученным в исследовании ROOBY через 30 дней после операции, которые также не показали значимого различия в первичном исходе. Однако в исследовании ROOBY частота развития суммарной первичной конечной точки через 1 год после операции (смерть по любой причине, нефатальный инфаркт миокарда, повторная реваскуляризация миокарда) была выше при АКШ на работающем сердце, чем при АКШ в условиях ИК [11, 12].

Различия в полученных данных авторы исследования CORONARY связывают с количеством пациентов, принявших участие в исследованиях ROOBY и CORONARY и с широким диапазоном клиник, участвующих в последнем (в исследовании ROOBY были включены пациенты только из одной клиники). Также важ-

ным фактом в различии полученных результатов, по мнению авторов исследования, является более высокий уровень квалификации хирургов, допущенных к выполнению операций. В связи с этим авторы приводят данные о частоте случаев конверсии (перехода с АКШ на работающем сердце на АКШ с ИК) – 7,9%, что значительно ниже, чем в исследовании ROOBY (12,4%). Частота повторной реваскуляризации между 31 днем и 1 годом наблюдения также была ниже в исследовании CORONARY (0,7% в группе вмешательства на работающем сердце и 0,6% в группе вмешательства в условиях ИК в сравнении с 4,6 и 3,4% соответственно в исследовании ROOBY) [10].

При сравнении пациентов с высоким уровнем операционного риска частота развития первичной конечной точки в исследовании CORONARY была ниже в группе вмешательства на работающем сердце, чем в группе вмешательства в условиях ИК (11,5 и 13,2% соответственно; $p=0,08$), тогда как в исследовании ROOBY частота была ниже в группе вмешательства в условиях ИК (9,4% в группе вмешательства на работающем сердце в сравнении с 7,1% в группе вмешательства в ИК; $p=0,08$). Таким образом, авторы не исключают, что преимущества малоинвазивного вмешательства проявляются у пациентов с высоким хирургическим риском [25, 26].

Стоит отметить, что в исследовании CORONARY участники в среднем имели более высокий хирургический риск, чем пациенты в исследовании ROOBY, о чем свидетельствуют критерии отбора, исходные характеристики и 30-дневная летальность. В исследовании ROOBY 30-дневная летальность составляла 1,6% в группе вмешательства на работающем сердце и 1,2% в группе вмешательства в условиях ИК. В отличие от этого, 30-дневная летальность в исследовании CORONARY составила 2,5% в каждой группе. Пациенты в исследовании CORONARY были старше, чем в исследовании ROOBY (средний возраст 67,5 и 62,7 года соответственно), и боль-

шему числу больных в исследовании CORONARY требовалось проведение экстренного оперативного вмешательства (38,8% в сравнении с 15,2%) [11, 23]. Помимо этого, в исследование CORONARY было включено большее число пациентов женского пола в сравнении с исследованием ROOBY (19,2 и 0,5% соответственно), пациентов с поражением ствола левой коронарной артерии (21,5% против 0), а также пациентов с трехсосудистым поражением коронарных артерий (74,2% против 66,6). Кроме того, 44% пациентов в исследовании CORONARY принадлежали к южноазиатской или восточноазиатской этническим группам — популяциям, которые, как известно, имеют более «мелкие» (малого диаметра) коронарные артерии [27–29].

Вторичная конечная точка в исследовании CORONARY включала в себя: количество случаев летальных исходов, нефатального инсульта, нефатального инфаркта миокарда, нефатальной впервые возникшей почечной недостаточности, требующей диализа, а также повторной реваскуляризации миокарда (ЧКВ или АКШ) в конце исследования. В среднем через 4,8 года после рандомизации частота возникновения вторичной конечной точки в группе вмешательства на работающем сердце составила 23,1% (548 пациентов) и 23,6% (560 пациентов) в группе вмешательств в условиях ИК (отношение рисков при АКШ на работающем сердце 0,98; 95% ДИ 0,87–1,10; $p=0,72$) [10]. Не было выявлено различий в частоте повторной реваскуляризации миокарда (ЧКВ или АКШ), которая выполнялась 66 (2,8%) пациентам в группе вмешательства на работающем сердце и 55 пациентам (2,3%) в группе вмешательства в условиях ИК (отношение рисков 1,21; 95% ДИ 0,85–1,73; $p=0,29$). В каждой из сравниваемых групп частота ЧКВ, выполненного в связи с несостоятельностью кондукта, была сходной с частотой ЧКВ, обусловленного появлением новых гемодинамически значимых стенозов коронарных артерий, связанных с е-

стественным течением атеросклеротического процесса.

