



РЕЗУЛЬТАТЫ ЭНДОВАСКУЛЯРНОЙ И МИНИИНВАЗИВНОЙ КОРРЕКЦИИ И РЕМОДЕЛИРОВАНИЕ СЕРДЦА У ДЕТЕЙ С ДЕФЕКТОМ МЕЖПРЕДСЕРДНОЙ ПЕРЕГОРОДКИ

П.А. Шушпанников, И.К. Халивопуло, И.Ф. Шабаев, И.Н. Сизова, А.Ю. Омельченко, Р.С. Тарасов

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Научно-исследовательский институт комплексных проблем сердечно-сосудистых заболеваний», Сосновский бульвар, 6, Кемерово, Российская Федерация, 650002

Основные положения

- В статье проанализированы результаты эндоваскулярного и миниинвазивного вмешательств у детей с дефектом межпредсердной перегородки с последующей оценкой ремоделирования сердца.

ОРИГИНАЛЬНЫЕ
ИССЛЕДОВАНИЯ

Цель	Сравнить результаты и особенности ремоделирования сердца (РС) у детей после миниинвазивной и эндоваскулярной коррекции дефекта межпредсердной перегородки (ДМПП).
Материалы и методы	В исследование включены 60 детей с вторичным ДМПП, которым выполнены миниинвазивное или эндоваскулярное вмешательство с 2017 по 2020 г. Сформированы две группы по принципу копии-пар. Первая ($n = 30$) – дети после миниинвазивной операции, медиана возраста 5 [2; 12] лет; вторая ($n = 30$) – дети после эндоваскулярной коррекции, медиана возраста 5,5 [1,7; 13] года; $p > 0,05$. По полу, росту и массе тела группы также сопоставимы ($p > 0,05$). Отмечено различие между группами в диаметре ДМПП. В первой группе медиана размера ДМПП составила 14 [7; 30] мм, во второй – 11,5 [7; 22] мм. В ходе госпитализации оценивали следующие показатели: успех вмешательства, резидуальный шунт, госпитальные осложнения, функциональные показатели, характеризующие РС по данным эхокардиографии до и после коррекции порока в течение 3–4 мес.
Результаты	Всем детям успешно выполнено миниинвазивное и эндоваскулярное закрытие ДМПП в отсутствие резидуального шунта. Госпитальных и отдаленных осложнений ни в одной из групп не выявлено. Интраоперационная кровопотеря в первой группе, в которой во всех случаях требовалась гемотрансфузии, составила 50 [15; 100] мл, тогда как во второй группе кровопотеря не превысила 5 [5; 15] мл; $p = 0,001$. Отмечены существенные преимущества эндоваскулярной коррекции в сравнении с миниинвазивной по длительности пребывания в стационаре: 3 [3; 4] и 8 [6; 14] сут соответственно; $p = 0,001$. Продолжительность нахождения в отделении анестезиологии и реанимации составила 24 [3; 96] ч в группе миниинвазивного вмешательства, тогда как детям, перенесшим эндоваскулярную коррекцию, нахождение в данном отделении не требовалось; $p = 0,001$. В обеих исследуемых группах на протяжении 3–4 мес. наблюдения отмечена существенная динамика в виде уменьшения объемно-размерных показателей правых отделов сердца и возрастания объемно-размерных показателей левых отделов сердца.
Заключение	Миниинвазивная и эндоваскулярная хирургия – эффективные и безопасные виды коррекции ДМПП у детей с медианой возраста 5–5,5 года, положительно влияющие на ремоделирование сердца на протяжении 3–4 мес. наблюдения. В то же время показаны преимущества эндоваскулярного вмешательства в интраоперационной кровопотере и переливании компонентов крови, необходимости искусственной вентиляции легких и кровообращения, пребывании в отделении интенсивной терапии и длительности нахождения в стационаре.
Ключевые слова	Дефект межпредсердной перегородки • Эндоваскулярная коррекция • Миниинвазивная хирургия • Ремоделирование сердца

Поступила в редакцию: 03.03.2022; поступила после доработки: 22.04.2022; принята к печати: 12.05.2022

Для корреспонденции: Павел Андреевич Шушпанников, shushpa@kemcardio.ru; адрес: ул. Сосновский бульвар, 6, Кемерово, Россия, 650002

Corresponding author: Pavel A. Shushpannikov, shushpa@kemcardio.ru; address: 6, Sosonoviy Blvd., Kemerovo, Russian Federation, 650002

CARDIAC REMODELING AND OUTCOME AFTER ENDOVASCULAR AND MINIMALLY INVASIVE CLOSURE OF ATRIAL SEPTAL DEFECT IN CHILDREN

P.A. Shushpannikov, I.K. Halivopulo, I.F. Shabaev, I.N. Sizova, A.Yu. Omelchenko, R.S. Tarasov

Federal State Budgetary Institution "Research Institute for Complex Issues of Cardiovascular Diseases", 6, Sosonoviy Blvd., Kemerovo, Russian Federation, 650002

Highlights

- The article analyzes the features of cardiac remodeling and the outcomes of endovascular and minimally invasive closure of atrial septal defects in children.

Aim

To compare the features of cardiac remodeling (CR) and the outcomes of endovascular and minimally invasive closure of atrial septal defects (ASD) in children.

Methods

The study included 60 children with secundum ASD who underwent minimally invasive (MIC) or endovascular closure (EC) of ASD from the beginning of 2017 to the beginning of 2020. Patients were divided into two groups. The first group (n = 30) consisted of patients undergoing MIC, median age 5 years [2; 12], and the second group (n = 30) consisted of patients undergoing EC, median age 5.5 years [1.7; 13], $p > 0.05$. The groups were comparable in gender, height, and body weight ($p > 0.05$). The groups differed in the diameter of ASD. ASD defect size was 14 mm [7; 30] in the MIC group, and 11.5 mm [7; 22] in the EC group. The following indicators were assessed during hospital stay: the outcome of the intervention, residual shunt, hospital-acquired complications, and indicators that characterize CR before the procedure and 3–4 months after surgery.

Results

The analysis revealed that all children successfully underwent minimally invasive and endovascular closure of ASD (confirmed absence of residual shunt). Hospital-acquired and long-term complications were not detected. Data are presented as a median and percentile. In the MIC group all patients required blood transfusion, intraoperative blood loss was 50 mL [15; 100], while in the EC group the blood loss did not exceed 5 mL [5; 15], $p = 0.001$. EC was much more advantageous in terms of length of hospital stay (LoS) compared to MIC; in the MIC group LoS was 8 [6; 14] days, and in the EC group LoS was 3 [3; 4] days, $p = 0.001$. LoS in the Department of Anesthesiology and Intensive Care after MIC was 24 [3; 96] hours, while patients in the EC group did not need to be transferred to this Department, $p = 0.001$. In both groups, significant changes were observed during 3–4-month follow-up in the form of a decrease in the volumetric and dimensional parameters of the right chambers and simultaneous increase in the same parameters of the left chambers.

Conclusion

Minimally invasive and endovascular surgeries are effective and safe treatment modalities for ASD in children (median age of 5–5.5 years), which positively affect CR according to 3–4-month follow-up. At the same time, the advantages of EC regarding the intraoperative blood loss / blood transfusion, the need for mechanical ventilation, cardiopulmonary bypass, and LoS in the ICU and hospital are highlighted.

