



УДК 616-007-053.1

DOI 10.17802/2306-1278-2022-11-2-174-183

ONLINE

ОТДАЛЕННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ХИРУРГИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ ВРОЖДЕННЫХ ПОРОКОВ СЕРДЦА И ВОЗМОЖНЫЕ МЕХАНИЗМЫ ИХ УЛУЧШЕНИЯ

П.В. Лазарьков^{1,2}, Р.М. Шехмамetyev¹, А.С. Вронский^{1,2}, Ю.С. Синельников¹

¹ Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный центр сердечно-сосудистой хирургии имени С.Г. Суханова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, ул. Маршала Жукова, 35, Пермь, Российская Федерация, 614013; ² Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Пермский государственный медицинский университет имени академика Е.А. Вагнера» Министерства здравоохранения Российской Федерации, ул. Петровпавловская, 26, Пермь, Российская Федерация, 614990

Основные положения

• Врожденные пороки сердца встречаются у одного из ста новорожденных, причем треть этих детей нуждаются в корректирующих процедурах. Отмечена тенденция уменьшения смертности, связанная с достижениями в хирургическом лечении и периоперационном уходе. В популяции накапливается все больше пациентов с корригированными врожденными дефектами сердца. В статье оценены современное состояние отдаленных исходов коррекций врожденных пороков сердца и возможные механизмы улучшения поздних результатов по данным литературы.

Резюме

В статье проведен анализ зарубежной и отечественной литературы, посвященной отдаленным результатам хирургического лечения врожденных пороков сердца и возможным механизмам их улучшения. Глубина поиска – 20 лет. Критерии включения источников: доступ к полному тексту, оригинальные исследования и обзорные статьи. Критерии исключения: абстракты публикаций. Для обзора сформулированы следующие поисковые запросы на английском языке: late outcomes of corrections of congenital heart defects, на русском языке: «отдаленные результаты коррекции врожденных пороков сердца», «долгосрочные результаты коррекции врожденных пороков сердца». Поиск литературы выполнен в системах ScienceDirect, PubMed, «КиберЛенинка», eLIBRARY.ru. Анализ данных показал, что остаются спорными вопросы объема и длительности наблюдения пациентов, перенесших хирургическую коррекцию врожденных пороков сердца. В мировой и отечественной практике применяют современные цифровые технологии с целью дистанционного мониторинга больных. В России программы удаленного отслеживания состояния пациентов используют при таких социально значимых заболеваниях, как сахарный диабет, бронхиальная астма, а также для кардиологической реабилитации взрослых больных. Подобные программы для дистанционного наблюдения детей, перенесших хирургическую коррекцию врожденных патологий сердца, на сегодняшний день в нашей стране отсутствуют. Также актуальна проблема отдаленного контроля состояния детей после хирургического устранения врожденных дефектов сердца. Таким образом, необходимо создание комплексной универсальной системы удаленного мониторинга и ведения данной группы больных.

Ключевые слова Врожденный порок сердца • Отдаленные результаты

Поступила в редакцию: 29.01.2022; поступила после доработки: 03.05.2022; принята к печати: 08.06.2022

REVIEW OF LONG-TERM RESULTS AND POSSIBLE MECHANISMS OF THEIR IMPROVEMENT IN PATIENTS AFTER SURGICAL TREATMENT OF CONGENITAL HEART DEFECTS

P.V. Lazarkov^{1,2}, R.M. Shekhmametyev¹, A.S. Vronsky^{1,2}, Yu.S. Sinelnikov¹

¹ S.G. Sukhanov Federal Center for Cardiovascular Surgery, 35, Marshal Zhukov St., Perm, Russian Federation, 614013; ² State Budgetary Educational Institution of Higher Professional Training "Perm State Medical University named after Academician E.A. Wagner", the Ministry of Healthcare of the Russian Federation, 26, Petropavlovskaya St., Perm, Russian Federation, 614000

Для корреспонденции: Петр Владимирович Лазарьков, petr08@mail.ru; адрес: ул. Маршала Жукова, 35, Пермь, Россия, 614013

Corresponding author: Pyotr V. Lazarkov, petr08@mail.ru; адрес: 35, Marshal Zhukov St., Perm, Russian Federation, 614013

Highlights

• Congenital heart disease (CHD) is estimated to occur nearly in one per 100 newborns and a third of these babies are in need of corrective procedures. There is a downward trend in mortality associated with advances in surgical treatment and perioperative care. An increasing number of patients with corrected CHD are accumulating in the population. This article provides a literary review of the current state of long-term outcomes of CHD corrections and possible mechanisms for improving late outcomes.

Abstract

The article analyzes the literature on long-term results of surgical treatment of congenital heart defects and possible mechanisms for their improvement. The bibliographic method was used. The analysis of domestic and foreign literary sources with a search depth of 20 years is carried out. The criteria for including publications were: access to full-text publications, original research, scientific and review articles. Exclusion criteria: abstracts and summaries of publications. The following search queries were formulated for the review: in English: late outcomes of corrections of congenital heart defects, in Russian: long-term results of corrections of congenital heart defects, long-term results after corrections of congenital heart defects. The used search engines are Science Direct, PubMed, Cyberleninka, E-library. The analysis of the literary data showed that the volume and duration of patients' observation that underwent surgical correction of congenital heart defects remain controversial. In world and domestic practice modern digital technologies are used for the purpose of patients remote monitoring. Remote monitoring programs in the Russian Federation are used for such socially significant diseases as diabetes mellitus, bronchial asthma, as well as cardiac rehabilitation of adult patients. There are no similar programs for patients with congenital heart defects. There is a problem of patients remote monitoring after congenital heart defects surgical treatment. In Russia today there is no any comprehensive program for remote monitoring of children after congenital heart disease surgical correction. We believe that a universal remote monitoring system for managing this group of patients must be created.

Keywords

Congenital heart disease • Long-term results

Received: 29.01.2022; received in revised form: 03.05.2022; accepted: 08.06.2022

Список сокращений

ВПС – врожденный порок сердца	УМП – удаленный мониторинг пациентов
КЖ – качество жизни	ИКТ – информационно-коммуникационные технологии
ТФ – тетрада Фалло	

Введение

В настоящее время более 90% младенцев с врожденными пороками сердца (ВПС) доживают до зрелого возраста [1]. Многие выжившие после коррекции впоследствии сталкиваются с целым рядом ограничений, нуждаются в сложных вмешательствах и подвергаются повторным госпитализациям, что создает большую нагрузку на систему здравоохранения [2]. Данные лица подвержены риску значительных осложнений по мере взросления, включая сердечную недостаточность, нарушения ритма сердца, инсульты, отставание в физическом и нервно-психическом развитии, специфические проблемы, связанные с пороком [3, 4].

В мировой литературе все больше внимания уделяют оценке отдаленных результатов перенесенных операций по поводу врожденных пороков сердца [4, 5]. В отечественной литературе акцент

сделан на положительных краткосрочных показателях, но конечной целью лечения должно быть улучшение долгосрочного функционального состояния после хирургического лечения врожденных патологий сердца и сосудов [6].

В статье представлен обзор отечественной и зарубежной литературы с глубиной поиска 20 лет, посвященной отдаленным исходам хирургического лечения ВПС, а также анализ возможных механизмов улучшения поздних результатов.

Критерии включения источников: работы, посвященные отдаленным результатам коррекции ВПС (отсроченные кардиальные осложнения, физическое и нервно-психическое развитие после хирургического лечения); наличие доступа к полным текстам; тип исследований – оригинальные и обзорные.

Критерии исключения: абстракты публикаций.