В конце исследования CORONARY был проведен экономический анализ затрат, сопряженных с каждым типом выполненных операций АКШ. На протяжении всего периода исследования отсутствовали значимые межгрупповые различия в средних затратах на одного пациента (15 107 долларов США в группе вмешательства на работающем сердце и 14 992 доллара США в группе вмешательства в условиях ИК; разница 115 долларов США; 95% ДИ –697–927 долларов США). Различия отсутствовали между группами в любой временной точке на протяжении всего периода исследования. Все затраты на лечение больных были скорректированы с учетом инфляции, а при расчетах применялось ежегодное индексирование затраченных сумм [10].

Оценка качества жизни на каждом этапе исследования после перенесенной операции АКШ показала, что при выписке из стационара наблюдалось незначительное ухудшение качества жизни в обеих группах, но за ним следовало резкое повышение установленного уровня у пациентов обеих групп через 30 дней. Высокие показатели качества жизни сохранялись до конца исследования в обеих группах. Следует отметить, что всего 2850 пациентов изначально согласились предоставить данные для дополнительного исследования качества жизни в послеоперационном периоде.

Кроме оценки качества жизни выполнялись тесты для оценки нейрокогнитивных функций до процедуры АКШ, при выписке, через 30 дней и через 1 год после вмешательства [23, 24]. Оценка нейрокогнитивного статуса не проводилась после 5-летнего периода наблюдения и не была включена в итоговый отчет.

Частота контрольной коронарографии в связи с возвратом стенокардии была сходной в двух группах (5,3% в группе больных, оперированных на работающем сердце и 4,8% в группе оперированных

в условиях ИК; отношение рисков 1,11; 95% ДИ 0,86–1,43; $p=0,43$). В большинстве случаев ангиография проводилась в связи с симптомами ишемии или подозрением на инфаркт миокарда. Частота рецидивирующей стенокардии также была сходной в двух группах (1,7% в группе вмешательства на работающем сердце и 1,6% в группе вмешательства в условиях ИК; отношение рисков 1,05; 95% ДИ 0,68–1,63; $p=0,81$).

Для оценки последовательности и достоверности полученных результатов в исследовании CORONARY был выполнен поиск значимых зависимостей между операцией АКШ и какими-либо переменными в исследуемых группах. Не было выявлено значимых зависимостей за исключением наличия у пациентов сахарного диабета. Через 4,8 года после рандомизации среди пациентов с сахарным диабетом вторичная конечная точка возникла в 22,7% случаев (250 пациентов) в группе вмешательств на работающем сердце и в 26,1% случаев (294 пациента) в группе вмешательства в условиях ИК (отношение рисков 0,85; 95% ДИ 0,72–1,01; $p=0,06$). Среди пациентов, не страдающих сахарным диабетом, эти показатели составили 23,4 и 21,3% случаев соответственно (отношение рисков 1,12; 95% ДИ 0,95–1,32; $p=0,19$) ($p=0,02$). Полученные результаты позволяют предположить существование зависимости между способом реваскуляризации миокарда (на работающем сердце или в условиях ИК) у пациентов с сахарным диабетом. Однако данная гипотеза должна рассматриваться с учетом того факта, что к настоящему времени ни в одном из других исследований не сообщалось об этом [30, 31].

Таким образом, в исследовании CORONARY через 4,8 года после оперативного вмешательства не было обнаружено значимых различий между группами по частоте наступления вторичной конечной точки. Не было обнаружено значимых различий между двумя техниками оперативного вмешательства относительно частоты ре-

цидива стенокардии, качества жизни и частоты повторной реваскуляризации миокарда (ЧКВ или АКШ). Суммарные затраты на лечение также не различались в обеих группах. Авторы исследования сравнивают полученные результаты с тремя небольшими исследованиями [32–34], которые включали 768 пациентов, со сроками наблюдения до 5 лет. В данных исследованиях также не было обнаружено значимых различий между двумя техниками операций. Стоит отметить, что в некоторых ранее опубликованных нерандомизированных исследованиях приводились данные о более низком уровне долгосрочной выживаемости пациентов при выполнении АКШ на работающем сердце [35, 36], а также более высокой частоте повторной реваскуляризации при данном типе операции [37]. На этом основании авторы данных исследований рекомендовали отказаться от операции АКШ на работающем сердце в пользу операции в условиях ИК [38, 39].