Keywords

Atrial septal defect • Endovascular closure • Minimally invasive closure • Cardiac remodeling

Received: 03.03.2022; received in revised form: 22.04.2022; accepted: 12.05.2022

Список сокращений

ВПС	– врожденный порок сердца	ПЖ	– правый желудочек
ДМПП	– дефект межпредсердной перегородки	ПП	– правое предсердие
ЛЖ	– левый желудочек	ЭхоКГ	– эхокардиография

Введение

Дефект межпредсердной перегородки (ДМПП) – врожденный порок сердца (ВПС) с шунтированием крови из левого предсердия в правое. По данным ряда авторов, составляет 5–15% всех ВПС и зани-

мает второе место по встречаемости после дефекта межжелудочковой перегородки [1]. Центральные септальные дефекты могут спонтанно закрываться в течение первого года жизни, поэтому, как правило, такие пациенты не являются кандидатами

на транскатетерную или хирургическую коррекцию порока. В случаях если у ребенка первого года жизни выявлена клинически значимая сердечная недостаточность на фоне гемодинамически значимого ДМПП, предпочтение отдают «открытой» операции.

Ранее основным методом лечения ДМПП было «открытое» вмешательство доступом через срединную стернотомию. Однако в последние десятилетия стали применять и малоинвазивные хирургические доступы (в том числе боковую миниторакотомию) для снижения операционной травмы и риска осложнений, ускорения процесса реабилитации и лучшего косметического эффекта [2]. Начиная с 1990-х гг. активно развиваются эндоваскулярные методы лечения ДМПП. С накоплением опыта эндоваскулярные вмешательства получили статус операций выбора для детей с изолированным ДМПП, доминируя над «открытыми» методами коррекции данного ВПС. В то же время необходимо признать и ряд ограничений для эндоваскулярного метода, которые не позволяют полностью отказаться от «открытой» хирургии. К ним можно отнести ДМПП большого размера, приводящий к несоответствию между размером необходимой системы доставки окклюдера и диаметром общей бедренной вены, что особенно актуально для детей первых лет жизни; сложная анатомия, которая включает дефицит краев, перфорированные аневризмы межпредсердной перегородки, что не всегда позволяет адекватно позиционировать окклюдер и эффективно устранить лево-правый сброс и может сопровождаться риском дислокации окклюдера.

В настоящее время соотношение «открытых» и транскатетерных методов коррекции изолированного ДМПП достигает 1:7. Устойчивая тенденция увеличения доли эндоваскулярного лечения изолированных ДМПП по отношению к хирургическому вмешательству характерна для последних двух десятилетий. Эти изменения отражены и в клинических рекомендациях, согласно которым транскатетерная окклюзия ДМПП – операция выбора [3]. Целесообразность выполнения коррекции ДМПП детям первых лет жизни остается не до конца решенным вопросом. Некоторые авторы считают, что лечение ДМПП показано детям старше трех лет [4]. Другие убеждены в том, что закрытие асимптомного ДМПП можно отложить до возраста 2–4 или даже 4–6 лет [5]. В российских клинических рекомендациях по лечению детей с ВПС под редакцией Л.А. Бокерии также эндоваскулярное лечение ДМПП не показано детям раннего возраста [6]. С другой стороны, в литературе представлены исследования, результаты которых свидетельствуют о том, что у детей без ранней коррекции ДМПП в старшем возрасте более выражены и устойчивы изменения структурно-функциональных показателей сердца [7].

В этой связи крайне важно изучение ремоделирования сердца, представляющего совокупность процессов, проявляющихся изменением размеров, формы и функции сердца после операции [8]. По данным литературы, обратное ремоделирование сердца вследствие эндоваскулярной или хирургической коррекции порока сердца может наблюдаться уже в раннем послеоперационном периоде [9]. В то же время в литературе имеется ограниченный объем данных, касающихся изучения процессов ремоделирования сердца у детей с ДМПП при использовании эндоваскулярных и хирургических методов коррекции. При этом исследования, включающие сопоставление эффективности и обоснованности малоинвазивных хирургических и транскатетерных методов лечения детей с ДМПП, единичны.

В 2006 г. опубликована работа, в которой приведены результаты изменения систолической и диастолической функций сердца после коррекции ДМПП у детей эндоваскулярным и хирургическим методами [10]. Средний возраст обследованных составил $7,39 \pm 4,53$ и $9,82 \pm 5,6$ года соответственно. Период наблюдения – более 2 лет. После коррекции ДМПП при долгосрочном исследовании выявлено уменьшение объема правого желудочка (ПЖ), увеличение объема и улучшение диастолической функции левого желудочка (ЛЖ) как в группе эндоваскулярного, так и «открытого» типов вмешательств. При этом в группе эндоваскулярной коррекции процесс ремоделирования протекал быстрее.

В другое исследование, в котором приведены данные ремоделирования сердца после эндоваскулярного и хирургического лечения вторичного ДМПП [11], вошли 100 детей, средний возраст которых составил $5,7 \pm 4,3$ и $5,2 \pm 4,4$ года соответственно. Авторы установили, что дилатация правых отделов сердца ввиду сброса большого объема крови через ДМПП слева-направо и объемной недогрузки ЛЖ приводит к диастолическому ремоделированию ЛЖ. Эндоваскулярная коррекция уже в раннем послеоперационном периоде способствует восстановлению диастолической функции ЛЖ, тогда как после «открытой» операции этот процесс протекает более длительно – на протяжении 6 мес. Дилатация правых отделов сердца наблюдалась в госпитальном периоде и сохранялась на поздних сроках наблюдения независимо от метода коррекции.

Следует отметить, что исследований, посвященных сравнению клинических исходов и оценке процессов ремоделирования сердца при эндоваскулярном и миниинвазивном вмешательствах, нам не удалось найти в доступной литературе. Таким образом, **целью данного исследования** стало изучение результатов и особенностей ремоделирования сердца у детей с ДМПП при эндоваскулярном и миниинвазивном методах лечения.

Материалы и методы

В настоящее проспективное одноцентровое исследование включены дети первых лет жизни с изолированным ДМПП (старше года, но менее 18 лет), которым проведено эндоваскулярное или миниинвазивное лечение в Научно-исследовательском институте комплексных проблем сердечно-сосудистых заболеваний (НИИ КПССЗ) с 2017 по 2020 г. Методом копи-пара сформированы две группы пациентов, доступных для динамического наблюдения с выполнением эхокардиографии (ЭхоКГ) спустя 3–4 мес. после вмешательства. В первую группу (n = 30) вошли дети после миниинвазивного вмешательства, медиана возраста 5 [2; 12] лет; во вторую группу (n = 30) – после эндоваскулярного, медиана возраста 5,5 [1,7; 13] года.

Клинико-демографическая характеристика обследуемых представлена в табл. 1. В обеих группах преобладали пациенты женского пола, что соответствует данным литературы. Группы были сопоставимы по возрасту, росту и массе тела, что подразумевал дизайн исследования с формированием копи-пар. Успех вмешательства, под которым понимали закрытие ДМПП тем или иным методом в отсутствие значимых неблагоприятных событий (смерть, дислокация устройства, реоперация), в обеих группах составил 100%, резидуальный сброс не обнаружен. Диаметр ДМПП был больше в группе миниинвазивной хирургии: 14 [7; 30] против 11,5 [7; 22] мм (p<0,05). Группы были сопоставимы по структуре и количеству больных со сложной анатомией ДМПП (дефицит краев, наличие множественных дефектов).