Для обзора сформулированы следующие поисковые запросы на английском языке: late outcomes of corrections of congenital heart defects, remote monitoring of congenital heart defects; на русском языке: «поздние исходы коррекции врожденных пороков сердца», «долгосрочные результаты коррекции врожденных пороков сердца», «нервно-психическое и физическое развитие детей после хирургической коррекции ВПС», «дистанционный мониторинг и врожденные пороки сердца». Поиск литературы выполнен в системах ScienceDirect, PubMed, «КиберЛенинка», eLIBRARY.ru.

Поздние исходы коррекции врожденных пороков сердца

В обзоре авторов А.Н. Schultz и G. Wernovsky [6] отдаленные результаты разделены на две группы. Первая группа – общие: поздние летальные исходы; повторные вмешательства, не связанные с этапностью лечения; желудочковая дисфункция; сердечная недостаточность; нарушения ритма сердца и потребность в кардиостимуляции; эндокардит; ограничения в физической активности; нейрокогнитивные нарушения; влияние на качество жизни. Вторая группа – специфические поражения. Примером служат недостаточность на легочном клапане после хирургической коррекции тетрады Фалло (ТФ), дилатация неоаорты, пульмональные стенозы после артериального переключения, тромбозы межсистемных шунтов. Специфические осложнения многообразны, зависят от морфологии и физиологии конкретного врожденного порока сердца и выходят за рамки данного обзора.

Отдаленные исходы в отечественной литературе классифицированы на следующие группы: физическое, эмоциональное, социальное и психическое (умственное) здоровье [7]. Для анализа литературы, посвященной отдаленным исходам, мы выделили следующие, описанные ниже, группы.

Качество жизни

За последние четыре десятилетия число исследований по анализу качества жизни (КЖ) у лиц с ВПС выросло в геометрической прогрессии [8]. Несмотря на увеличение количества публикаций, данные остаются противоречивыми. Одни исследователи приближают КЖ к таковому у здоровых лиц [5, 9], другие обнаруживают снижение [10, 11].

Авторы ряда работ пришли к выводу, что такие показатели, как цианотические пороки, функциональный класс сердечной недостаточности и систолическая функция желудочков, влияют на КЖ [12]. В исследовании 2017 г. под руководством А. Neusch оценены различные хирургические стратегии при цианотических и ацианотических пороках, а также пороках с унивентрикулярной гемодинамикой [13]. Результаты показали, что самооценка детьми и под-

ростками КЖ не отражает различий, связанных с анатомическими и гемодинамическими изменениями, в той степени, в которой можно было бы ожидать. Также авторы продемонстрировали, что конкретная хирургическая техника в отдельности не позволяет прогнозировать КЖ в более позднем детстве и подростковом возрасте.

Доказано, что некоторые проблемы возникают только после выхода на работу или по мере взросления, когда влияние семьи ослабевает [13]. Несмотря на положительную самооценку пациентов, необходима специализированная психосоциальная поддержка, особенно больным после коррекции сложного порока сердца. Спорными остаются вопросы, связанные с определением влияния предикторов на КЖ, а также объема и способов оказания психосоциальной помощи [8].

Наряду с повышенным интересом к КЖ растет осознание важности контроля состояния здоровья, о котором сообщают пациенты. Кроме того, в различных кардиологических популяциях данные о динамике здоровья, предоставляемые больными, служат независимыми предикторами смертности [14].

Смертность

Смертность, связанная с ВПС, снижается в течение последних нескольких десятилетий почти во всех возрастных группах, особенно у детей до 5 лет [15]. При этом по данным исследования 2018 г., посвященного анализу выживаемости 35 998 пациентов, долгосрочная смертность после хирургического лечения врожденных пороков сердца повышена при всех формах порока. Выживаемость улучшилась с течением времени, особенно при тяжелых дефектах со значительными изменениями в стратегии лечения, но все еще отстает от общей популяции [16].

Несмотря на совершенствование тактики ведения больных, внедрение новых стандартов оказания помощи, в некоторых группах сохраняются высокие риски летальности: несбалансированный атриовентрикулярный канал – 11,7% [17], единый желудочек – 5%, шунт по Блелоку – Тауссиг – 11% [18], при атрезии легочной артерии с дефектом межжелудочковой перегородки после наложения шунта «легочная артерия – правый желудочек» – 6,6% [19].

Постоянно повышенный риск смерти после коррекции подчеркивает необходимость тщательного клинического мониторинга пациентов даже с самыми легкими поражениями [20]. Остаются спорными вопросы длительности и объема инструментальных методов диагностики, а также механизмов и вариантов реализации длительного мониторинга.

Повторные операции

Значительная часть пациентов нуждаются в повторной операции после первоначального или паллиативного лечения ВПС. Во многих случаях

эта потребность предсказуема, например при этапных реконструктивных коррекциях, установке кондута или протеза клапана у маленьких детей, требующих замены по мере роста ребенка, или биопротезов с ограниченным сроком службы. В других случаях повторная операция необходима при остаточных дефектах после первоначальной процедуры (например, митральная вальвулопластика после восстановления дефекта межпредсердной перегородки), для лечения поздних нарушений ритма (кардиостимуляторы при дисфункции синусового узла) или последствий хирургических стратегий (замена аортального клапана после артериального переключения, замена легочного клапана после хирургической коррекции ТФ) [19].

Сохраняется высокая частота дисфункций межсистемных шунтов, связанных с тромбозом протезов. Остаются высокими риски реопераций в группе пациентов с механическими клапанами сердца. По результатам однофакторного анализа больных с механическими клапанами выявлены предикторы повторных операций: молодой возраст, малый вес, использование клапанов 16-го, 17-го размеров [21].

Факторы, потенциально влияющие на потребность в реоперациях, требуют динамического наблюдения.

Желудочковая дисфункция

Пациенты после хирургической коррекции ВПС имеют различные степени желудочковой дисфункции и сердечной недостаточности. Данные состояния с высокой частотой встречаются среди больных с унивентрикулярной гемодинамикой после операции Фонтена [22]. Распространенность сердечной недостаточности достигает 20–30% после операции Сенинга и Мастарда, 32% – при врожденной корригированной транспозиции магистральных сосудов, 40% – в популяции пациентов с гемодинамикой единого желудочка сердца. По данным Г.А. Глазырина и соавт., после хирургического лечения ВПС через год первому функциональному классу по NYHA соответствуют 90% больных, а через 10 лет – только 56% [23]. Сердечная недостаточность в настоящее время признана ведущей причиной смертности, заболеваемости и госпитализации в структуре поздних осложнений [24]. Остаются сложности в комплексной оценке желудочковой функции у пациентов после операции Фонтена [22].

Нарушение ритма

Аритмии часто возникают на поздних сроках после операции по поводу ВПС. Остается дискуссионным вопрос частоты и длительности мониторинга сердечного ритма, с учетом данных разных авторов о возможном более позднем развитии нарушений (полной атриовентрикулярной блокады, тахикардий). Так, в работе L. Liberman и коллег, охватившей 18-летний период наблюдения,

отмечено развитие полной атриовентрикулярной блокады более чем через 6 лет после операции на «открытом» сердце [25].

Фибрилляция или трепетание предсердий часто встречаются после операции Фонтена, закрытия межпредсердного дефекта; дисфункция синусового узла – как правило, после обширной предсердной хирургии [26]. Желудочковые аритмии при более длительном наблюдении регистрируют у пациентов после хирургической коррекции ТФ [27]. Проблемой является аритмогенный потенциал хронической нагрузки давлением на правый желудочек в системе кровообращения после унивентрикулярной коррекции [28]. По данным исследований, потребность в имплантации электрокардиостимулятора в группе больных с заменой митрального клапана составляет 11% [29].

