



УДК 616.12-089.82

DOI 10.17802/2306-1278-2021-10-2-36-46

## МОРФОФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ЛЕВЫХ ОТДЕЛОВ СЕРДЦА ПОСЛЕ КОРРЕКЦИИ ТОТАЛЬНОГО АНОМАЛЬНОГО ДРЕНАЖА ЛЕГОЧНЫХ ВЕН

М.В. Плотников<sup>1</sup>, Ю.Н. Горбатов<sup>2</sup>, А.Н. Архипов<sup>2</sup>, А.Ю. Омельченко<sup>3</sup>, М.Г. Галстян<sup>2</sup>,  
С.М. Иванцов<sup>2</sup>, А.В. Богачев-Прокофьев<sup>2</sup>, И.А. Соинов<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный центр сердечно-сосудистой хирургии» Министерства здравоохранения Российской Федерации, ул. Покровская Роща, 4, Астрахань, Российская Федерация, 414011; <sup>2</sup> Федеральное государственное бюджетное учреждение «Национальный медицинский исследовательский центр имени академика Е.Н. Мешалкина» Министерства здравоохранения Российской Федерации, ул. Речкуновская, 15, Новосибирск, Российская Федерация, 630055; <sup>3</sup> Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Научно-исследовательский институт комплексных проблем сердечно-сосудистых заболеваний», Сосновый бульвар, 6, Кемерово, Российская Федерация, 650002

### Основные положения

• Впервые оценены геометрия левого предсердия и рост левых отделов сердца после коррекции тотального аномального дренажа легочных вен.

**Цель** Оценить морфофункциональные особенности левых отделов сердца после коррекции тотального аномального дренажа легочных вен (ТАДЛВ).

### Материалы и методы

В представленном пилотном двухцентровом рандомизированном проспективном простом слепом исследовании выполнена оценка качества жизни 40 пациентов в возрасте до года, подвергшихся хирургической коррекции ТАДЛВ: процедура Sutureless (бесшовная коррекция, n = 20) и конвенциональная биатриальная коррекция (n = 20).

### Результаты

В раннем послеоперационном периоде индексированный объем левого предсердия в группе бесшовной методики составил 15 (13,65; 17,25) мл/м<sup>2</sup>, в группе конвенциональной коррекции – 12,85 (10,95; 15,15) мл/м<sup>2</sup>; p = 0,057. Индекс конечного диастолического объема в группе бесшовной методики составил 38 (28,5; 45) мл/м<sup>2</sup>, в группе конвенциональной биатриальной коррекции – 37,1 (31; 47,75) мл/м<sup>2</sup>; p = 0,48. В отдаленном периоде индексированный объем левого предсердия в группе бесшовной методики составил 37 (34,5; 38,9) против 31 (23,6; 35) мл/м<sup>2</sup> соответственно; p = 0,01. Индекс конечного диастолического объема – 50 (43; 57) против 50,2 (28,8; 60,9) соответственно; p = 0,49.

### Заключение

Индексированный объем левого предсердия зависел от способа коррекции ТАДЛВ и был выше в группе бесшовной методики: 37 против 31 мл/м<sup>2</sup> в группе конвенциональной биатриальной коррекции. Пропорциональность увеличения левого желудочка не зависела от тактики вмешательства и не различалась между исследуемыми пациентами.

### Ключевые слова

Тотальный аномальный дренаж легочных вен • Бесшовная методика • Конвенциональная биатриальная методика

Поступила в редакцию: 18.01.2021; поступила после доработки: 14.02.2021; принята к печати: 08.03.2021

## EARLY-TERM SURGICAL OUTCOMES AFTER CORRECTION OF TOTAL ANOMALOUS PULMONARY VENOUS CONNECTION

M.V. Plotnikov<sup>1</sup>, Yu.N. Gorbatykh<sup>2</sup>, A.N. Arkhipov<sup>2</sup>, A.Yu. Omelchenko<sup>2</sup>, M.G. Galstyan<sup>2</sup>,  
S.M. Ivanzov<sup>2</sup>, A.V. Bogachev-Prokofiev<sup>2</sup>, I.A. Soynov<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Federal State Budgetary Institution “Federal Center for Cardiovascular Surgery” of the Ministry of Health of the Russian Federation, 4, Pokrovskaya Roscha St., Astrakhan, Russian Federation, 414011; <sup>2</sup> Meshalkin National Medical Research Center of the Ministry of Health of the Russian Federation, 15, Rechkunovskaya St., Novosibirsk, Russian Federation, 630055; <sup>3</sup> Federal State Budgetary Institution “Research Institute for Complex Issues of Cardiovascular Diseases”, 6, Sosnoviy Blvd., Kemerovo, Russian Federation, 650002

Для корреспонденции: Михаил Валерьевич Плотников, mvplotnik@mail.ru; адрес: ул. Покровская Роща, 4, Астрахань, Россия, 414011

Corresponding author: Mikhail V. Plotnikov, mvplotnik@mail.ru; address: 4, Pokrovskaya Roscha St., Astrakhan, Russian Federation, 414011

**Highlights**

- The geometry of the left atrium and the growth of the left heart after correction of total anomalous pulmonary venous connection are evaluated for the first time.