Закрытие ДМПП в зависимости от возраста ребенка проводили с использованием внутривенной и/или местной инфильтрационной анестезии

при сохранении спонтанного дыхания для транскатетерной группы, тогда как в качестве метода анестезии для хирургической группы применяли эндотрахеальный наркоз. В эндоваскулярной группе использовали стандартную методику закрытия ДМПП путем пункции и катетеризации общей бедренной вены. Измеряли размеры ДМПП при помощи сайзинг-баллона только при наличии одиночных ДМПП. У пациентов с наличием множественных дефектов, зачастую на фоне истонченной межпредсердной перегородки, ее аневризмы, измерительный баллон не применяли. В обязательном порядке использовали трансторакальную ЭхоКГ. При коррекции эндоваскулярным методом помимо окклюдеров ASD, используемых для закрытия ДМПП, применяли окклюдеры для закрытия открытого овального окна, подходящие для окклюзии множественных ДМПП. После установки окклюдера детям назначали ацетилсалициловую кислоту в дозе 3–5 мг/кг массы тела на 6 мес. В группе миниинвазивного вмешательства выполняли правостороннюю аксиллярную торакотомию с наложением заплаты в зоне дефекта из аутоперикарда в условиях искусственного кровообращения.

Всем больным перед вмешательством и через три-четыре месяца после закрытия дефекта выполняли трансторакальную ЭхоКГ. Оценивали такие стандартные показатели, как конечные систолический (КСР) и диастолический (КДР) размеры, конечные систолический (КСО) и диастолический (КДО) объемы, размеры левого и правого предсердий (ПП) и ПЖ, фракция выброса ЛЖ (ФВ ЛЖ), толщина межжелудочковой перегородки и градиент на трикуспидальном клапане.

На протяжении госпитального периода и в течение 3–4 мес. наблюдения оценивали следующие

Таблица 1. Клинико-демографическая и периоперационная характеристика больных
Table 1. Clinical, demographic and perioperative characteristics of patients

Показатель / Indicator	Миниинвазивная группа / Minimally invasive closure group	Эндоваскулярная группа / Endovascular closure group	p
Возраст, лет / Age, years	5 [2; 12]	5,5 [1,7; 13]	0,935
Женский пол / Female, n (%)	18 (60)	21 (70)	0,308
Рост, см / Height, cm	105 [85; 160]	113,5 [81; 170]	0,496
Масса тела, кг / Body weight, kg	15,25 [10; 43]	19 [10,36; 64]	0,245
Диаметр ДМПП, мм / ASD diameter, mm	14 [7; 30]	11,5 [7; 22]	0,013
Наличие перфорированной аневризмы / Perforated atrial septal aneurysm, n (%)	6 (20)	8 (26,6)	0,662
Наличие двух и более дефектов / 2 or more defects, n (%)	8 (26,6)	12 (40)	0,379
Размер окклюдера, мм / Occluder size, mm		12 [8; 26]	
Дефицит краев / Deficient aortic rim, n (%)	10 (33,3)	15 (50)	0,270
Остаточный сброс / Residual regurgitation, n (%)	0 (0)	0 (0)	

Примечание: данные представлены в виде n (%) или медианы, 25-го и 75-го процентилей – Me [25%; 75%]. ДМПП – дефект межпредсердной перегородки.
Note: data are presented as n (%) or median, 25 and 75 percentiles – Me [25%; 75%]. ASD – atrial septal defect.

клинические конечные точки: смерть, значимые геморрагические осложнения (включая кровотечение, связанные с местом доступа), экстренное хирургическое вмешательство, резидуальный шунт. Кроме этого, учитывали развитие гидро- или гемоперикарда, воздушной эмболии, дислокации окклюдера, нарушения ритма, связанные с вмешательством, тромбообразование на окклюдере. Определяли длительность нахождения пациентов в отделении анестезиологии и реанимации и продолжительность госпитального периода.

Статистический анализ

Результаты исследований обработаны при помощи пакета прикладных программ Statistica for Windows 10.0 (StatSoft Inc., США). Первоначально проведена проверка на нормальность распределения данных по критерию Колмогорова – Смирнова, в связи с отсутствием нормального распределения данных использованы непараметрические критерии. Описательные статистические данные представлены в виде медианы (Me) и 25-го и 75-го квартилей (25%; 75%) для количественных переменных, в виде частоты встречаемости (n, %) для качественных. При сравнении количественных признаков в группах использовали критерий Манна – Уитни. При сравнении динамики показателей внутри групп – критерий Уилкоксона. Качественные признаки оценивали с помощью критерия χ^2 (Пирсона) с поправкой Йетса.

Исследование выполнено в соответствии со стандартами надлежащей клинической практики (Good Clinical Practice) и принципами Хельсинкской декларации, а также одобрено локальным этическим комитетом НИИ КПССЗ (протокол № 8 от 21.04.2020).

Результаты

Интраоперационная кровопотеря была намного более значимой в группе миниинвазивной хирур-

гии – 50 [15; 100] мл (в 3 случаях требовалась гемотрансфузия), тогда как в группе эндоваскулярного вмешательства кровопотеря составила лишь 5 [5; 15] мл (гемотрансфузия не требовалась ни в одном случае) ($p < 0,05$). Длительность искусственной вентиляции легких в первой группе составила 315 [150; 840] мин, пациентам второй группы она не требовалась. Продолжительность искусственного кровообращения при миниинвазивном вмешательстве составила 40 [17; 73] мин. Во время «открытого» вмешательства значительно снижался уровень гемоглобина, который до операции составлял 126,5 [105; 141] г/л, а после – 103,5 [83; 150] г/л; во всех случаях требовалась трансфузия компонентов крови. Тем не менее в реоперациях, связанных с кровотечением, больные первой группы не нуждались, резидуального шунта у данных пациентов не выявлено.

Пребывание в отделении анестезиологии и реанимации требовалось только детям, перенесшим миниинвазивное вмешательство, длительность нахождения составила 24 [3; 96] ч. В группе эндоваскулярной коррекции медиана диаметра перешейка окклюдера не превысила 12 [8; 26] мм. Дислокации окклюдера, воздушной эмболии, резидуального шунта, а также осложнений со стороны места доступа в данной группе не отмечено ни в одном случае. Время пребывания в стационаре для детей после миниинвазивной коррекции составило 8 [6; 14] сут, тогда как после эндоваскулярной – лишь 3 [3; 4] сут ($p = 0,001$) (табл. 2).