По данным отечественных авторов (Л.А. Бокерия и соавт.), наиболее часто в раннем послеоперационном периоде хирургической коррекции ВПС встречаются аритмии в виде желудочковой экстрасистолии различной степени выраженности, составляя 36% случаев в общей структуре послеоперационных аритмий. Суправентрикулярная экстрасистолия встречается в 29% случаев, различные виды наджелудочковых тахикардий – в 17%, атриовентрикулярной блокады разной степени – в 10% [10].

Эти данные могут свидетельствовать о необходимости пожизненного наблюдения пациентов, перенесших хирургическое лечение врожденных пороков сердца.

Инфекционный эндокардит

Риск развития эндокардита снижается с помощью корригирующей операции при септальных дефектах со сбросом слева направо при условии отсутствия остаточного шунта. Ни у одного больного после операции по поводу вторичного межпредсердного дефекта, изолированного межжелудочкового дефекта без остаточного шунта, открытого артериального протока или пульмонального стеноза не наблюдалось эндокардита. Однако риск появления эндокардита сохраняется у пациентов с аномальными клапанами, протезным материалом, остаточными шунтами и сложным ВПС [30]. Данный факт требует составления плана динамического наблюдения этих больных.

Физическая активность

Физическая нагрузка после хирургического лечения различных форм ВПС варьирует в зависимости от возможности полного восстановления по сравнению с паллиативным лечением, наличия остаточного шунта или клапанной дисфункции, а также состояния проводящей системы сердца. У пациентов со значительным межпредсердным дефектом физическая нагрузка и функция легких отклоняются от нормы до операции, но нормализуются к 10 годам

после вмешательства [31]. Больные с более сложными поражениями, включая ТФ, транспозицию магистральных сосудов и патологии, при которых выполняют операцию Фонтена, имеют разные физические возможности, на которые влияют ино- и хронотропные нарушения [32].

Во втором совместном исследовании NHS-2 92% пациентов с аортальным стенозом, 97% с пульмональным стенозом и 94% с межжелудочковыми дефектами были отнесены к I функциональному классу по NYHA. Данные отечественной литературы подчеркивают сохраняющееся низкое физическое функционирование у 33% больных после 3 лет наблюдения [7].

Нейрокогнитивные результаты

Влияние ВПС на нейроразвитие многофакторно и зависит от пред-, пери- и послеоперационных факторов риска [33, 34].

Среди больных, перенесших операцию по поводу сложной ВПС в неонатальном периоде или раннем младенчестве, средние показатели IQ, как правило, находятся в пределах нормы, но несколько ниже, чем в среднем по общей популяции [35]. В 2012 г. Американская ассоциация сердца совместно с Американской академией педиатрии опубликовали заявление в отношении нейрокогнитивных исходов у детей с ВПС. В заявлении эксперты признали, что дети с ВПС подвергаются повышенному риску когнитивных нарушений. Нейрокогнитивная и психосоциальная заболеваемость, связанная с ВПС, отрицательно влияет на образовательные достижения и КЖ многих больных [7, 34, 36]. Дети с ВПС могут испытывать задержки во всем спектре нервно-психического развития, включая моторную, когнитивную, языковую и поведенческую сферы. Как Американская ассоциация сердца, так и Американская академия педиатрии рекомендуют рутинное наблюдение, скрининг и оценку этой популяции высокого риска с целью раннего выявления и вмешательства для предотвращения задержки нервного-психического развития [33].

В отечественных исследованиях отмечена низкая приверженность диспансерному наблюдению детей после хирургических коррекций, в то же время выявлены неудовлетворительные отдаленные результаты в данной когорте. Основными причинами отдаленных неудовлетворительных результатов явились отсутствие адекватной диспансеризации в послеоперационном периоде, реканализация дефектов, остаточная легочная гипертензия, нарушения ритма сердца, гнойно-септические осложнения, остаточный стеноз легочной артерии [37].

С осознанием возможности развития поздних осложнений и их значимого влияния на долгосрочный результат в популяции пациентов, перенесших хирургическое лечение ВПС, возникает необходимость оптимизации комплексного ведения больных в постгоспитальном периоде.

Анализ возможных механизмов улучшения поздних результатов

В национальных клинических рекомендациях 2014 г. по ведению детей с ВПС отражены данные по послеоперационному наблюдению [38], которое ограничено разной доступностью амбулаторной помощи, отдаленностью регионов от специализированных центров, мерами, связанными с карантинными мероприятиями [39].

В мировой практике ведется работа в направлении мониторинга детей после хирургической коррекции синдрома гипоплазии левых отделов сердца, разработаны программы постгоспитального мониторинга пациентов, перенесших наложение межсистемных шунтов в качестве первого этапа паллиативных коррекций врожденных пороков сердца с обедненным легочным кровотоком и дуктус-зависимым легочным статусом [40]. N.S. Ghanayem и коллеги в 2003 г. впервые сообщили о внедрении межэтажного мониторинга путем домашнего наблюдения [41] и показали, что это улучшает выживаемость детей после первого этапа паллиативного лечения гипопластического синдрома левого сердца. Стратегии межэтажного наблюдения младенцев с гипопластическим синдромом левого сердца успешно применены для отслеживания состояния других межэтажных больных с одножелудочковой коррекцией [42].

На сегодняшний день в России отсутствует четкая структура постгоспитального ведения пациентов. Представлены отдельные работы по профилактике инфекционного эндокардита [43], совершенствованию диспансерного наблюдения, суть которых сводится к разработке алгоритмов и рекомендаций по периодичности осмотров кардиологом по месту жительства [37]. Таким образом, на наш взгляд, необходимо создание системы постгоспитального мониторинга больных ВПС с учетом особенностей каждой нозологической единицы.

Организация мониторинга

В мировой литературе представлено достаточное количество публикаций, целью которых являлась оценка автоматизации и цифровизации в системе здравоохранения [44].

Конечная цель указанных технологий – прецизионная медицина, направленная на индивидуализацию здравоохранения, при которой медицинские решения, методы лечения, практики или продукты адаптированы для конкретного пациента [44]. Основные компоненты таких программ: управление медицинскими данными (обработка электронных медицинских записей), система поддержки принятия решений (помогает в планировании диагностики и лечения), распределение и планирование ресурсов здравоохранения (планирование и управление персоналом и материальными ресурсами), дистанционный уход (удаленный мониторинг состояния здоровья

пациентов), а также композитные системы (комплексные решения по управлению здравоохранением) [45].

Примером решения проблемы дистанционного наблюдения может служить автоматизированная система удаленного мониторинга пациентов (УМП) на основе информационно-коммуникационных технологий (ИКТ), которая автоматически оповещает о времени приема лекарств и визитов в больницу. Также предусмотрена возможность внедрения других необходимых решений. В системе здравоохранения ИКТ способствуют доступности медицинских услуг в любое время и любом месте [46]. УМП включает сбор данных, в том числе показатели состояния здоровья, окружающей среды, и их передачу на основной сервер. Система УМП может помочь получить своевременную медицинскую помощь. Стремительное развитие ИКТ, высокоскоростного интернета и сенсорных сетевых технологий повышает доступность мониторинга состояния здоровья пациентов, проживающих в отдаленных районах, в режиме реального времени. Медицинские устройства и датчики, в том числе диагностические и визуализирующие, могут быть отнесены к «умным» девайсам, представляющим ядро УМК [47]. УМП может помочь медицинскому персоналу, медсестрам и/или лицам, осуществляющим уход, динамически и удаленно контролировать больных [48].

В отечественной практике программы дистанционного мониторинга используют при таких социально значимых заболеваниях, как сахарный диабет, бронхиальная астма, а также для кардиологической

реабилитации взрослых пациентов [49]. Подобные программы для пациентов с ВПС отсутствуют.