<b>Aim</b>	To assess the morphological and functional characteristics of the left heart after correction of total anomalous pulmonary venous connection.
<b>Methods</b>	40 patients referred to the correction of total anomalous pulmonary venous connection were enrolled in a pilot, two-center, simple, blind, prospective randomized study. Patients were assigned to the sutureless repair group (n = 20) and conventional repair group (n = 20).
<b>Results</b>	In the early postoperative period, the indexed left atrial volume in the group of sutureless repair was 15 (13.65; 17.25) versus 12.85 (10.95; 15.15) in the group of conventional repair, p = 0.057. The end diastolic volume index in the sutureless repair group was 38 (28.5; 45), while in the conventional repair group – 37.1 (31; 47.75), p = 0.48. At the follow-up, the indexed left atrial volume in the group of sutureless repair was 37 (34.5; 38.9) versus 31 (23.6; 35) in the group of conventional repair, p = 0.01. The end diastolic volume index (EDVI) in the group of sutureless repair was 50 (43; 57), while in the group of conventional repair – 50.2 (28.8; 60.9), p = 0.49.
<b>Conclusion</b>	The growth of the left atrium depended on the chosen technique for correcting total anomalous pulmonary venous connection and was higher in the group of sutureless repair (37) compared to the group of conventional repair (31). The proportionality of the growth of the left ventricle did not depend on the surgical technique and was equivalent in both groups.
<b>Keywords</b>	Total anomalous pulmonary venous connection • Sutureless repair • Conventional repair

*Received: 18.01.2021; received in revised form: 14.02.2021; accepted: 08.03.2021*

**Список сокращений**

иОЛП – индексированный объем левого предсердия	ЛЖ – левый желудочек
КДО – конечный диастолический объем	ТАДЛВ – тотальный аномальный дренаж легочных вен
КДР – конечный диастолический размер	ФВ – фракция выброса
КСР – конечный систолический размер	

**Введение**

Тотальный аномальный дренаж легочных вен (ТАДЛВ) – редкий врожденный порок сердца с частотой встречаемости 1–1,5% [1–3]. J. Wilson 200 лет назад впервые описал данное заболевание и охарактеризовал его, как прямое отсутствие связи между легочными венами и левым предсердием [4]. Клинико-патологические исследования показали крайне неблагоприятное естественное течение порока, при котором к первому году жизни умирают 75–85% детей [2, 3]. Данной группе педиатрических пациентов необходимо хирургическое лечение, однако оно сопровождается высокой летальностью [5–8]. Некоторые авторы предполагают, что тяжесть состояния может быть связана с исходной функциональной гипоплазией левых отделов сердца [9]. После хирургической коррекции возможно развитие низкого сердечного выброса, которое, вероятно, связано с небольшими левым

предсердием или левым желудочком (ЛЖ) [10]. Цель данного исследования – оценить морфофункциональные особенности левых отделов сердца после коррекции тотального аномального дренажа легочных вен.

**Материалы и методы****Дизайн исследования**

Дизайн исследования – пилотное двуцентровое рандомизированное проспективное простое слепое. В анализ вошли 40 пациентов с ТАДЛВ (супра-, инфракардиальная и смешанная формы), подвергшиеся коррекции порока в отделении врожденных пороков сердца центра новых хирургических технологий НМИЦ им. ак. Е.Н. Мешалкина (Новосибирск) и отделении кардиохирургии № 4 ФГБУ «ФЦССХ» (Астрахань) с декабря 2017 г. по январь 2020 г. В первой группе (n = 20) больным выполнена процедура Sutureless (бесшовная коррекция),



во второй группе (n = 20) – конвенциональная биатриальная коррекция ТАДЛВ (рис. 1). Исследование одобрено локальным этическим комитетом ФГБУ «НМИЦ им. ак. Е.Н. Мешалкина» Минздрава России.

#### Критерии включения:

- изолированный ТАДЛВ,
- возраст больного до года.

#### Критерии невключения:

- ТАДЛВ и сопутствующие пороки сердца,
- возраст больного более года,
- сепсис или пневмония легких,
- полиорганная недостаточность.

#### Критерии исключения:

- отказ пациента от участия на любом из этапов исследования.

#### Характеристика пациентов

Основные клиничко-демографические показатели пациентов представлены в табл. 1.

Группы больных были сопоставимы по росту, полу, возрасту, весу, площади поверхности тела, гестационному возрасту, количеству новорожденных, недоношенных и маловесных пациентов, пренатальной диагностике, формам ТАДЛВ, сердечной недостаточности, фракции выброса (ФВ), индексу конечного диастолического объема (КДО), конечному диастолическому (КДР) и конечному систолическому размеру (КСР) ЛЖ, индексированному объему левого предсердия (иОЛП), соотношению легочного и системного кровотока и давлению в легочной артерии.

Всем пациентам перед хирургической коррекцией ТАДЛВ проведены общеклинические и инструментальные исследования, включающие осмотр детским кардиологом со сбором жалоб и анамнеза и стандартный комплекс физикального и инструментального обследования.