Анализ данных ЭхоКГ до вмешательства показал некоторые различия между группами. Так, в группе миниинвазивной хирургии исходно выявлены меньшие значения конечного систолического и диастолического размеров ЛЖ, конечного систолического и диастолического объемов ЛЖ, а также размера ПЖ. По остальным параметрам исследуемые

Таблица 2. Результаты операций в исследуемых группах
Table 2. Surgical outcomes

Показатель / Indicator	Миниинвазивная группа / Minimally invasive closure group	Эндоваскулярная группа / Endovascular closure group	p
Интраоперационная кровопотеря, мл / Intraoperative blood loss, mL	50 [15; 100]	5 [5; 15]	0,001
Длительность ИВЛ, мин / Duration of mechanical ventilation, min	315 [150; 840]	0	0,001
Длительность пребывания в стационаре, сут / Hospital stay, day	8 [6; 14]	3 [3; 4]	0,0001
Гемоглобин до операции / Hemoglobin before surgery	126,5 [105; 141]	131 [107; 139]	0,568
Гемоглобин после операции с учетом коррекции, г/л (целевые значения не менее 100 г/л) / Hemoglobin after surgery, g/L	103,5 [83; 150]	128 [106; 138]	0,0001
Длительность пребывания в АРО, ч / Length of stay in the Department of Anesthesiology and Intensive Care, h	24 [3; 96]	0	0,001
Продолжительность ИК, мин / Cardiopulmonary bypass, min	40 [17; 73]		
Диаметр перешейка окклюдера, мм / Diameter of the occluder, mm		12 [8; 26]	

Примечание: данные представлены в виде медианы, 25-го и 75-го процентилей – Me [25%; 75%]. АРО – отделение анестезиологии и реанимации.

Note: data are presented as median, 25 and 75 percentiles – Me [25%; 75%].

группы не различались. При выполнении ЭхоКГ через 3–4 мес. достоверных различий между группами не обнаружено (табл. 3).

При анализе данных ЭхоКГ до и после вмешательства в группе миниинвазивной коррекции отмечено увеличение размера и объема ЛЖ (КСР, КДР, КСО и КДО), но уменьшение размера ПЖ, ПП в сагиттальной и фронтальной плоскостях ($p < 0,05$). ФВ ЛЖ, размер межжелудочковой перегородки и регургитация на трикуспидальном клапане клапане не отличались (табл. 4). В группе эндоваскулярного вмешательства зарегистрированы увеличение КДР ЛЖ, уменьшение размера ПЖ и ПП во фронтальной плоскости ($p < 0,05$). По остальным параметрам различий не обнаружено. В одном случае в первой группе выявлена реканализация заплаты со сбросом 2,5 мм, без признаков гемодинамической значимости. Во второй группе резидуального сброса не отмечено. Других госпитальных и отдаленных осложнений среди пациентов исследуемых групп не выявлено.

Обсуждение

Ранее «открытая» операция была «золотым стандартом» лечения пациентов с ДМПП, в насто-

ящее время, согласно данным литературы, эндоваскулярное вмешательство получило статус операции выбора. Это отражено в рекомендациях Американского колледжа кардиологии и Американской ассоциации сердца (АСС/АНА), в которых данному методу лечения присвоен наивысший, первый, класс показаний [12]. Однако в «открытой» хирургии также появляются миниинвазивные технологии с использованием доступа не через стернотомию, а боковую миниторакотомию, что имеет целый ряд преимуществ по сравнению с более травматичным срединным доступом (меньше рисков раневых осложнений, более быстрый период реабилитации и лучший косметический эффект). Так, D.P. Bichell и соавт. [13] из детского госпиталя в Бостоне в 2001 г. представили результаты хирургического лечения 135 пациентов в возрасте от 6 месяцев до 25 лет с использованием малоинвазивного доступа для коррекции ДМПП, показав, что современные методы хирургии безопасны, позволяют улучшить косметический эффект и сократить период пребывания в стационаре.

Хирургические методы коррекции ДМПП особо востребованы у детей первого года жизни, имеющих клинические проявления сердечной

Таблица 3. Динамика ЭхоКГ-показателей ремоделирования сердца между исследуемыми группами
Table 3. Dynamics of echocardiographic indices of cardiac remodeling in both groups

Показатель / Indicator	До лечения ДМПП / Before ASD closure		p	Через 3–4 мес. после лечения ДМПП / 3–4 months after ASD closure		p
	Миниинвазивная группа / Minimally invasive closure group	Эндоваскулярная группа / Endovascular closure group		Миниинвазивная группа / Minimally invasive closure group	Эндоваскулярная группа / Endovascular closure group	
КДР ЛЖ, см / LVEDD, cm	3,2 [2,8; 4,2]	3,4 [2,9; 5,1]	0,012	3,4 [2,9; 4,8]	3,7 [3,2; 5,2]	0,103
КСР ЛЖ, см / LVESD, cm	2 [1,6; 2,6]	2,2 [1,5; 3,1]	0,018	2,1 [1,8; 3]	2,2 [1,8; 3,4]	0,299
КДО ЛЖ, мл / LVEDV, cm	41 [30; 79]	47 [32; 130]	0,011	47 [32; 108]	54,5 [5,93; 130]	0,185
КСО ЛЖ, мл / LVESV, cm	13 [7; 25]	16 [6; 38]	0,014	14 [10; 35]	16,3 [2,1; 47]	0,534
ЛП, см / Left atrium, cm	2,1 [1,6; 2,9]	2,3 [1,8; 3,0]	0,141	2,4 [1,5; 3,7]	2,55 [1,8; 3,8]	0,274
ФВ ЛЖ / LVEF, %	70 [61; 81]	71 [53; 81]	0,767	69 [59; 77]	71 [62; 78]	0,148
ПЖ, см / Right ventricle, cm	1,8 [0,9; 2,9]	1,5 [0,9; 2,6]	0,001	1,3 [0,7; 2,3]	1,3 [0,9; 2,0]	0,992
ПП сагиттальный, см / Right atrium-sagittal, cm	3,5 [2,6; 4,5]	3,4 [2,5; 4,5]	0,119	2,8 [2; 4]	3 [2,2; 4]	0,105
ПП фронтальный, см / Right atrium-frontal, cm	3,7 [2,7; 4,6]	3,5 [2,6; 4,4]	0,115	2,95 [2,1; 4,1]	3,1 [2,4; 4,3]	0,127
МЖП, см / Interventricular septum, cm	0,4 [0,4; 0,9]	0,4 [0,3; 0,7]	0,761	0,5 [0,35; 0,8]	0,4 [0,4; 0,6]	0,628
Регургитация на ТК, степень / Tricuspid valve regurgitation, degree	0 [0; 2]	0 [0; 1]	0,779	0 [0; 1]	0 [0; 0]	0,221

Примечание: здесь и в табл. 4 данные представлены в виде медианы, 25-го и 75-го процентилей – Ме [25%; 75%]. ДМПП – дефект межпредсердной перегородки; КДО ЛЖ – конечный диастолический объем левого желудочка; КДР ЛЖ – конечный диастолический размер левого желудочка; КСО ЛЖ – конечный систолический объем левого желудочка; КСР ЛЖ – конечный систолический размер левого желудочка; ЛП – левое предсердие; МЖП – межжелудочковая перегородка; ПЖ – правый желудочек; ПП – правое предсердие; ТК – трикуспидальный клапан; ФВ ЛЖ – фракция выброса левого желудочка.
Note: data are presented as median, 25 and 75 percentiles – Me [25%; 75%]. ASD – atrial septal defect; LVEDD – left ventricular end-diastolic dimension; LVEDV – left ventricular end-diastolic volume; LVEF – left ventricular ejection fraction; LVESD – left ventricular end-systolic dimension; LVESV – left ventricular end-systolic volume.