Заключение

С учетом развития хирургического и анестезиологического пособия повышается ранняя выживаемость пациентов, прооперированных по поводу врожденных пороков сердца. Актуальна проблема дальнейшего наблюдения за этими больными в условиях ограниченных ресурсов здравоохранения, а также ряда ограничительных мер. В России на сегодняшний день отсутствует комплексная программа дистанционного мониторинга детей после хирургической коррекции врожденных пороков сердца, однако имеется положительный опыт применения подобных систем у пациентов с сахарным диабетом, бронхиальной астмой, хронической сердечной недостаточностью. Таким образом, необходимо планирование и создание универсальной системы удаленного отслеживания состояния данной группы больных.

Конфликт интересов

П.В. Лазарьков заявляет об отсутствии конфликта интересов. Р.М. Шехмаматьев заявляет об отсутствии конфликта интересов. А.С. Вронский заявляет об отсутствии конфликта интересов. Ю.С. Синельников заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Финансирование

Авторы заявляют об отсутствии финансирования.

Информация об авторах

Лазарьков Петр Владимирович, врач – сердечно-сосудистый хирург кардиохирургического отделения № 4 федерального государственного бюджетного учреждения «Федеральный центр сердечно-сосудистой хирургии имени С.Г. Суханова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Пермь, Российская Федерация; аспирант кафедры хирургии с курсом сердечно-сосудистой хирургии и инвазивной кардиологии федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Пермский государственный медицинский университет имени академика Е.А. Вагнера» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Пермь, Российская Федерация; **ORCID** 0000-0001-7165-9134

Шехмаматьев Роман Маратович, врач – сердечно-сосудистый хирург, заведующий кардиохирургическим отделением № 4 федерального государственного бюджетного учреждения «Федеральный центр сердечно-сосудистой хирургии имени С.Г. Суханова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Пермь, Российская Федерация; **ORCID** 0000-0002-0601-1486

Вронский Алексей Сергеевич, врач – сердечно-сосудистый хирург кардиохирургического отделения № 2 федерального государственного бюджетного учреждения «Федеральный центр сердечно-сосудистой хирургии имени С.Г. Суханова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Пермь, Российская Федерация; аспирант 2-го года обучения по специальности сердечно-сосудистая

Author Information Form

Lazarkov Pyotr V., a cardiovascular surgeon at Cardiac Surgery Department No. 4, Federal State Budgetary Institution "Federal Center for Cardiovascular Surgery named after S.G. Sukhanov", the Ministry of Health of the Russian Federation, Perm, Russian Federation; a postgraduate student specializing in the course of cardiovascular surgery and invasive cardiology at the Department of Surgery, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Perm State Medical University named after Academician E.A. Wagner" Ministry of Health of the Russian Federation, Perm, Russian Federation; **ORCID** 0000-0001-7165-9134

Shekhmamyev Roman M., a cardiovascular surgeon, Head of Cardiac Surgery Department No. 4, the Federal State Budgetary Institution "Federal Center for Cardiovascular Surgery named after S.G. Sukhanov", the Ministry of Health of the Russian Federation, Perm, Russian Federation; **ORCID** 0000-0002-0601-1486

Vronsky Alexei S., a cardiovascular surgeon at Cardiac Surgery Department No. 2, Federal State Budgetary Institution "Federal Center for Cardiovascular Surgery named after S.G. Sukhanov", the Ministry of Health of the Russian Federation, Perm, Russian Federation; 2nd year postgraduate student specializing in cardiovascular surgery, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Perm State Medical

хирургия федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Пермский государственный медицинский университет имени академика Е.А. Вагнера» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Пермь, Российская Федерация; **ORCID** 0000-0002-0465-8964

Синельников Юрий Семенович, доктор медицинских наук врач – сердечно-сосудистый хирург, главный врач федерального государственного бюджетного учреждения «Федеральный центр сердечно-сосудистой хирургии имени С.Г. Суханова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Пермь, Российская Федерация; **ORCID** 0000-0002-6819-2980

University Academician E.A. Wagner", Ministry of Health of the Russian Federation, Perm, Russian Federation; **ORCID** 0000-0002-0465-8964

Sinelnikov Yuri S., PhD, a cardiovascular surgeon, Head Doctor, Federal State Budgetary Institution "Federal Center for Cardiovascular Surgery named after S.G. Sukhanov", the Ministry of Health of the Russian Federation, Perm, Russian Federation; **ORCID** 0000-0002-6819-2980

Вклад авторов в статью

ЛПВ – получение и анализ данных исследования, написание статьи, утверждение окончательной версии для публикации, полная ответственность за содержание

ШРМ – интерпретация данных исследования, написание статьи, утверждение окончательной версии для публикации, полная ответственность за содержание

ВАС – интерпретация данных исследования, написание статьи, утверждение окончательной версии для публикации, полная ответственность за содержание

СЮС – интерпретация данных исследования, написание статьи, утверждение окончательной версии для публикации, полная ответственность за содержание

Author Contribution Statement

LPV – data collection and analysis, manuscript writing, approval of the final version, fully responsible for the content

ShRM – data interpretation, manuscript writing, approval of the final version, fully responsible for the content

VAS – data interpretation, manuscript writing, approval of the final version, fully responsible for the content

SYuS – data interpretation, manuscript writing, approval of the final version, fully responsible for the content

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Moons P., Bovijn L., Budts W., Belmans A., Gewillig M. Temporal trends in survival to adulthood among patients born with congenital heart disease from 1970 to 1992 in Belgium. *Circulation*. 2010;122(22):2264-72. doi: 10.1161/CIRCULATIONAHA.110.946343.
2. A.R. Opatowsky, O.K. Siddiqi, G.D. Webb, Trends in hospitalizations for adults with congenital heart disease in the U.S. *J. Am. Coll. Cardiol.* 54 (2009) 460–467. doi: 10.1016/j.jacc.2009.04.037
3. Хайретдинова Т.Б., Хабибуллина А.Р., Шайбакова Л.Р., Онегов Д.В., Хабибуллин И.М. Нервно-психическое и физическое развитие детей раннего возраста после хирургической коррекции врожденных септальных пороков сердца. *Педиатрия. Журнал им. Г.Н. Сперанского*. 2012; 94(2):23-26
4. Amedro, P., Dorka, R., Moniotte, S., Guillaumont, S., Fraisse, A., Kreitmann, B., et al. (2015). Quality of life of children with congenital heart diseases: A multicenter controlled cross-sectional study. *Pediatric cardiology*, 36(8), 1588–1601. doi: 10.1007/s00246-015-1201-x
5. Opic, P., Roos-Hesselink, J. W., Cuypers, J. A., Witsenburg, M., van den Bosch, A., van Domburg, R. T., et al. (2016). Longitudinal development of psychopathology and subjective health status in CHD adults: A 30- to 43-year follow-up in a unique cohort. *Cardiology in the Young*, 26, 547–555. doi: 10.1017/S1047951115000700
6. Schultz A.H., Wernovsky G. Late outcomes in patients with surgically treated congenital heart disease. *Seminars in Thoracic and Cardiovascular Surgery: Pediatric Cardiac Surgery Annual*. 2005; 8(1); 145-156. doi: 10.1053/j.pcsu.2005.01.015
7. Л. Н. Игишева, А. А. Аникеев, С. А. Шмулевич, И. Н. Сизова К вопросу комплексной оценке здоровья детей, оперированных по поводу врожденных пороков сердца. 2019;8(4S):42-50. doi:10.17802/2306-1278-2019-8-4S-42-50
8. Bratt EL, Moons P. Forty years of quality-of-life research in congenital heart disease: Temporal trends in conceptual and methodological rigor. *Int J Cardiol* 2015;195:1-6. doi: 10.1016/j.ijcard.2015.05.070
9. Latal B., Helfricht S., Fischer J.E., Bauersfeld U., Landolt M.A. Psychological adjustment and quality of life in children and adolescents following open-heart surgery for congenital heart disease: a systematic review. *BMC Pediatr*. 2009;6. doi: 10.1186/1471-2431-9-6
10. Бокерия Л.А., Милюевская Е.Б., Крупянко С.М., Неведрова М.Н. Качество жизни детей и подростков после хирургического лечения врожденных пороков сердца. *Педиатрия. Журнал им. Г.Н. Сперанского*. 2015;94 (2): 31-37.
11. Аникеев А.А., Игишева Л.Н., Данильченко Я.В., Авдошкина Т.В. Социально-психологические особенности детей после радикальной коррекции врожденного порока сердца. *Сибирский журнал клинической и экспериментальной медицины*. 2020;35(3):59-66. doi:10.29001/2073-8552-2020-35-3-59-66
12. Fteropoulli T., Stygall J., Cullen S., Deanfield J., Newman S.P. Quality of life of adult congenital heart disease patients: a systematic review of the literature. *Cardiol Young*. 2013;23(4):473-85. doi: 10.1017/S1047951112002351.
13. Heusch A., Kahl H.J., Hensel K.O., Calaminus G. Health-related quality of life in paediatric patients with congenital heart defects: association with the type of heart defect and the surgical technique. *Qual Life Res*. 2017; 26(11):3111-3117. doi: 10.1007/s11136-017-1653-y.
14. Rumsfeld J.S., Alexander K.P., Goff D.C. Jr., Graham M.M., Ho P.M., Masoudi F.A., Moser D.K., Roger V.L., Slaughter M.S., Smolderen K.G., Spertus J.A., Sullivan M.D., Treat-Jacobson D., Zerwic J.J.; American Heart Association Council on Quality of Care and Outcomes Research, Council on Cardiovascular and Stroke Nursing, Council on Epidemiology and Prevention, Council on Peripheral Vascular Disease, and Stroke Council. Cardiovascular health: the importance of measuring patient-reported health status: a scientific statement from the American Heart Association. *Circulation*. 2013;127(22):2233-49. doi: 10.1161/CIR.0b013e3182949a2e.
15. Boneva R.S., Botto L.D., Moore C.A., Yang Q., Correa A., Erickson J.D. Mortality associated with congenital heart defects in the United States: trends and racial disparities, 1979-1997. *Circulation*. 2001;103(19):2376-81. doi: 10.1161/01.cir.103.19.2376.