Компьютерная томография выполнена на 320-срезовом томографе Aquilion One (Canon Medical Systems, Япония), оценена анатомия легочных вен (супракардиальная, кардиальная, инфракардиальная или смешанная формы). Трансторакальная эхокардиография проведена всем больным по стандартной методике в положении на спине с использованием ультразвуковой системы VIVID 7 (GE Vingmed Ultrasound AS, Норвегия). ФВ ЛЖ определена в М-режиме по методу Тейхольца. Измерены следующие показатели: КДО, индекс КДО, КДР, КСР. Систолическое давление в правом желудочке оценивали с помощью струи трикуспидальной регургитации. Давление в легочной артерии – посредством ранней диастолической скорости легочной регургитации. Для обоих измерений использовали модифицированное уравнение Бернулли. иОЛП рассчитывали по формуле:  $0,85 \times \text{площадь левого предсердия в четырехкамерном режиме} \times \text{площадь левого предсердия в двухкамерном режиме} / \text{длина левого предсердия} / \text{площадь поверхности тела}$  [11].

#### Статистический анализ

Данные оценки морфофункциональных особенностей левых отделов сердца после коррекции ТАДЛВ проанализированы с помощью программы Stata 14 для macOS (StataCorp LP, College Station, США). Проверка гипотезы нормальности распределения признаков выполнена с помощью критерия Шапиро – Уилка. Условие равенства дисперсий распределений признаков проверены с помощью расчета критерия Левена. Качественные переменные представлены в виде абсолютных значений (%), количественные – в виде медианы (25-й; 75-й процентиля), если не указаны другие. Для определения достоверности различий межгрупповых (независимых) сравнений в группах номинальных данных применяли критерий хи-квадрат,

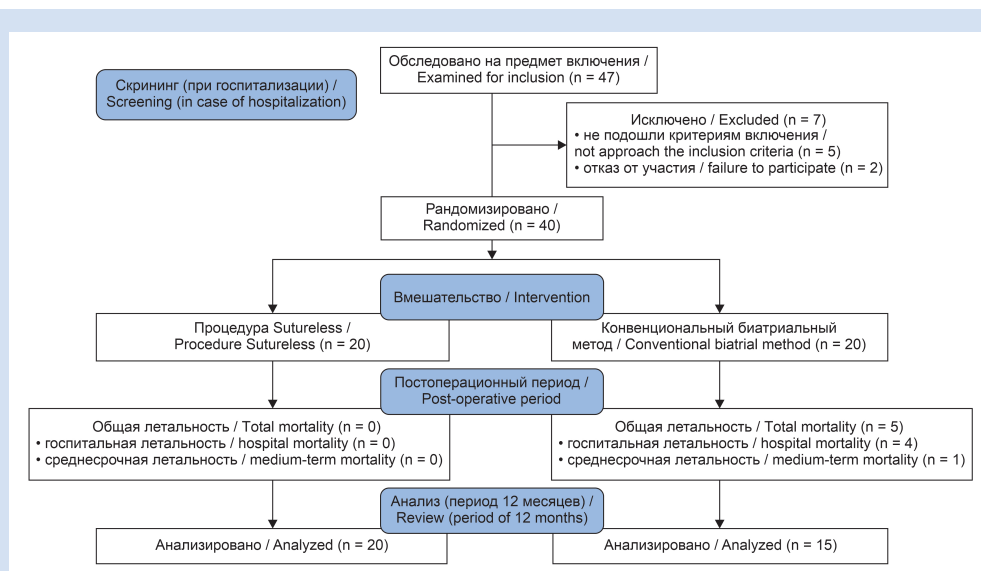


Рисунок 1. Дизайн исследования  
Figure 1. Study design

в группах порядковых данных – непараметрический U-критерий Манна – Уитни. В регрессионном анализе выявления предикторных переменных при бинарной переменной отклика использовали простую и множественную логистическую регрессию. Уровень значимости для всех используемых методов установлен как  $p < 0,05$ .

### Хирургическая техника

Пациенты с ТАДЛВ оперированы под общей комбинированной анестезией. Для индукции использованы 6–7 об./% севорана, 5–6 мкг/кг фентанила и 0,06 мг/кг ардуана. Для поддержания анестезии применяли севоран в объеме 1–1,5 об./%, 5–7 мкг/кг/ч фентанила и 0,03 мг/кг/ч ардуана. Мониторинг артериального давления проводили в лучевой или бедренной артерии.

Хирургический доступ осуществлен из срединной стернотомии. Кожный разрез выполнен брюшным скальпелем № 20 по срединной линии тела от яремной вырезки до основания мечевидного отростка. Подкожная жировая клетчатка рассечена диатермическим ножом с параллельным выполнением гемостаза операционной раны. Грудина продольно рассечена стернотомом. Края надкостницы коагулированы, губчатое вещество грудины обработано воском. Произведена полная тимэктомия или резекция правой доли тимуса. Перикард рассечен диатермокоагулятором, фиксирован держателями. После гепаринизации пациента, 3 мкг/кг, выполнена канюляция аорты, верхней и нижней полых вен. Искусственное кровообращение проведено с объемной скоростью перфузии 150 мл/кг/мин. Температурный контроль при охлаждении пациента

**Таблица 1.** Клинико-демографическая характеристика больных  
**Table 1.** Clinical and demographic characteristics of patients at baseline