недостаточности; при больших размерах ДМПП, когда технически невозможно использовать систему доставки окклюдера необходимого диаметра из-за малого диаметра общей бедренной вены; при выраженном дефиците краев дефекта, истончении межпредсердной перегородки и различных вариантах сочетания неблагоприятных анатомических характеристик. В представленной в настоящем исследовании выборке детей с медианой возраста 5–5,5 года эндоваскулярный метод коррекции был целесообразен и технически выполним во всех случаях.

В литературе представлено значительное число исследований по сравнению методов «открытой» и эндоваскулярной хирургии, намного меньше работ посвящено изучению ремоделирования сердца при коррекции ДМПП различными методами, при этом практически полностью отсутствуют исследования, направленные на оценку клинических исходов и особенностей ремоделирования сердца при обоих типах вмешательств. В этой связи особый интерес представляет одноцентровое сравнение результатов транскатетерной и миниинвазивной коррекции, выполненное S.N. Bakar и коллегами [14]. В исследование ретроспективно с 2009 по 2017 г. включен 61 пациент, которому выполнено закрытие ДМПП. Двадцати восемью пациентам проведена транскатетерная окклюзия дефекта (64,3% женщин; средний возраст 57 [43; 70,5] лет), тридцати трем – миниинвазивная коррекция дефекта (72,7% женщин; средний возраст 37 [24;

50] лет). Больные двух групп были сходны по демографическим показателям, за исключением размера дефекта – в группе транскатетерного лечения он был меньше (1,65 против 2,35 см, $p = 0,002$). Успех вмешательства составил 93 (26/28) и 100 (33/33) % для транскатетерной и миниинвазивной групп соответственно ($p = 0,21$). Периоперационные осложнения были одинаково низкими в обеих группах – за исключением более длительной госпитализации хирургических пациентов (5 дней против 1, $p < 0,0001$). За период наблюдения (транскатетерная группа 0,5–56,5 мес., хирургическая группа 0,25–89 мес.) различий между больными не выявлено: наличие остаточного резидуального шунта (14,3 против 6,1%, $p = 0,4$), I функциональный класс по NYHA (88,5 против 96,9% соответственно, $p = 0,21$). В заключение авторы отметили, что оба метода безопасны и служат альтернативой срединной стернотомии. Полученные нами результаты на выборке детей с медианой возраста 5–5,5 года сопоставимы с данным исследованием в отношении безопасности и эффективности обоих методов, а также высокой частоты технического и клинического успеха вмешательств. Следует отметить, что полученные нами данные основаны на более доказательном дизайне исследования с созданием копи-пар пациентов, кроме того, наше исследование сфокусировано на детях с ДМПП с медианой возраста 5–5,5 года.

Еще в одном одноцентровом ретроспективном исследовании [15] авторы сравнили клинические

Таблица 4. Динамика ЭхоКГ-показателей ремоделирования сердца внутри исследуемых групп
Table 4. Dynamics of echocardiographic indices of cardiac remodeling in both groups

Показатель / Indicator	Миниинвазивная группа / Minimally invasive closure group		P	Эндоваскулярная группа / Endovascular invasive closure group		P
	До лечения ДМПП / Before ASD closure	Через 3–4 мес. после лечения / 3–4 months after ASD closure		До лечения ДМПП / Before ASD closure	Через 3–4 мес. после лечения / 3–4 months after ASD closure	
КДР ЛЖ, см / LVEDD, cm	3,2 [2,8; 4,2]	3,4 [2,9; 4,8]	0,001	3,4 [2,9; 5,1]	3,7 [3,2; 5,2]	0,018
КСР ЛЖ, см / LVESD, cm	2 [1,6; 2,6]	2,1 [1,8; 3]	0,015	2,2 [1,5; 3,1]	2,2 [1,8; 3,4]	0,083
КДО ЛЖ, мл / LVEDV, cm	41 [30; 79]	47 [32; 108]	0,002	47 [32; 130]	54,5 [5,93; 130]	0,155
КСО ЛЖ, мл / LVESV, cm	13 [7; 25]	14 [10; 35]	0,008	16 [6; 38]	16,3 [2,1; 47]	0,277
ЛП, см / Left atrium, cm	2,1 [1,6; 2,9]	2,4 [1,5; 3,7]	0,032	2,3 [1,8; 3,0]	2,55 [1,8; 3,8]	0,015
ФВ ЛЖ / LVEF, %	70 [61; 81]	69 [59; 77]	0,956	71 [53; 81]	71 [62; 78]	0,981
ПЖ, см / Right ventricle, cm	1,8 [0,9; 2,9]	1,3 [0,7; 2,3]	0,001	1,5 [0,9; 2,6]	1,3 [0,9; 2,0]	0,017
ПП сагиттальный, см / Right atrium-sagittal, cm	3,5 [2,6; 4,5]	2,8 [2; 4]	0,001	3,4 [2,5; 4,5]	3 [2,2; 4]	0,198
ПП фронтальный, см / Right atrium-frontal, cm	3,7 [2,7; 4,6]	2,95 [2,1; 4,1]	0,001	3,5 [2,6; 4,4]	3,1 [2,4; 4,3]	0,016
МЖП, см / Interventricular septum, cm	0,4 [0,4; 0,9]	0,5 [0,35; 0,8]	0,378	0,4 [0,3; 0,7]	0,4 [0,4; 0,6]	0,813
Регургитация на ТК, степень / Tricuspid valve regurgitation, degree	0 [0; 2]	0 [0; 1]	0,075	0 [0; 1]	0 [0; 0]	0,011

результаты транскатетерного закрытия ДМПП с результатами современной миниинвазивной коррекции. Обе технологии продемонстрировали высокий процент успеха без смертельных исходов. Для пациентов с ДМПП и подходящей анатомией транскатетерное вмешательство может быть рассмотрено как операция выбора. Проведенный нами анализ также подтверждает приоритет эндоваскулярного метода в сравнении с «открытым» вмешательством даже в малоинвазивном варианте выполнения. Преимущества эндоваскулярного метода включали отсутствие необходимости искусственных вентиляции легких и кровообращения, пребывания в отделении анестезиологии и реанимации, меньшую длительность нахождения в стационаре, отсутствие значимой кровопотери и показаний к гемотрансфузии при сопоставимых госпитальных и среднеотдаленных клинических и функциональных (ЭхоКГ) результатах.

Как видно из представленных данных, эндоваскулярное вмешательство является эффективным методом коррекции ДМПП для детей с подходящей анатомией и в ряде случаев со сложной анатомией порока. Однако необходимо отметить и ряд ограничений, таких как дефекты более 30 мм, выраженные дефицит краев или истончение перфорированной аневризмы, делающие невозможным адекватное позиционирование окклюдера или использование системы доставки нужного диаметра.

В проведенном исследовании показана возможность успешного лечения детей со сложной анатомией ДМПП в случаях множественных дефектов по типу перфорированной мембраны и аневризмы межпредсердной перегородки не только при миниинвазивной, но и эндоваскулярной хирургии. Как полученные нами, так и литературные данные демонстрируют уменьшение сроков пребывания больных в стационаре при миниинвазивной и особенно эндоваскулярной коррекции, а также уменьшение объема проводимой терапии, лабораторных исследований, переливания крови. Все это приводит к снижению экономических затрат несмотря на относительно высокую стоимость расходного материала при эндоваскулярном закрытии ДМПП [16].