16. Spector L.G., Menk J.S., Knight J.H., McCracken C., Thomas A.S., Vinocur J.M., Oster M.E., St Louis J.D., Moller J.H., Kochilas L. Trends in Long-Term Mortality After Congenital Heart Surgery. *J Am Coll Cardiol*. 2018; 71(21):2434-2446. doi: 10.1016/j.jacc.2018.03.491.
17. Buratto E., Ye X.T., King G., Shi W.Y., Weintraub R.G., d'Udekem Y., Brizard C.P., Konstantinov I.E. Long-term outcomes of single-ventricle palliation for unbalanced atrioventricular septal defects: Fontan survivors do better than previously thought. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2017;153(2):430-438. doi: 10.1016/j.jtcvs.2016.09.051
18. Alsoufi B., McCracken C., Kanter K., Shashidharan S., Kogon B. Current Results of Single Ventricle Palliation of Patients With Double Inlet Left Ventricle. *Ann Thorac Surg*. 2017;104(6):2064-2071. doi: 10.1016/j.athoracsur.2017.04.031.
19. Lenoir M., Pontailier M., Gaudin R., Gerelli S., Tamisier D., Bonnet D., Murtuza B., Vouhé P.R., Raïsky O. Outcomes of palliative right ventricle to pulmonary artery connection for pulmonary atresia with ventricular septal defect. *Eur J Cardiothorac Surg*. 2017;52(3):590-598. doi: 10.1093/ejcts/ezx194.
20. Mavroudis C., Deal B.J., Backer C.L. The beneficial effects of total cavopulmonary conversion and arrhythmia surgery for the failed Fontan. *Semin Thorac Cardiovasc Surg*. 2002;5:12-24, DOI: 10.1053/pcsu.2002.31489
21. Myers P.O., Mokashi S.A., Horgan E., Borisuk M., Mayer J.E. Jr., Del Nido P.J., Baird C.W. Outcomes after mechanical aortic valve replacement in children and young adults with congenital heart disease. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2019;157(1):329-340. doi: 10.1016/j.jtcvs.2018.08.077.
22. Roos-Hesselink J.W., Meijboom F.J., Spitaels S.E., Van Domburg R., Van Rijen E.H., Utens E.M., Bogers A.J., Simoons M.L. Outcome of patients after surgical closure of ventricular septal defect at young age: longitudinal follow-up of 22-34 years. *Eur Heart J*. 2004;25(12):1057-62. doi: 10.1016/j.ehj.2004.04.012.
23. Глазырина Г.А., Колядина Н.А., Сударева О.О., Васильева Е.И., Штеркель Л.М., Шапкина Т.А. Отдаленные последствия реконструктивных операций на сердце у детей. *Педиатрический вестник Южного Урала*. 2014;1-2:33-41
24. Diller G.P., Kempny A., Alonso-Gonzalez R., Swan L., Uebing A., Li W., Babu-Narayan S., Wort S.J., Dimopoulos K., Gatzoulis M.A. Survival Prospects and Circumstances of Death in Contemporary Adult Congenital Heart Disease Patients Under Follow-Up at a Large Tertiary Centre. *Circulation*. 2015;132(22):2118-25. doi: 10.1161/CIRCULATIONAHA.115.017202.
25. Liberman L., Pass R.H., Hordof A.J., Spotnitz H.M. Late onset of heart block after open heart surgery for congenital heart disease. *Pediatr Cardiol*. 2008;29(1):56-9. doi: 10.1007/s00246-007-9034-x
26. Gelatt M., Hamilton R.M., McCrindle B.W., Connelly M., Davis A., Harris L., Gow R.M., Williams W.G., Trusler G.A., Freedom R.M. Arrhythmia and mortality after the Mustard procedure: a 30-year single-center experience. *J Am Coll Cardiol*. 1997;29(1):194-201. doi: 10.1016/s0735-1097(96)00424-x.
27. Gatzoulis M.A., Balaji S., Webber S.A., Siu S.C., Hokanson J.S., Poile C., Rosenthal M., Nakazawa M., Moller J.H., Gillette P.C., Webb G.D., Redington A.N. Risk factors for arrhythmia and sudden cardiac death late after repair of tetralogy of Fallot: a multicentre study. *Lancet*. 2000;356(9234):975-81. doi: 10.1016/S0140-6736(00)02714-8.
28. Kammeraad J.A., van Deurzen C.H., Sreeram N., Bink-Boelkens M.T., Ottenkamp J., Helbing W.A., Lam J., Sobotka-Plojhar M.A., Daniels O., Balaji S. Predictors of sudden cardiac death after Mustard or Senning repair for transposition of the great arteries. *J Am Coll Cardiol*. 2004;44(5):1095-102. doi: 10.1016/j.jacc.2004.05.073
29. Alsoufi B., Manlhiot C., McCrindle B.W., Al-Halees Z., Sallehuddin A., Al-Oufi S., Saad E., Fadel B., Canver C.C. Results after mitral valve replacement with mechanical prostheses in young children. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2010;139(5):1189-96, 1196.e1-2. doi: 10.1016/j.jtcvs.2009.10.038.
30. Dajani A.S., Taubert K.A., Wilson W., Bolger A.F., Bayer A., Ferrieri P., Gewitz M.H., Shulman S.T., Nouri S., Newburger J.W., Hutto C., Pallasch T.J., Gage T.W., Levison M.E., Peter G., Zuccaro G. Jr. Prevention of bacterial endocarditis. Recommendations by the American Heart Association. *Circulation*. 1997;96(1):358-66. doi: 10.1161/01.cir.96.1.358.
31. Helber U., Baumann R., Seboldt H., Reinhard U., Hoffmeister H.M. Atrial septal defect in adults: cardiopulmonary exercise capacity before and 4 months and 10 years after defect closure. *J Am Coll Cardiol*. 1997;29(6):1345-50. doi: 10.1016/s0735-1097(97)00058-2.
32. Driscoll D.J., Durongpitsitkul K.: Exercise testing after the Fontan operation. *Pediatr Cardiol*. 1999;20:57-59. doi: 10.1007/s002469900397
33. Howell H.B., Zaccario M., Kazmi S.H., Desai P., Sklamberg F.E., Mally P. Neurodevelopmental outcomes of children with congenital heart disease: A review. *Curr Probl Pediatr Adolesc Health Care*. 2019;49(10):100685. doi: 10.1016/j.cppeds.2019.100685.
34. Пантелеева М. В., Князев А. В., Лобов М. А. Неврологические осложнения у детей с врожденными пороками сердца в предоперационном, интраоперационном и постоперационном периодах. *Альманах клинической медицины*. 2001;4:254-259.
35. Bellinger D.C., Wypij D., duPlessis A.J., Rappaport L.A., Jonas R.A., Wernovsky G., Newburger J.W. Neurodevelopmental status at eight years in children with dextro-transposition of the great arteries: the Boston Circulatory Arrest Trial. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2003;126(5):1385-96. doi: 10.1016/s0022-5223(03)00711-6.
36. Marino B.S., Lipkin P.H., Newburger J.W., Peacock G., Gerdes M., Gaynor J.W., Mussatto K.A., Uzark K., Goldberg C.S., Johnson W.H. Jr., Li J., Smith S.E., Bellinger D.C., Mahle W.T.; American Heart Association Congenital Heart Defects Committee, Council on Cardiovascular Disease in the Young, Council on Cardiovascular Nursing, and Stroke Council. Neurodevelopmental outcomes in children with congenital heart disease: evaluation and management: a scientific statement from the American Heart Association. *Circulation*. 2012;126(9):1143-72. doi: 10.1161/CIR.0b013e318265ee8a.
37. Горелик Н. В., Антоненко Ф. Ф., Мирошниченко В. А., Перельштейн Н. Н., Столина М. Л., Павлов А. В. Отдаленные результаты хирургического лечения врожденных пороков сердца у детей в Приморском крае. *Acta Biomedica Scientifica*. 2005;4: 107-112
38. Клинические рекомендации по ведению детей с врожденными пороками сердца. Под ред. Л.А. Бокерия. М.: НЦССХ им. А.Н. Бакулева; 2014.
39. Stephens E.H., Dearani J.A., Guleserian K.J., Overman D.M., Tweddell J.S., Backer C.L., Romano J.C., Bacha E. COVID-19: Crisis management in congenital heart surgery. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2020;160(2):522-528. doi: 10.1016/j.jtcvs.2020.04.006.
40. Nieves J.A., Rudd N.A., Dobrolet N. Home surveillance monitoring for high risk congenital heart newborns: Improving outcomes after single ventricle palliation - why, how & results. *Progress in Pediatric Cardiology*. 2018;48:14-25 doi:10.1016/j.ppedcard.2018.01.004
41. Ghanayem N.S., Hoffman G.M., Mussatto K.A., Cava J.R., Frommelt P.C., Rudd N.A., Steltzer M.M., Bevanic S.M., Frisbee S.S., Jaquiss R.D., Litwin S.B., Tweddell J.S. Home surveillance program prevents interstage mortality after the Norwood procedure. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2003;126(5):1367-77. doi: 10.1016/s0022-5223(03)00071-0.
42. Texter K., Davis J.A.M., Phelps C., Cheatham S., Cheatham J., Galantowicz M., Feltes T.F. Building a comprehensive team for the longitudinal care of single ventricle heart defects: Building blocks and initial results. *Congenit Heart Dis*. 2017;12(4):403-410. doi: 10.1111/chd.12459.
43. Бердовская А. Н., Максимович Н. А. Практические аспекты профилактики инфекционного эндокардита у детей с врожденными пороками сердца. *Журнал Гродненского государственного медицинского университета*. 2005;3(11): 171-173.
44. Mani N., Singh A., Nimmagadda S.L. An IoT Guided Healthcare Monitoring System for Managing Real-Time