Показатель / Parameter	Бесшовная методика / Sutureless technique (n = 20)	Конвенциональная биатриальная методика / Conventional biatrial technique (n = 20)	P
Возраст, дни / Age, days of life	72 (31; 153)	58 (14,5; 135,5)	0,43
Рост, см / Height, cm	55,2 (52,5; 62,2)	52,5 (50,5; 56)	0,22
Вес, кг / Weight, kg	4,4 (3,4; 5,2)	3,4 (2,9; 3,9)	0,16
Площадь поверхности тела, см <sup>2</sup> / Body surface area, cm <sup>2</sup>	0,25 (0,22; 0,30)	0,22 (0,21; 0,25)	0,19
Пол (муж.) / Sex distribution (men), n (%)	13 (65)	10 (50)	0,50
Гестационный возраст, нед. / Gestational age, weeks	39 (38; 40)	38,5 (38; 39)	0,32
Недоношенные пациенты / Premature patients, n (%)	2 (10)	2 (10)	>0,99
Новорожденные пациенты / Newborn patients, n (%)	6 (30)	6 (30)	>0,99
Маловесные пациенты (менее 2,5 кг) / Small patients (less than 2.5 kg), n (%)	3 (15)	1 (5)	0,60
Пренатальная диагностика / Prenatal diagnosis, n (%)	8 (40)	4 (20)	0,30
Обструктивная форма / Obstructive form, n (%)	4 (20)	2 (10)	0,66
Форма ТАДЛВ по Darling / TAPVC form according to Darling [13], n (%): супракардиальная / supracardial инфракардиальная / infracardial смешанная / mixed	12 (60) 4 (20) 4 (20)	12 (60) 4 (20) 4 (20)	>0,99 >0,99 >0,99
ФК сердечной недостаточности / Heart failure class [14], n (%): I II III IV	0 (0) 0 (0) 14 (70) 6 (30)	0 (0) 0 (0) 17 (85) 3 (15)	>0,99 >0,99 0,45 0,45
Фракция выброса / Ejection fraction, %	76,5 (69; 81,5)	75 (71; 85)	0,88
иКДО, мл/м <sup>2</sup> / EDVI, mL/m <sup>2</sup>	18,75 (14,5; 23,3)	23 (17; 34)	0,051
КДР ЛЖ, см / EDV LV, cm	1,5 (1,4; 1,7)	1,6 (1,4; 1,7)	0,62
КСР ЛЖ, см / ESV LV, cm	0,89 (0,77; 0,95)	0,91 (0,76; 1,01)	0,47
иОЛП, мл/м <sup>2</sup> / LAVI, mL/m <sup>2</sup>	4,8 (3,95; 5,7)	5,35 (4,3; 6,2)	0,36
Qp:Qs	2,7 (2,4; 3)	2,6 (2,2; 2,9)	0,25
Давление в ЛА, мм рт. ст. / Pulmonary artery blood pressure, mm Hg	56 (50; 64)	55 (51,5; 60)	0,72

**Примечание:** иКДО – индекс конечного диастолического объема; иОЛП – индексированный объем левого предсердия; КДР – конечный диастолический размер; КСР – конечный систолический размер; ЛА – легочная артерия; ЛЖ – левый желудочек; ТАДЛВ – тотальный anomальный дренаж легочных вен; ФК – функциональный класс; Qp:Qs – соотношение легочного и системного кровотока. Данные представлены в виде медианы (25-й; 75-й перцентили) или числового показателя (%).  
**Note:** EDV – end-diastolic volume; EDVI – end-diastolic volume index; ESV – end-systolic volume; LAVI – left atrium volume index; LV – left ventricle; Qp:Qs – the ratio of pulmonary and systemic blood flow; TAPVC – total anomalous pulmonary venous connection. Quantitative variables are presented as median (25; 75 percentile) or numbers (%).

осуществляли ректальным или назофарингеальным датчиком. Газовый состав крови поддерживали в режиме  $\alpha$ -stat и контролировали каждые 20 мин. По достижении расчетной температуры тела выполняли окклюзию аорты. В корень аорты вводили кардиоплегический раствор Бретшнейдера в объеме 40 мл/кг (Custodiol®, Dr Franz Köhler Chemie GmbH, Германия).

В зависимости от предпочтения хирурга выполнены глубокая гипотермическая остановка кровообращения, антеградная перфузия или полнопоточная перфузия. Глубокая гипотермическая остановка кровообращения осуществлена по достижении ректальной температуры 18–20 °С. Антеградная селективная перфузия головного мозга – со скоростью кровотока 30 мл/кг/мин.

### Процедура Sutureless (бесшовная методика)

Для лучшей визуализации задней стенки левого предсердия и заднего листка перикарда сердце смещено вперед и вправо. Коллектор легочных вен широко рассечен по передней стенке с заходом на легочные вены. Левое предсердие рассечено от межпредсердной перегородки до ушка предсердия, после чего сформирован анастомоз между левым предсердием и задним листком перикарда вокруг коллектора легочных вен с использованием монофиламентной неабсорбируемой нити 7/0. Дефект межпредсердной перегородки закрыт заплатой из ксеноперикарда. Вертикальная вена лигирована во всех случаях.

### Конвенциональный биатриальный метод

Разрез выполнен от основания ушка правого предсердия и продолжен к межжелудочковой перегородке, далее – через межпредсердную перегородку в левое предсердие. Разрез на левом предсердии продолжен по задней стенке на ушко левого предсердия. Рассечена передняя стенка коллектора легочных вен с последующим анастомозированием коллектора легочных вен и левого предсердия с использованием

неабсорбируемых нитей 7/0. Дефект межпредсердной перегородки закрыт заплатой из ксеноперикарда. Вертикальная вена лигирована во всех случаях.