В связи с этим авторы рандомизированного исследования CORONARY еще раз подчеркивают, что в соответствии с полученными ими данными через 5 лет наблюдения отсутствовали значимые различия между двумя группами. Это утверждение справедливо как для пациентов с вынужденной конверсией во время операции на работающем сердце, так и с неполной реваскуляризацией миокарда [23].

В заключение необходимо отметить, что за прошедшие десятилетия накоплен большой опыт и фактический материал, который позволил детально изучить как ранние, так и отдаленные результаты рандомизированных исследований по оценке долговременной эффективности реваскуляризации миокарда. Обе методики доказали свое право на существование, опираясь на полноту и адекватность оперативного лечения, и являются одинаково эффективными и безопасными. И конечно же, для каждой из них найдутся свои пациенты. Главным аспектом в пользу выбора того или другого метода вмешатель-

ства остаются знание, терпение и опыт хирурга, что является неотъемлемым фактором успеха.

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов. Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Литература/References

1. 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 / Shumkov K.V., Lefterova N.P., Pak N.L., Kakuchaya T.T., Smirnova Yu.Yu., Polunina A.G. et al. Coronary artery bypass grafting in conditions of artificial circulation and on the working heart: comparative analysis of immediate and long-term results and postoperative complications (cardiac arrhythmias, cognitive and neurological disorders, rheological features and hemostatic system condition). *Creative Cardiology (Kreativnaya Kardiologiya)*. 2009; 1: 28–49 (in Russ.).
2. Calafiore M. et al. Minimally invasive coronary artery bypass grafting. *Ann. Thorac. Surg.* 1996; 6 (5): 1545–48.
3. Jansen E.W. et al. Coronary artery bypass grafting without cardiopulmonary bypass using the octopus method: results in the first one hundred patients. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 1998; 116 (1): 60–7.
4. 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.
5. Houliand K., Kjeldsen B.J., Madsen S.N. et al. The impact of avoiding cardiopulmonary by-pass during coronary artery bypass surgery in elderly patients: the Danish On-pump Off-pump Randomisation Study (DOORS). *Trials*. 2009; 10: 47.
6. Van der Linden W. Pitfalls in randomized surgical trials. *Surgery*. 1980; 87: 258–62.
7. Song H.K., Petersen R.J., Sharoni E., Guyton R.A., Puskas J.D. Safe evolution towards routine off-pump coronary artery bypass: negotiating the learning curve. *Eur. J. Cardiothorac. Surg.* 2003; 24: 947–52.
8. Brown P.P., Mack M.J., Simon A.W. et al. Comparing clinical outcomes in high-volume and low-volume off-pump coronary bypass operation programs. *Ann. Thorac. Surg.* 2001; 72: S1009–15.
9. Off-pump versus on-pump coronary bypass surgery. *N. Engl. J. Med.* 2004; 350: 1791–3.
10. Lamy A., Devereaux P.J., Prabhakaran D. et al. Five-Year Outcomes after Off-Pump or On-Pump Coronary-Artery Bypass Grafting. *N. Engl. J. Med.* 2016; 375: 2359–68.
11. Novitzky D., Shroyer A.L., Collins J.F. et al. A study design to assess the safety and efficacy of on-pump versus off-pump coronary bypass grafting: the ROOBY trial. *Clin. Trials*. 2007; 4: 81–91.
12. Shroyer A.L., Grover F.L., Hattler B. et al. On-pump versus off-pump coronary-artery bypass surgery. *N. Engl. J. Med.* 2009; 361: 1827–37.
13. Diegeler A., Börgermann J., Kappert U. et al. Off-pump versus on-pump coronary artery bypass grafting in elderly patients. *N. Engl. J. Med.* 2013; 368: 1189–98.
14. The EuroQol Group. EuroQol – a new facility for the measurement of health related quality of life. *Health Policy*. 1990; 16: 199–208.
15. Brooks R. EuroQol: the current state of play. *Health Policy*. 1996; 37: 53–72.
16. Hachinski V., Iadecola C., Petersen R.C. et al. National Institute of Neurological Disorders and Stroke-Canadian Stroke Network vascular cognitive impairment harmonization standards. *Stroke*. 2006; 37: 2220–41.
17. Nasreddine Z.S., Phillips N.A., Bédirian V. et al. The Montreal Cognitive Assessment, MoCA: a brief screening tool for mild cognitive impairment. *J. Am. Geriatr. Soc.* 2005; 53: 695–9.
18. Kaplan E., Fein D., Morris R., Delis D. The WAIS-R as a neuropsychological instrument. San Antonio, TX: Psychological Corporation; 1991.
19. Fontbonne A., Berr C., Ducimetière P., Alperovitch A. Changes in cognitive abilities over a 4-year period are unfavorably affected in elderly diabetic subjects: results of the Epidemiology of Vascular Aging Study. *Diabetes Care*. 2001; 24: 366–70.
20. Hochstenbach J.B., Anderson P.G., van Limbeek J., Mulder T.T. Is there a relation between neuropsychologic variables and quality of life after stroke? *Arch. Phys. Med. Rehabil.* 2001; 82: 1360–6.
21. Storandt M., Botwinick J., Danziger W.L., Berg L., Hughes C.P. Psychometric differentiation of mild senile dementia of the Alzheimer type. *Arch. Neurol.* 1984; 41: 497–9.
22. Larrabee G.J., Lergen J.W., Levin H.S. Sensitivity of age-decline resistant (“hold”) WAIS subtests to Alzheimer’s disease. *J. Clin. Exp. Neuropsychol.* 1985; 7: 497–504.
23. 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.
24. Lamy A., Devereaux P.J., Prabhakaran D. et al. Effects of Off-Pump and On-Pump Coronary-Artery Bypass Grafting at 1 Year. *N. Engl. J. Med.* 2013; 368: 1179–88.