Notifications by Fog Computing Services. *Procedia Computer Science*. 2020; 167: 850-859. doi: 10.1016/j.procs.2020.03.424

45. Annicchiarico R., Cortes U., Urdiales C., editors. *Agent technology and e-health, whitestein series in software agent technologies and autonomic computing*. Basel, Switzerland: Birkhauser Verlag; 2008.

46. Moraes J.L.C., Souza W.L., Pires L.F., Prado A.F. A methodology based on openEHR archetypes and software agents for developing e-health applications reusing legacy systems. *Comput Methods Programs Biomed*. 2016;134:267–87. doi: 10.1016/j.cmpb.2016.07.013

47. Islam S.M.R., Kwak D., Kabir H., Hossain M., Kwak K.-S.

The Internet of Things for health care: a comprehensive survey. *IEEE Access*. 2015; 3:678-708 doi: 10.1109/ACCESS.2015.2437951

48. Hassan M.K., El Desouky A.I., Elghamrawy S.M., Sarhan A.M. Intelligent hybrid remote patient-monitoring model with cloud-based framework for knowledge discovery. *Comput Electr Eng* 2018;70(70):1034–48. doi:10.1016/j.compeleceng.2018.02.032

49. Федяева В.К., Журавлев Н.И., Галеева Ж.А. Систематический обзор клинической эффективности наблюдения пациентов с сахарным диабетом с использованием индивидуальных глюкометров, обладающих функцией передачи измерений по GSM-каналу или через сеть Интернет. *Сахарный диабет*. 2019; 4: 328-335. doi: 10.14341/DM9941

REFERENCES

1. Moons P., Bovijn L., Budts W., Belmans A., Gewillig M. Temporal trends in survival to adulthood among patients born with congenital heart disease from 1970 to 1992 in Belgium. *Circulation*. 2010;122(22):2264-72. doi: 10.1161/CIRCULATIONAHA.110.946343.

2. A.R. Opatowsky, O.K. Siddiqi, G.D. Webb, Trends in hospitalizations for adults with congenital heart disease in the U.S. *J. Am. Coll. Cardiol*. 54 (2009) 460–467. doi: 10.1016/j.jacc.2009.04.037

3. Hayretdinova T.B., Habibullina A.R., SHaybakova L.R., Onegov D.V., Habibullin I.M.. Neuropsychic and physical development of young children after surgical correction of congenital septal heart malformations. *Pediatrics named after G.N. Speransky*. 2015; 94 (2) :23-26 (In Russian)

4. Amedro, P., Dorka, R., Moniotte, S., Guillaumont, S., Fraise, A., Kreitmann, B., et al. (2015). Quality of life of children with congenital heart diseases: A multicenter controlled cross-sectional study. *Pediatric cardiology*, 36(8), 1588–1601. doi: 10.1007/s00246-015-1201-x

5. Opic, P., Roos-Hesselink, J. W., Cuypers, J. A., Witsenburg, M., van den Bosch, A., van Domburg, R. T., et al. (2016). Longitudinal development of psychopathology and subjective health status in CHD adults: A 30- to 43-year follow-up in a unique cohort. *Cardiology in the Young*, 26, 547–555. doi: 10.1017/S1047951115000700