### Завершение операции

После основного этапа операции произведена деаэрация левых камер сердца, снят зажим с восходящей аорты. После периода реперфузии выполнена деканюляция. К правым желудочку и предсердию подшиты временные эпикардальные электроды для стимуляции в послеоперационном периоде. Установлен дренаж в полость перикарда и при необходимости в плевральную полость. При синдроме «тесного средостения» пациентам на края грудины установлена распорка, к краям кожи зафиксирована перчаточная резина (хирургический диастаз грудины). При благоприятной гемодинамике и отсутствии продолжающегося кровотечения стернотомная рана послойно ушита.

### Результаты

30-дневная послеоперационная летальность отмечена только в группе конвенциональной биатриальной методики и составила четыре (20%) случая,  $p = 0,106$ . Причиной летальных исходов в трех (15%) случаях стала тяжелая сердечная недостаточность, в одном (5%) случае – полиорганная недостаточность. Отдаленная летальность отмечена в одном (6,25%) случае в группе конвенциональной биатриальной коррекции. Причина летального исхода – двусторонняя полисегментарная пневмония.

Индекс КДО ЛЖ, систолическая функция ЛЖ, КСР и КДР ЛЖ не различались между группами. иОЛП после операции также не отличался между группами, однако отмечена тенденция к статистической достоверности. Послеоперационное давление в легочной артерии было значительно выше в группе конвенциональной биатриальной методики (табл. 2). Отдаленные результаты ЭхоКГ-параметров в двух группах больных представлены в табл. 3.

**Таблица 2.** Эхокардиографические параметры в раннем послеоперационном периоде  
**Table 2.** Echocardiographic parameters in the early postoperative period

Показатель / Parameter	Бесшовная методика / Sutureless technique (n = 20)	Конвенциональная биатриальная методика / Conventional biatrial technique (n = 20)	p
ФВ / EF, %	77 (71; 80)	75,5 (71,5; 78)	0,51
иКДО, мл/м <sup>2</sup> / EDVI, mL/m <sup>2</sup>	38 (28,5; 45)	37,1 (31; 47,75)	0,48
КДР ЛЖ, см / EDV LV, cm	1,7 (1,5; 1,8)	1,7 (1,4; 1,8)	0,87
КСР ЛЖ, см / ESV LV, cm	0,93 (0,81; 0,97)	0,92 (0,80; 1,03)	0,56
иОЛП, мл/м <sup>2</sup> / LAVI, mL/m <sup>2</sup>	15 (13,65; 17,25)	12,85 (10,95; 15,15)	0,057
ДЛА, мм рт. ст. / Pulmonary artery blood pressure, mm Hg	27 (25; 28)	45,5 (31,5; 60,5)	0,001

**Примечание:** ДЛА – давление в легочной артерии; иКДО – индекс конечного диастолического объема; иОЛП – индексированный объем левого предсердия; КДР – конечный диастолический размер; КСР – конечный систолический размер; ЛЖ – левый желудочек; ФВ – фракция выброса. Данные представлены в виде медианы (25-й; 75-й процентиля).

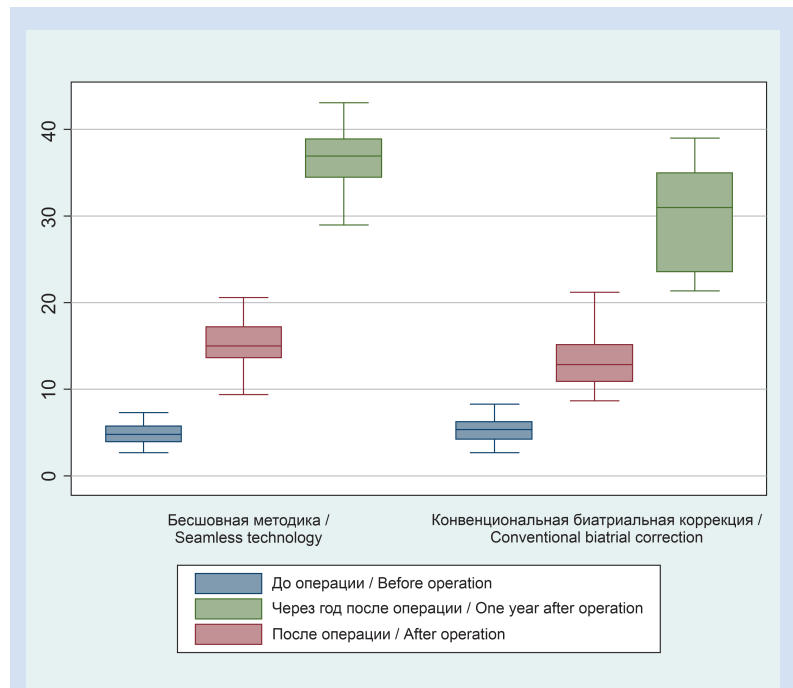
**Note:** EDV – end-diastolic volume; EDVI – end-diastolic volume index; EF – ejection fraction; ESV – end-systolic volume; LAVI – left atrium volume index; LV – left ventricle. Quantitative variables are presented as median (25; 75 percentile).