25. Smith C.R., Leon M.B., Mack M.J. et al. Transcatheter versus surgical aortic-valve replacement in high-risk patients. *N. Engl. J. Med.* 2011; 364: 2187–98.
26. Kodali S.K., Williams M.R., Smith C.R. et al. Two-year outcomes after transcatheter or surgical aortic-valve replacement. *N. Engl. J. Med.* 2012; 366: 1686–95.
27. Makaryus A., Dhama B., Raince J. et al. Coronary artery diameter as a risk factor for acute coronary syndromes in Asian-Indians. *Am. J. Cardiol.* 2005; 96: 778–80.
28. Lip G.Y., Rathore V.S., Katira R., Watson R.D., Singh S.P. Do Indo-Asians have smaller coronary arteries? *Postgrad. Med. J.* 1999; 75: 463–6.
29. Dhawan J., Bray C.L. Are Asian coronary arteries smaller than Caucasian? A study on angiographic coronary artery size estimation during life. *Int. J. Cardiol.* 1995; 49: 267–9.
30. Head S.J., Davierwala P.M., Serruys P.W. et al. Coronary artery bypass grafting vs. percutaneous coronary intervention for patients with three-vessel disease: final five-year follow-up of the SYNTAX trial. *Eur. Heart J.* 2014; 35: 2821–30.
31. Farkouh M.E., Domanski M., Sleeper L.A. et al. Strategies for multivessel revascularization in patients with diabetes. *N. Engl. J. Med.* 2012; 367: 2375–84.
32. Van Dijk D., Spoor M., Hijman R. et al. Cognitive and cardiac outcomes 5 years after off-pump vs on-pump coronary artery bypass graft surgery. *JAMA.* 2007; 297: 701–8.
33. Hueb W., Lopes N.H., Pereira A.C. et al. Five-year follow-up of a randomized comparison between off-pump and on-pump stable multivessel coronary artery bypass grafting: the MASS III Trial. *Circulation.* 2010; 122 (Suppl.): S48–52.
34. Puskas J.D., Williams W.H., O'Donnell R. et al. Off-pump and on-pump coronary artery bypass grafting are associated with similar graft patency, myocardial ischemia, and freedom from reintervention: long-term follow-up of a randomized trial. *Ann. Thorac. Surg.* 2011; 91: 1836–42.
35. Kim J.B., Yun S.-C., Lim J.W. et al. Longterm survival following coronary artery bypass grafting: off-pump versus on-pump strategies. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2014; 63: 2280–8.
36. Alukayli M., Buth K., Legare J. Offpump CABG surgery is associated with a worse long term mortality than on-pump CABG: result from a randomized trial comparing grafting strategies. *Can. J. Cardiol.* 2015; 31: S110.
37. Hu S., Zheng Z., Yuan X. et al. Increasing long-term major vascular events and resource consumption in patients receiving off-pump coronary artery bypass: a singlecenter prospective observational study. *Circulation.* 2010; 121: 1800–8.
38. Lazar H.L. Should off-pump coronary artery bypass grafting be abandoned? *Circulation.* 2013; 128: 406–13.
39. Sabik J. Should off-pump CABG be abandoned? CTSNet. 2016. <http://www.ctsnet.org/article/should-pump-cabg-be-abandoned> (дата обращения/ accessed 17.08.2017).

Поступила 15.11.2017
Принята к печати 20.11.2017