Успех вмешательства и отсутствие осложнений связаны с тщательным отбором пациентов и зависят от опыта медицинского учреждения [17]. Ввиду этого за последнее десятилетие в мировой практике в лечении ДМПП предпочтение отдают эндоваскулярным вмешательствам, если это технически возможно, обоснованно и безопасно для пациента. Вид вмешательства в рутинной клинической практике НИИ КПССЗ выбирает мультидисциплинарная команда, включающая детского кардиолога, сердечно-сосудистого хирурга и специалиста по рентгенэндоваскулярной хирургии, что подтверждает важность отбора больного для хирургического или рентгенэндоваскулярного вмешательства.

В настоящем исследовании применение обеих методик коррекции ДМПП ассоциировано с положительным изменением ремоделирования сердца спустя 3–4 мес. после вмешательства, проявившимся уменьшением размеров ПП и ПЖ. В группе миниинвазивной операции также выявлено увеличение размеров и объема ЛЖ. Ранее при наличии ДМПП значительная часть крови сбрасывалась в правые отделы сердца с патологическим ремоделированием в виде увеличения размеров ПП, ПЖ и уменьшения объема и размера ЛЖ, что связано со сниженным поступлением объема крови в ЛЖ. После коррекции порока в ранние сроки происходит процесс обратного положительного ремоделирования – с восстановлением размеров и объема ПП, ПЖ, а также ЛЖ. Полученные нами результаты соответствуют литературным данным [10]. Все это указывает на обратимость патологических изменений у детей с ДМПП с медианой возраста 5–5,5 года как при миниинвазивной, так и транскатетерной коррекции дефекта.

Заключение

Миниинвазивная и эндоваскулярная коррекция ДМПП – методы лечения детей с медианой возраста 5–5,5 года, в том числе со сложной анатомией дефекта, характеризующиеся высокой эффективностью и безопасностью при анализе широкого спектра конечных точек в госпитальном периоде наблюдения и спустя 3–4 мес. после вмешательства. Оба метода демонстрируют положительное влияние на процессы ремоделирования сердца. Эндоваскулярный способ коррекции ДМПП по сравнению с малоинвазивным методом показывает существенные преимущества в виде отсутствия необходимости искусственных вентиляции легких и кровообращения, пребывания в отделении анестезиологии и реанимации, меньшей длительности нахождения в стационаре, отсутствия значимой кровопотери и показаний к гемотрансфузии при сопоставимых госпитальных и среднеотдаленных клинических и функциональных результатах.

Конфликт интересов

П.А. Шушпанников заявляет об отсутствии конфликта интересов. И.К. Халивопуло заявляет об отсутствии конфликта интересов. И.Ф. Шабаев заявляет об отсутствии конфликта интересов. И.Н. Сизова заявляет об отсутствии конфликта интересов. А.Ю. Омельченко заявляет об отсутствии конфликта интересов. Р.С. Тарасов входит в редакционную коллегию журнала «Комплексные проблемы сердечно-сосудистых заболеваний».

Финансирование

Авторы заявляют об отсутствии финансирования исследования.

Информация об авторах

Шушпанников Павел Андреевич, врач по рентгеноваскулярным диагностике и лечению отделения хирургического лечения сложных нарушений ритма сердца и электрокардиостимуляции федерального государственного бюджетного научного учреждения «Научно-исследовательский институт комплексных проблем сердечно-сосудистых заболеваний», Кемерово, Российская Федерация; **ORCID** 0000-0001-7928-1121

Халивопуло Иван Константинович, врач – сердечно-сосудистый хирург, заведующий отделением кардиохирургии № 2 федерального государственного бюджетного научного учреждения «Научно-исследовательский институт комплексных проблем сердечно-сосудистых заболеваний», Кемерово, Российская Федерация; **ORCID** 0000-0002-0661-4076

Шабаетв Ильмир Фанильевич, врач – сердечно-сосудистый хирург отделения кардиохирургии № 2 федерального государственного бюджетного научного учреждения «Научно-исследовательский институт комплексных проблем сердечно-сосудистых заболеваний», Кемерово, Российская Федерация; **ORCID** 0000-0003-0101-2567

Сизова Ирина Николаевна, кандидат медицинских наук научный сотрудник лаборатории пороков сердца отдела хирургии сердца и сосудов федерального государственного бюджетного научного учреждения «Научно-исследовательский институт комплексных проблем сердечно-сосудистых заболеваний», Кемерово, Российская Федерация; **ORCID** 0000-0001-8076-8746

Омельченко Александр Юрьевич, кандидат медицинских наук ведущий научный сотрудник лаборатории пороков сердца отдела хирургии сердца и сосудов федерального государственного бюджетного научного учреждения «Научно-исследовательский институт комплексных проблем сердечно-сосудистых заболеваний», Кемерово, Российская Федерация; **ORCID** 0000-0002-9969-6997

Тарасов Роман Сергеевич, доктор медицинских наук заведующий лабораторией рентгеноваскулярной и реконструктивной хирургии сердца и сосудов отдела хирургии сердца и сосудов федерального государственного бюджетного научного учреждения «Научно-исследовательский институт комплексных проблем сердечно-сосудистых заболеваний», Кемерово, Российская Федерация; **ORCID** 0000-0003-3882-709X

Author Information Form

Shushpannikov Pavel A., Endovascular Diagnostics and Treatment Specialist, Department of Surgical Treatment of Complex Heart Rhythm Disorders and Cardiac Stimulation, Federal State Budgetary Institution “Research Institute for Complex Issues of Cardiovascular Diseases”, Kemerovo, Russian Federation; **ORCID** 0000-0001-7928-1121.

Halivopulo Ivan K., Cardiovascular Surgeon, Head of the Department of Cardiovascular Surgery No. 2, Federal State Budgetary Institution “Research Institute for Complex Issues of Cardiovascular Diseases”, Kemerovo, Russian Federation; **ORCID** 0000-0002-0661-4076

Shabaev Ilmir F., Cardiovascular Surgeon at the Department of Cardiovascular Surgery No. 2, Federal State Budgetary Institution “Research Institute for Complex Issues of Cardiovascular Diseases”, Kemerovo, Russian Federation; **ORCID** 0000-0003-0101-2567

Sizova Irina N., PhD, Researcher at the Laboratory of Heart Defects, Department of Cardiovascular Surgery, Federal State Budgetary Institution “Research Institute for Complex Issues of Cardiovascular Diseases”, Kemerovo, Russian Federation; **ORCID** 0000-0001-8076-8746

Omelchenko Alexander Yu., PhD, Leading Researcher at the Laboratory of Heart Defects, Department of Cardiovascular Surgery, Federal State Budgetary Institution “Research Institute for Complex Issues of Cardiovascular Diseases”, Kemerovo, Russian Federation; **ORCID** 0000-0002-9969-6997

Tarasov Roman S., PhD, Head of the Laboratory of Endovascular and Reconstructive Cardiovascular Surgery, Department of Cardiovascular Surgery, Federal State Budgetary Institution “Research Institute for Complex Issues of Cardiovascular Diseases”, Kemerovo, Russian Federation; **ORCID** 0000-0003-3882-709X