Индекс КДО ЛЖ, систолическая функция ЛЖ, КСР и КДР ЛЖ через год после операции также не различались между группами. иОЛП и давление в легочной артерии через год после операции демонстрировали различия в группах больных, первый показатель был выше у пациентов с бесшовной коррекцией.

**Внутригрупповой анализ эхокардиографических параметров**

Анализ эхокардиографических параметров среди пациентов бесшовной методики представлен в табл. 4.

В группе бесшовной методики при внутригрупповом анализе с поправкой по Бонферрони ФВ ЛЖ не отличалась до и сразу после операции ( $p = >0,99$ ); также показатели ФВ ЛЖ через год после операции не отличались от до- и ближайших послеоперационных результатов ( $p = 0,085$ ). Индекс КДО ЛЖ, КДР и КСР ЛЖ, иОЛП различались на всех этапах анализа ( $p = 0,001$ ) (рис. 2).



**Рисунок 2.** Показатели индексированного объема левого предсердия в разные сроки наблюдения

**Picture 2.** Indicators of the indexed left atrium volume at different periods of the follow-up

**Таблица 3.** Эхокардиографические параметры через год после операции  
**Table 3.** Echocardiographic parameters within the 1-year follow-up

Показатель / Parameter	Бесшовная методика / Sutureless technique (n = 20)	Конвенциональная биатриальная методика / Conventional biatrial technique (n = 15)	p
ФВ / EF, %	72 (69; 74,5)	68 (62; 75)	0,27
иКДО, мл/м <sup>2</sup> / EDVI, mL/m <sup>2</sup>	50 (43; 57)	50,2 (28,8; 60,9)	0,49
КДР ЛЖ, см / EDV LV, cm	2,1 (1,8; 2,2)	2,05 (1,8; 2,3)	0,69
КСР ЛЖ, см / ESV LV, cm	1,1 (1,05; 1,25)	1,12 (1,1; 1,2)	0,49
иОЛП, мл/м <sup>2</sup> / LAVI, mL/m <sup>2</sup>	37 (34,5; 38,9)	31 (23,6; 35)	0,01
ДЛА, мм рт. ст. / Pulmonary artery blood pressure, mm Hg	26 (22,5; 29)	37 (25; 48)	0,0055

**Примечание:** ДЛА – давление в легочной артерии; иКДО – индекс конечного диастолического объема; иОЛП – индексированный объем левого предсердия; КДР – конечный диастолический размер; КСР – конечный систолический размер; ЛЖ – левый желудочек; ФВ – фракция выброса. Данные представлены в виде медианы (25-й; 75-й процентиля).

**Note:** EDV – end-diastolic volume; EDVI – end-diastolic volume index; EF – ejection fraction; ESV – end-systolic volume; LAVI – left atrium volume index; LV – left ventricle. Quantitative variables are presented as median (25; 75 percentile).

**Таблица 4.** Внутригрупповое сравнение эхокардиографических параметров в группе бесшовной методики  
**Table 4.** Intra-group comparison of echocardiographic parameters in the group of sutureless repair

Показатель / Parameter	До операции / Before surgery	После операции / After operation	Через год после операции / One year after surgery	p
ФВ / EF, %	76,5 (69; 81,5)	77 (71; 80)	72 (69; 74,5)	0,04
иКДО, мл/м <sup>2</sup> / EDVI, mL/m <sup>2</sup>	18,75 (14,5; 23,3)	38 (28,5; 45)	50 (43; 57)	0,001
КДР ЛЖ, см / EDV LV, cm	1,5 (1,4; 1,7)	1,7 (1,5; 1,8)	2,1 (1,8; 2,2)	0,001
КСР ЛЖ, см / ESV LV, cm	0,89 (0,77; 0,95)	0,93 (0,81; 0,97)	1,1 (1,05; 1,25)	0,001
иОЛП, мл/м <sup>2</sup> / LAVI, mL/m <sup>2</sup>	4,8 (3,95; 5,7)	15 (13,65; 17,25)	37 (34,5; 38,9)	0,001
ДЛА, мм рт. ст. / Pulmonary artery blood pressure, mm Hg	56 (50; 64)	27 (25; 28)	26 (22,5; 29)	0,001

**Примечание:** ДЛА – давление в легочной артерии; иКДО – индекс конечного диастолического объема; иОЛП – индексированный объем левого предсердия; КДР – конечный диастолический размер; КСР – конечный систолический размер; ЛЖ – левый желудочек; ФВ – фракция выброса. Данные представлены в виде медианы (25-й; 75-й процентиля).

**Note:** EDV – end-diastolic volume; EDVI – end-diastolic volume index; EF – ejection fraction; ESV – end-systolic volume; LAVI – left atrium volume index; LV – left ventricle. Quantitative variables are presented as median (25; 75 percentile).



Дооперационное давление в легочной артерии отличалось от ближайших и отдаленных послеоперационных результатов ( $p = 0,001$ ), в то время как как показатели сразу после и через год после операции не различались ( $p = >0,99$ ). Анализ эхокардиографических параметров в группе конвенциональной биатриальной коррекции представлен в табл. 5.

При внутригрупповом анализе с поправкой по Бонферрони ФВ ЛЖ не отличалась до и сразу после операции ( $p = >0,99$ ); также показатели ФВ ЛЖ через год после операции не отличались от дооперационных значений ( $p = 0,095$ ). Показатели индекса КДО, КДР, КСР ЛЖ и иОЛП различались до, сразу после и через год после вмешательства ( $p = 0,001$ ) (см. рис. 2). Давление в легочной артерии также менялось на всех этапах исследования ( $p = 0,001$ ).