6. Schultz A.H., Wernovsky G. Late outcomes in patients with surgically treated congenital heart disease. *Seminars in Thoracic and Cardiovascular Surgery: Pediatric Cardiac Surgery Annual*. 2005; 8(1); 145-156. doi: 10.1053/j.pcsu.2005.01.015

7. Igisheva L.N., Anikeenko A.A., Shmulevich S.A., Sizova I.N. To the issue of the health comprehensive assessment of children who underwent surgical correction of congenital heart diseases. *Complex Issues of Cardiovascular Diseases*. 2019;8(4S):42-50. doi:10.17802/2306-1278-2019-8-4S-42-50 (In Russian)

8. Bratt EL, Moons P. Forty years of quality-of-life research in congenital heart disease: Temporal trends in conceptual and methodological rigor. *Int J Cardiol* 2015;195:1-6. doi: 10.1016/j.ijcard.2015.05.070

9. Latal B., Helfrich S., Fischer J.E., Bauersfeld U., Landolt M.A. Psychological adjustment and quality of life in children and adolescents following open-heart surgery for congenital heart disease: a systematic review. *BMC Pediatr*. 2009;6. doi: 10.1186/1471-2431-9-6

10. Bokeriya L.A., Milievsкая E.B., Krupyanko S.M., Nevedrova M.N.. Quality of life of teenagers after surgical treatment of congenital heart malformations. *Pediatrics named after G.N. Speransky*. 2015; 94 (2):31-37. (In Russian)

11. Anikeenko A.A., Igisheva L.N., Danilchenko Y.V., Avdushkina T.V. Social-psychological characteristics of children after radical correction of congenital heart disease. *The Siberian Journal of Clinical and Experimental Medicine*. 2020;35(3):59-66. (In Russian) doi:10.29001/2073-8552-2020-35-3-59-66

12. Fteropoulli T., Stygall J., Cullen S., Deanfield J., Newman S.P. Quality of life of adult congenital heart disease patients: a systematic review of the literature. *Cardiol Young*. 2013;23(4):473-85. doi: 10.1017/S1047951112002351.

13. Heusch A., Kahl H.J., Hensel K.O., Calaminus G. Health-related quality of life in paediatric patients with congenital

heart defects: association with the type of heart defect and the surgical technique. *Qual Life Res*. 2017; 26(11):3111-3117. doi: 10.1007/s11136-017-1653-y.

14. Rumsfeld J.S., Alexander K.P., Goff D.C. Jr., Graham M.M., Ho P.M., Masoudi F.A., Moser D.K., Roger V.L., Slaughter M.S., Smolderen K.G., Spertus J.A., Sullivan M.D., Treat-Jacobson D., Zerwic J.J.; American Heart Association Council on Quality of Care and Outcomes Research, Council on Cardiovascular and Stroke Nursing, Council on Epidemiology and Prevention, Council on Peripheral Vascular Disease, and Stroke Council. Cardiovascular health: the importance of measuring patient-reported health status: a scientific statement from the American Heart Association. *Circulation*. 2013;127(22):2233-49. doi: 10.1161/CIR.0b013e3182949a2e.

15. Boneva R.S., Botto L.D., Moore C.A., Yang Q., Correa A., Erickson J.D. Mortality associated with congenital heart defects in the United States: trends and racial disparities, 1979-1997. *Circulation*. 2001;103(19):2376-81. doi: 10.1161/01.cir.103.19.2376.

16. Spector L.G., Menk J.S., Knight J.H., McCracken C., Thomas A.S., Vinocur J.M., Oster M.E., St Louis J.D., Moller J.H., Kochilas L. Trends in Long-Term Mortality After Congenital Heart Surgery. *J Am Coll Cardiol*. 2018; 71(21):2434-2446. doi: 10.1016/j.jacc.2018.03.491.

17. Buratto E., Ye X.T., King G., Shi W.Y., Weintraub R.G., d'Udekem Y., Brizard C.P., Konstantinov I.E. Long-term outcomes of single-ventricle palliation for unbalanced atrioventricular septal defects: Fontan survivors do better than previously thought. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2017;153(2):430-438. doi: 10.1016/j.jtcvs.2016.09.051

18. Alsoufi B., McCracken C., Kanter K., Shashidharan S., Kogon B. Current Results of Single Ventricle Palliation of Patients With Double Inlet Left Ventricle. *Ann Thorac Surg*. 2017;104(6):2064-2071. doi: 10.1016/j.athoracsur.2017.04.031.

19. Lenoir M., Pontailier M., Gaudin R., Gerelli S., Tamisier D., Bonnet D., Murtuza B., Vouhé P.R., Raissy O. Outcomes of palliative right ventricle to pulmonary artery connection for pulmonary atresia with ventricular septal defect. *Eur J Cardiothorac Surg*. 2017;52(3):590-598. doi: 10.1093/ejcts/ezx194.

20. Mavroudis C., Deal B.J., Backer C.L. The beneficial effects of total cavopulmonary conversion and arrhythmia surgery for the failed Fontan. *Semin Thorac Cardiovasc Surg*. 2002;5:12-24, DOI: 10.1053/pcsu.2002.31489

21. Myers P.O., Mokashi S.A., Horgan E., Borisuk M., Mayer J.E. Jr., Del Nido P.J., Baird C.W. Outcomes after mechanical aortic valve replacement in children and young adults with congenital heart disease. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2019;157(1):329-340. doi: 10.1016/j.jtcvs.2018.08.077.

22. Roos-Hesselink J.W., Meijboom F.J., Spitaels S.E., Van Domburg R., Van Rijen E.H., Utens E.M., Bogers A.J., Simoons M.L. Outcome of patients after surgical closure of ventricular septal defect at young age: longitudinal follow-up of 22-34 years. *Eur Heart J*. 2004;25(12):1057-62. doi: 10.1016/j.ehj.2004.04.012.

23. Glazyrina G.A., Kolyadina N.A., Sudareva O.O., Vasilyeva E. I., Shterkel L. M., Shapkina T. A. Remote consequences of reconstructive operations on the heart of children. *Pediatric Bulletin of the Southern Urals*. 2014;1-2:33-41 (In Russian)