Вклад авторов в статью

ШПА – вклад в дизайн исследования, получение и интерпретация данных исследования, написание статьи, утверждение окончательной версии для публикации, полная ответственность за содержание

ХИК – получение и интерпретация данных исследования, корректировка статьи, утверждение окончательной версии для публикации, полная ответственность за содержание

ШИФ – получение данных исследования, корректировка статьи, утверждение окончательной версии для публикации, полная ответственность за содержание

СИН – получение данных исследования, корректировка статьи, утверждение окончательной версии для публикации, полная ответственность за содержание

ОАЮ – получение данных исследования, корректировка статьи, утверждение окончательной версии для публикации, полная ответственность за содержание

ТРС – вклад в дизайн исследования, получение данных исследования, корректировка статьи, утверждение окончательной версии для публикации, полная ответственность за содержание

Author Contribution Statement

ShPA – contribution to the design of the study, data collection and interpretation, manuscript writing, approval of the final version, fully responsible for the content

HIK – data collection and interpretation, editing, approval of the final version, fully responsible for the content

ShIF – data collection, editing, approval of the final version, fully responsible for the content

SIN – data collection, editing, approval of the final version, fully responsible for the content

OAU – data collection, editing, approval of the final version, fully responsible for the content

TRS – contribution to the design of the study, data collection, editing, approval of the final version, fully responsible for the content

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Белоконов Н.А., Подзолков В.П. Врожденные пороки сердца. Москва. Медицина. 1991.
2. Nagendran J., Habib H.F., Kiai B., A Chu M.W. Minimally invasive endoscopic repair of atrial septal defects via right minithoracotomy. *Multimed Man Cardiothorac Surg.* 2016; 2016. <http://dx.doi.org/10.1093/mmcts/mmvt042>
3. Farooqi M., Stickley J., Dhillon R. Barron A.J., Stumper O., Jones T.J., Clift P.F., Brawn W.J. Trends in surgical and catheter interventions for isolated congenital shunt lesions in the UK and Ireland. *Heart.* 2019; 105(14):1103-1108. doi: 10.1136/heartjnl-2018-314428.
4. De Meester P., Van De Bruaene A., Herijgers P., Voigt J-U., Vanhees L., Budts W. Increased pulmonary artery pressures during exercise are related to persistent tricuspid regurgitation after septal defect closure. *Acta Cardiol.* 2013; 68(4): 365–72. doi: 10.1080/ac.68.4.2988889.
5. Kim N.K., Su-Jin, J.Yo. Transcatheter Closure of Atrial Septal Defect: Does Age Matter? *Korean Circ J.* 2011 Nov; 41(11): 633–638.
6. Клинические рекомендации по ведению детей с врожденными пороками сердца. Под ред. Бокерия Л.А. М.: НЦССХ им. А.Н. Бакулева; 2014: 342 с. https://racvs.ru/custom/files/clinic/Nac_rec_VPS_deti.pdf (2014)
7. Siwińska A., Mroziński V., Górzna-Kamiska H., Pawelec-Wojtalik M., Wojtalik M., Bobkowski W., Zachwieja J., Maciejewski J. Echocardiographic parameters of left ventricular systolic and diastolic function in infants, children and adolescents before and after surgical correction of secundum atrial septal defect. *Kardiolog. Pol.* 2002; 57(11): 422–34.
8. Кузьмина О.К., Рутковская Н.В. Ремоделирование миокарда при поражениях клапанов сердца. *Сибирское медицинское обозрение.* 2017; 2(104): 5-14. doi:10.20333/2500136-2017-2-5-14
9. Тулеутаев Р.М., Богачёв-Прокофьев А.В., Железнев С.И., Афанасьев А.В. Обратное ремоделирование левых камер сердца после реконструкции митрального клапана при мезенхимальной дисплазии. *Патология кровообращения и кардиохирургия.* 2015, 19(1): 66–71. doi:10.21688/1681-3472-2015-1-66-71
10. Pawelec-Wojtalik M., Wojtalik M., Mrowczynski W., Surmacz R., Quereshi Sh.A. Comparison of cardiac function in children after surgical and Amplatzer occluder closure of secundum atrial septal defects. *Eur. J. Cardiothorac. Surg.* 2006. 29(1): 89–92. doi:10.1016/j.ejcts.2005.10.017
11. Нечкина И.В., Соколов А.А., Ковалев И.А., Варваренко В.И., Кривошеков Е.В. Ремоделирование сердца у детей после эндоваскулярной и хирургической коррекции дефекта межпредсердной перегородки. *Сибирский медицинский журнал.* 2012; 27 (3): 77-81.
12. Warnes C.A., Williams R.G., Bashore T.M., Child J.S., Connolly H.M., Dearani J.A., del Nido P., Fasules J.W., Graham T.P., Jr, Hijazi Z.M., Hunt S.A., King M.E., Landzberg M.J., Miner P.D., Radford M.J., Walsh E.P., Webb G.D., Smith S.C., Jr. Jacobs A.K., Adams C.D., Anderson J.L., Antman E.M., Buller C.E., Creager M.A., Ettinger S.M., Halperin J.L., Hunt S.A., Krumholz H.M., Kushner F.G., Lytle B.W., Nishimura R.A., Page R.L., Riegel B., Tarkington L.G., Yancy C.W. American College of Cardiology; American Heart Association Task Force on Practice Guidelines (Writing Committee to Develop Guidelines on the Management of Adults With Congenital Heart Disease); American Society of Echocardiography; Heart Rhythm Society; International Society for Adult Congenital Heart Disease; Society for Cardiovascular Angiography and Interventions; Society of Thoracic Surgeons. ACC/AHA 2008 guidelines for the management of adults with congenital heart disease: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines (Writing Committee to Develop Guidelines on the Management of Adults With Congenital Heart Disease). Developed in Collaboration With the American Society of Echocardiography, Heart Rhythm Society, International Society for Adult Congenital Heart Disease, Society for Cardiovascular Angiography and Interventions, and Society of Thoracic Surgeons. *J Am Coll Cardiol.* 2008; 52: e143–e263. doi: 10.1016/j.jacc.2008.10.001.
13. Bichell D.P., Geva T., Bacha E.A., Mayer J.E., Jonas R.A., del Nido P.J. Minimal access approach for the repair of atrial septal defect: the initial 135 patients. *Ann. Thorac. Surg.* 2000; 70: 115–118. doi:10.1016/s0003-4975(00)01251-0
14. Bakar S.N., Burns D.J.P., Diamantouros P., Sridhar K., Kiai B., Chu M.W.A. Clinical outcomes of a combined transcatheter and minimally invasive atrial septal defect repair program using a 'Heart Team' approach. *J Cardiothorac Surg.* 2018;13(1):11. doi: 10.1186/s13019-018-0701-1.
15. Kodaira M., Kawamura A., Okamoto K., Kanazawa H., Minakata Y., Murata M., Shimizu H., Fukuda K. Comparison of Clinical Outcomes After Transcatheter vs. Minimally Invasive Cardiac Surgery Closure for Atrial Septal Defect. *Circ J* 2017; 81: 543-551. doi: 10.1253/circj.CJ-16-0904.
16. King T.D., Mills N. L. Nonoperative closure of left-to-right shunts. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 1976; 72(3): 371–377.
17. Hughes M.L., Maskell G., Goh T.H., Wilkinson J.L. Prospective comparison of costs and short term health outcomes of surgical versus device closure of atrial septal defect in children. *Heart* 2002; 88: 67–70. doi: 10.1136/heart.88.1.67.