### Обсуждение

Комбинированный системный и легочный венозный возврат в правое предсердие приводит к объемной перегрузке правого желудочка, недостаточным притоку крови в левое предсердие и наполнению ЛЖ, системной гипоперфузии [10]. Гипоплазия левого предсердия наблюдается сразу после рождения ребенка с ТАДЛВ и объясняется отсутствием связи между коллектором легочных вен и левым предсердием во время эмбриогенеза [12]. Отсутствие притока крови в левое предсердие влияет на размер только самой полости предсердия, поскольку ушко левого предсердия остается в норме [13, 14]. Таким образом, новорожденный с ТАДЛВ имеет тенденцию к гипоплазии левого предсердия [13].

Во время систолы желудочков, когда А-V-клапаны закрыты, объемное заполнение правого предсердия, по сравнению с левым, зависит от сравнительной растяжимости обеих камер и размера межпредсердной коммуникации [15]. Высокая растяжимость правого предсердия способствует преимущественному заполнению этой камеры [15]. Кроме того, наличие относительно небольшого

межпредсердного сообщения может дополнительно ограничить заполнение левого предсердия [16]. В нашем исследовании также представлены невысокие дооперационные значения иОЛП в обеих группах больных в сравнении с показателями здоровых детей, продемонстрированными в различных исследованиях [11]. Несмотря на небольшой размер полости левого предсердия, заполнение ЛЖ кажется в пределах нормы, что подтверждает нормальный или почти нормальный индекс КДО ЛЖ. Таким образом, левое предсердие, по-видимому, имеет ограниченную функцию резервуара, но играет роль пассивного «канала» от правого предсердия к ЛЖ. Поэтому большое межпредсердное сообщение является важным фактором поддержания стабильной гемодинамики. Так, баллонная атриосептостомия кардинально улучшает состояние ребенка с рестриктивным дефектом межпредсердной перегородки [17]. Большое межпредсердное сообщение не способствует увеличению левого предсердия, но поддерживает нормальный объем ЛЖ и адекватную системную циркуляцию [10].

В последние годы риски летальности после оперативного вмешательства значительно снизились – с 50 до 2% [5–8, 18]. Успех операции во многом зависит от создания анастомоза между общим коллектором легочных вен и левым предсердием [19]. Тем не менее некоторые исследователи предположили, что левое предсердие слишком мало, чтобы справиться с системным венозным возвратом [16, 20]. Наш опыт и опыт других авторов показывает адекватные доказательства того, что размер левого предсердия не является ограничивающим признаком в большинстве случаев [8, 10]. Также мы продемонстрировали, что после операции системный легочный возврат увеличивает размер левого предсердия более чем в 2 раза независимо от выбранной методики коррекции порока.

Маленький ЛЖ, несомненно, будет критическим для пациента после коррекции ТАДЛВ, однако размер в большинстве случаев остается нормальным,

**Таблица 5.** Внутригрупповое сравнение эхокардиографических параметров в группе конвенциональной биатриальной методики  
**Table 5.** Intra-group comparison of echocardiographic parameters in the group of conventional repair

Показатель / Parameter	До операции / Before surgery	После операции / After operation	Через год после операции / One year after surgery	p
ФВ / EF, %	75 (71; 85)	75,5 (71,5; 78)	68 (62; 75)	0,033
иКДО, мл/м <sup>2</sup> / EDVI, mL/m <sup>2</sup>	23 (17; 34)	37,1 (31; 47,75)	50,2 (28,8; 60,9)	0,095
КДР ЛЖ, см / EDV LV, cm	1,6 (1,4; 1,7)	1,7 (1,4; 1,8)	2,05 (1,8; 2,3)	0,001
КСР ЛЖ, см / ESV LV, cm	0,91 (0,76; 1,01)	0,92 (0,80; 1,03)	1,12 (1,1; 1,2)	0,001
иОЛП, мл/м <sup>2</sup> / LAVI, mL/m <sup>2</sup>	5,35 (4,3; 6,2)	12,85 (10,95; 15,15)	31 (23,6; 35)	0,001
ДЛА, мм рт. ст. / Pulmonary artery blood pressure, mm Hg	55 (51,5; 60)	45,5 (31,5; 60,5)	37 (25; 48)	0,001

**Примечание:** ДЛА – давление в легочной артерии; иКДО – индекс конечного диастолического объема; иОЛП – индексированный объем левого предсердия; КДР – конечный диастолический размер; КСР – конечный систолический размер; ЛЖ – левый желудочек; ФВ – фракция выброса. Данные представлены в виде медианы (25-й; 75-й процентили).

**Note:** EDV – end-diastolic volume; EDVI – end-diastolic volume index; EF – ejection fraction; ESV – end-systolic volume; LAVI – left atrium volume index; LV – left ventricle. Quantitative variables are presented as median (25; 75 percentile).

а его функции лишь минимально нарушены. Ни в одном случае мы не наблюдали клинических признаков низкого сердечного выброса после операции. Мы полагаем, что оба метода хирургической коррекции, проанализированные в нашем исследовании, являются удовлетворительными для коррекции ТАДЛВ независимо от формы венозного дренажа. Однако в послеоперационном периоде могут возникать резидуальные стенозы легочных вен или коллектора, которые и приводят к летальным исходам в госпитальный период [8, 19].