24. Diller G.P., Kempny A., Alonso-Gonzalez R., Swan L., Uebing A., Li W., Babu-Narayan S., Wort S.J., Dimopoulos K., Gatzoulis M.A. Survival Prospects and Circumstances of Death in Contemporary Adult Congenital Heart Disease Patients Under Follow-Up at a Large Tertiary Centre. *Circulation*. 2015;132(22):2118-25. doi: 10.1161/CIRCULATIONAHA.115.017202.
25. Liberman L., Pass R.H., Hordof A.J., Spotnitz H.M. Late onset of heart block after open heart surgery for congenital heart disease. *Pediatr Cardiol*. 2008;29(1):56-9. doi: 10.1007/s00246-007-9034-x
26. Gelatt M., Hamilton R.M., McCrindle B.W., Connelly M., Davis A., Harris L., Gow R.M., Williams W.G., Trusler G.A., Freedom R.M. Arrhythmia and mortality after the Mustard procedure: a 30-year single-center experience. *J Am Coll Cardiol*. 1997;29(1):194-201. doi: 10.1016/s0735-1097(96)00424-x.
27. Gatzoulis M.A., Balaji S., Webber S.A., Siu S.C., Hokanson J.S., Poile C., Rosenthal M., Nakazawa M., Moller J.H., Gillette P.C., Webb G.D., Redington A.N. Risk factors for arrhythmia and sudden cardiac death late after repair of tetralogy of Fallot: a multicentre study. *Lancet*. 2000;356(9234):975-81. doi: 10.1016/S0140-6736(00)02714-8.
28. Kammeraad J.A., van Deurzen C.H., Sreeram N., Bink-Boelkens M.T., Otenkamp J., Helbing W.A., Lam J., Sobotka-Plojhar M.A., Daniels O., Balaji S. Predictors of sudden cardiac death after Mustard or Senning repair for transposition of the great arteries. *J Am Coll Cardiol*. 2004;44(5):1095-102. doi: 10.1016/j.jacc.2004.05.073
29. Alsoufi B., Manlihot C., McCrindle B.W., Al-Halees Z., Sallehuddin A., Al-Oufi S., Saad E., Fadel B., Canver C.C. Results after mitral valve replacement with mechanical prostheses in young children. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2010;139(5):1189-96, 1196.e1-2. doi: 10.1016/j.jtcvs.2009.10.038.
30. Dajani A.S., Taubert K.A., Wilson W., Bolger A.F., Bayer A., Ferrieri P., Gewitz M.H., Shulman S.T., Nouri S., Newburger J.W., Hutto C., Pallasch T.J., Gage T.W., Levison M.E., Peter G., Zuccaro G. Jr. Prevention of bacterial endocarditis. Recommendations by the American Heart Association. *Circulation*. 1997;96(1):358-66. doi: 10.1161/01.cir.96.1.358.
31. Helber U., Baumann R., Seboldt H., Reinhard U., Hoffmeister H.M. Atrial septal defect in adults: cardiopulmonary exercise capacity before and 4 months and 10 years after defect closure. *J Am Coll Cardiol*. 1997;29(6):1345-50. doi: 10.1016/s0735-1097(97)00058-2.
32. Driscoll D.J., Durongpitsikul K.: Exercise testing after the Fontan operation. *Pediatr Cardiol*. 1999;20:57-59. doi: 10.1007 / s002469900397
33. Howell H.B., Zaccario M., Kazmi S.H., Desai P., Sklamberg F.E., Mally P. Neurodevelopmental outcomes of children with congenital heart disease: A review. *Curr Probl Pediatr Adolesc Health Care*. 2019;49(10):100685. doi: 10.1016/j.cppeds.2019.100685.
34. Panteleeva M. V., Knjazev A. V., Lobov M. A. Neurologicheskie oslozhenija u detej s vrozhdennymi porokami serdca v predoperacionnom, intraoperacionnom i postoperacionnom periodah. *Al'manah klinicheskoy mediciny*. 2001;4:254-2598 (In Russian)
35. Bellinger D.C., Wypij D., duPlessis A.J., Rappaport L.A., Jonas R.A., Wernovsky G., Newburger J.W. Neurodevelopmental status at eight years in children with dextro-transposition of the great arteries: the Boston Circulatory Arrest Trial. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2003;126(5):1385-96. doi: 10.1016/s0022-5223(03)00711-6.
36. Marino B.S., Lipkin P.H., Newburger J.W., Peacock G., Gerdes M., Gaynor J.W., Mussatto K.A., Uzark K., Goldberg C.S., Johnson W.H. Jr., Li J., Smith S.E., Bellinger D.C., Mahle W.T.; American Heart Association Congenital Heart Defects Committee, Council on Cardiovascular Disease in the Young, Council on Cardiovascular Nursing, and Stroke Council. Neurodevelopmental outcomes in children with congenital heart disease: evaluation and management: a scientific statement from the American Heart Association. *Circulation*. 2012;126(9):1143-72. doi: 10.1161/CIR.0b013e318265ee8a.
37. Gorelik N.V., Antonenko F.F., Miroshnichenko V.A., Perelshtejn N.N., Stolina M.L., Pavlov A.V. The remote results of surgical treatment of congenital heart diseases at children in Primorye territory. *Acta Biomedica Scientifica*. 2005;4: 107-112 (In Russian)
38. Klinicheskie rekomendacii po vedeniju detej s vrozhdennymi porokami serdca. Pod red. L.A. Bokerija. Moscow: NCSH im. A.N. Bakuleva; 2014. (In Russian)
39. Stephens E.H., Dearani J.A., Guleserian K.J., Overman D.M., Tweddell J.S., Backer C.L., Romano J.C., Bacha E. COVID-19: Crisis management in congenital heart surgery. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2020;160(2):522-528. doi: 10.1016/j.jtcvs.2020.04.006.
40. Nieves J.A., Rudd N.A., Dobrolet N. Home surveillance monitoring for high risk congenital heart newborns: Improving outcomes after single ventricle palliation - why, how & results. *Progress in Pediatric Cardiology*. 2018;48:14-25 doi:10.1016/j.ppedcard.2018.01.004
41. Ghanayem N.S., Hoffman G.M., Mussatto K.A., Cava J.R., Frommelt P.C., Rudd N.A., Steltzer M.M., Bevanic S.M., Frisbee S.S., Jaquiss R.D., Litwin S.B., Tweddell J.S. Home surveillance program prevents interstage mortality after the Norwood procedure. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2003;126(5):1367-77. doi: 10.1016/s0022-5223(03)00071-0.
42. Texter K., Davis J.A.M., Phelps C., Cheatham S., Cheatham J., Galantowicz M., Feltes T.F. Building a comprehensive team for the longitudinal care of single ventricle heart defects: Building blocks and initial results. *Congenit Heart Dis*. 2017;12(4):403-410. doi: 10.1111/chd.12459.
43. Berdovskaya A.N., Maksimovich N.A. The practical aspects of the prevention of infective endocarditis in children with congenital heart disease. *Journal of the Grodno State Medical University*. 2005;3 (11): 171-173. (In Russian)
44. Mani N., Singh A., Nimmagadda S.L. An IoT Guided Healthcare Monitoring System for Managing Real-Time Notifications by Fog Computing Services. *Procedia Computer Science*. 2020; 167: 850-859. doi: 10.1016/j.procs.2020.03.424
45. Annicchiarico R., Cortes U., Urdiales C., editors. Agent technology and e-health, whitestein series in software agent technologies and autonomic computing. Basel, Switzerland: Birkhauser Verlag; 2008.
46. Moraes J.L.C., Souza W.L., Pires L.F., Prado A.F. A methodology based on openEHR archetypes and software agents for developing e-health applications reusing legacy systems. *Comput Methods Programs Biomed*. 2016;134:267-87. doi: 10.1016/j.cmpb.2016.07.013
47. Islam S.M.R., Kwak D., Kabir H., Hossain M., Kwak K.-S. The Internet of Things for health care: a comprehensive survey. *IEEE Access*. 2015; 3:678-708 doi: 10.1109/ACCESS.2015.2437951
48. Hassan M.K., El Desouky A.I., Elghamrawy S.M., Sarhan A.M. Intelligent hybrid remote patient-monitoring model with cloud-based framework for knowledge discovery. *Comput Electr Eng* 2018;70(70):1034-48. doi:10.1016/j.compeleceng.2018.02.032
49. Fedyaeva V.K., Zhuravlev N.I., Galeeva Zh. A systematic review of the clinical effectiveness of monitoring patients with diabetes mellitus using individual blood glucose meters with function of transmitting measurements VIA GSM channel or via the Internet. 2019; 4: 328-335. doi: 10.14341/DM9941 (In Russian)

Для цитирования: Лазарьков П.В., Шехмамetyев Р.М., Вронский А.С., Синельников Ю.С. Отдаленные результаты хирургического лечения врожденных пороков сердца и возможные механизмы их улучшения. *Комплексные проблемы сердечно-сосудистых заболеваний*. 2022;11(2): 174-183. DOI: 10.17802/2306-1278-2022-11-2-174-183

To cite: Lazarkov P.V., Shekhmametyev R.M., Vronsky A.S., Sinelnikov Yu.S. Review of long-term results and possible mechanisms of their improvement in patients after surgical treatment of congenital heart defects. *Complex Issues of Cardiovascular Diseases*. 2022;11(2): 174-183. DOI: 10.17802/2306-1278-2022-11-2-174-183