REFERENCES

1. Belokon N.A., Podzolkov V.P. Congenital heart diseases. Moscow. The medicine. 1991 (In Russian)
2. Nagendran J., Habib H.F., Kiai B., A Chu M.W. Minimally invasive endoscopic repair of atrial septal defects via right minithoracotomy. *Multimed Man Cardiothorac Surg.* 2016; 2016. <http://dx.doi.org/10.1093/mmcts/mmvt042>
3. Farooqi M., Stickley J., Dhillon R. Barron A.J., Stumper O., Jones T.J., Clift P.F., Brawn W.J. Trends in surgical and catheter interventions for isolated congenital shunt lesions in the UK and Ireland. *Heart.* 2019; 105(14):1103-1108. doi: 10.1136/heartjnl-2018-314428.
4. De Meester P., Van De Bruaene A., Herijgers P., Voigt J-U., Vanhees L., Budts W. Increased pulmonary artery pressures during exercise are related to persistent tricuspid regurgitation after septal defect closure. *Acta Cardiol.* 2013; 68(4): 365–72. doi: 10.1080/ac.68.4.2988889.
5. Kim N.K., Su-Jin, J.Yo. Transcatheter Closure of Atrial Septal Defect: Does Age Matter? *Korean Circ J.* 2011 Nov; 41(11): 633–638.
6. Bockeria L.A. Clinical recommendations for management of children with congenital heart disease. RACVS 14. https://racvs.ru/custom/files/clinic/Nac_rec_VPS_deti.pdf (2014) (In Russian)
7. Siwińska A., Mroziński V., Górzna-Kamiska H., Pawelec-Wojtalik M., Wojtalik M., Bobkowski W., Zachwieja J., Maciejewski J. Echocardiographic parameters of left ventricular systolic and diastolic function in infants, children and adolescents before and after surgical correction of secundum atrial septal defect. *Kardiolog. Pol.* 2002; 57(11): 422–34.
8. Kuzmina O.K., Rutkovskaya N.V. Myocardial remodeling in patients with valvular heart disease. *Siberian medical review.* 2017; 2(104): 5-14. (in Russian). doi:10.20333/2500136-2017-2-5-14
9. Tuleutaev R.M., Bogachev-Prokofiev A.V., Zheleznev S.I.,

Afanasiev A.V. Reverse remodeling of the left chambers of the heart after reconstruction of the mitral valve with mesenchymal dysplasia. Pathology of blood circulation and cardiosurgery. 2015; 19(1): 66-71 (in Russian). doi:10.21688/1681-3472-2015-1-66-71

10. Pawelec-Wojtalik M., Wojtalik M., Mrowczynski W., Surmacz R., Quereshi Sh.A. Comparison of cardiac function in children after surgical and Amplatzer occluder closure of secundum atrial septal defects. Eur. J. Cardiothorac. Surg. 2006. 29(1): 89–92. doi:10.1016/j.ejcts.2005.10.017

11. Nechkina I.V., Sokolov A.A., Kovalev I.A., Varvarenko V.I., Krivoshechekov E.V. Heart remodeling in children after endovascular and surgical repair of atrial septal defect. Siberian J. Medical. 2012; 27 (3): 77-81. (In Russian)

12. Warnes C.A., Williams R.G., Bashore T.M., Child J.S., Connolly H.M., Dearani J.A., del Nido P., Fasules J.W., Graham T.P., Jr, Hijazi Z.M., Hunt S.A., King M.E., Landzberg M.J., Miner P.D., Radford M.J., Walsh E.P., Webb G.D., Smith S.C., Jr, Jacobs A.K., Adams C.D., Anderson J.L., Antman E.M., Buller C.E., Creager M.A., Ettinger S.M., Halperin J.L., Hunt S.A., Krumholz H.M., Kushner F.G., Lytle B.W., Nishimura R.A., Page R.L., Riegel B., Tarkington L.G., Yancy C.W. American College of Cardiology; American Heart Association Task Force on Practice Guidelines (Writing Committee to Develop Guidelines on the Management of Adults With Congenital Heart Disease); American Society of Echocardiography; Heart Rhythm Society; International Society for Adult Congenital Heart Disease; Society for Cardiovascular Angiography and Interventions; Society of Thoracic Surgeons. ACC/AHA 2008 guidelines for the management of adults with

congenital heart disease: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines (Writing Committee to Develop Guidelines on the Management of Adults With Congenital Heart Disease). Developed in Collaboration With the American Society of Echocardiography, Heart Rhythm Society, International Society for Adult Congenital Heart Disease, Society for Cardiovascular Angiography and Interventions, and Society of Thoracic Surgeons. J Am Coll Cardiol. 2008; 52: e143–e263. doi: 10.1016/j.jacc.2008.10.001.

13. Bichell D.P., Geva T., Bacha E.A., Mayer J.E., Jonas R.A., del Nido P.J. Minimal access approach for the repair of atrial septal defect: the initial 135 patients. Ann. Thorac. Surg. 2000; 70: 115–118. doi:10.1016/s0003-4975(00)01251-0

14. Bakar S.N., Burns D.J.P., Diamantouros P., Sridhar K., Kiaii B., Chu M.W.A. Clinical outcomes of a combined transcatheter and minimally invasive atrial septal defect repair program using a 'Heart Team' approach. J Cardiothorac Surg. 2018;13(1):11. doi: 10.1186/s13019-018-0701-1.

15. Kodaira M., Kawamura A., Okamoto K., Kanazawa H., Minakata Y., Murata M., Shimizu H., Fukuda K. Comparison of Clinical Outcomes After Transcatheter vs. Minimally Invasive Cardiac Surgery Closure for Atrial Septal Defect. Circ J 2017; 81: 543-551. doi: 10.1253/circj.CJ-16-0904.

16. King T.D., Mills N. L. Nonoperative closure of left-to-right shunts. J. Thorac. Cardiovasc. Surg. 1976; 72(3); 371–377.

17. Hughes M.L., Maskell G., Goh T.H., Wilkinson J.L. Prospective comparison of costs and short term health outcomes of surgical versus device closure of atrial septal defect in children. Heart 2002; 88: 67–70. doi: 10.1136/heart.88.1.67.

Для цитирования: Шушпанников П.А., Халивопуло И.К., Шабает И.Ф., Сизова И.Н., Омелченко А.Ю., Тарасов Р.С. Результаты эндоваскулярной и миниинвазивной коррекции и ремоделирование сердца у детей с дефектом межпредсердной перегородки. Комплексные проблемы сердечно-сосудистых заболеваний. 2022;11(2): 151-161. DOI: 10.17802/2306-1278-2022-11-2-151-161

To cite: Shushpannikov P.A., Halivopulo I.K., Shabaev I.F., Sizova I.N., Omelchenko A.Yu., Tarasov R.S. Cardiac remodeling and outcome after endovascular and minimally invasive closure of atrial septal defect in children. Complex Issues of Cardiovascular Diseases. 2022;11(2): 151-161. DOI: 10.17802/2306-1278-2022-11-2-151-161