В отдаленном периоде разрастание неоинтимы в области шва анастомоза может также вызывать стеноз коллектора легочных вен и летальные исходы [8, 19, 21, 22]. По данным В. Yanagawa и соавт. [8] и О. Nonjo и коллег [21], применение бесшовной методики, при которой отсутствует прямая линия шва с легочными венами, способствует снижению риска разрастания неоинтимы, рубцевания и деформации легочных вен. В нашей работе в отдаленном периоде в группе бесшовной методики иОЛП значительно выше, чем в группе конвенциональной биатриальной коррекции. Скорее всего, это связано с наличием стеноза коллектора легочных вен в группе конвенциональной биатриальной методики. Недостаточный приток крови в левое предсердие из-за резидуального стеноза легочных вен или пролиферации неоинтимы на анастомозе снижает рост левого предсердия и повышает давление в легочной артерии, что подтверждают результаты нашего исследования. Однако, несмотря на разницу в увеличении левого предсердия между группами, все исследуемые пациенты имели нормальные показатели иОЛП относительно здоровых детей.

#### Информация об авторах

*Плотников Михаил Валерьевич*, врач – сердечно-сосудистый хирург, заведующий отделением кардиохирургии № 4 федерального государственного бюджетного учреждения «Федеральный центр сердечно-сосудистой хирургии» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Астрахань, Российская Федерация; **ORCID** 0000-0002-0877-4727

*Горбатов Юрий Николаевич*, доктор медицинских наук, профессор врач – сердечно-сосудистый хирург отделения врожденных пороков сердца, ведущий научный сотрудник центра новых хирургических технологий федерального государственного бюджетного учреждения «Национальный медицинский исследовательский центр имени академика Е.Н. Мешалкина» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Новосибирск, Российская Федерация; **ORCID** 0000-0002-6204-5381

*Архипов Алексей Николаевич*, кандидат медицинских наук врач – сердечно-сосудистый хирург, заведующий отделением врожденных пороков сердца, старший научный сотрудник центра новых хирургических технологий федерального государственного бюджетного учреждения «Национальный медицинский исследовательский центр имени академика Е.Н. Мешалкина» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Новосибирск, Российская Федерация; **ORCID** 0000-0003-3234-5436

#### Ограничения исследования

Данная работа направлена на оптимизацию выбора хирургической тактики у пациентов с ТАДЛВ. В исследование включены только больные с ТАДЛВ без сопутствующих патологий, что могло привести к ограничению результатов у основной когорты пациентов. Возможные субъективные диагностические факторы, а также малый размер выборки также являются ограничением исследования.

#### Заключение

Индексированный объем левого предсердия зависел от способа коррекции ТАДЛВ и был выше в группе бесшовной методики: 37 против 31 мл/м<sup>2</sup> в группе конвенциональной биатриальной коррекции. Пропорциональность увеличения ЛЖ не зависела от тактики вмешательства и не различалась между исследуемыми больными.

#### Конфликт интересов

М.В. Плотников заявляет об отсутствии конфликта интересов. Ю.Н. Горбатов заявляет об отсутствии конфликта интересов. А.Н. Архипов заявляет об отсутствии конфликта интересов. А.Ю. Омельченко заявляет об отсутствии конфликта интересов. М.Г. Галстян заявляет об отсутствии конфликта интересов. С.М. Иванцов заявляет об отсутствии конфликта интересов. А.В. Богачев-Прокофьев заявляет об отсутствии конфликта интересов. И.А. Соинов заявляет об отсутствии конфликта интересов.

#### Финансирование

Авторы заявляют об отсутствии финансирования исследования.

#### Author Information Form

*Plotnikov Mikhail V.*, M.D., a cardiovascular surgeon, the Head of the Department of Cardiac Surgery No. 4, Federal State Budgetary Institution “Federal Center for Cardiovascular Surgery” of the Ministry of Health of the Russian Federation, Astrakhan, Russian Federation; **ORCID** 0000-0002-0877-4727

*Gorbatykh Yuri N.*, Ph.D., Professor, a cardiovascular surgeon at the Department of Congenital Heart Diseases, a leading researcher at the Center for New Surgical Technologies, Meshalkin National Medical Research Center of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation, Novosibirsk, Russian Federation; **ORCID** 0000-0002-6204-5381

*Arkipov Aleksey N.*, Ph.D., a cardiovascular surgeon, the Head of the Department of Congenital Heart Diseases, a senior researcher at the Center for New Surgical Technologies, Meshalkin National Medical Research Center of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation, Novosibirsk, Russian Federation; **ORCID** 0000-0003-3234-5436

*Омельченко Александр Юрьевич*, доктор медицинских наук ведущий научный сотрудник лаборатории пороков сердца отдела хирургии сердца и сосудов, врач – сердечно-сосудистый хирург кардиохирургического отделения № 2 федерального государственного бюджетного научного учреждения «Научно-исследовательский институт комплексных проблем сердечно-сосудистых заболеваний», Кемерово, Российская Федерация; **ORCID** 0000-0001-9564-755X

*Галстян Мелине Гамлетовна*, аспирант центра новых хирургических технологий федерального государственного бюджетного учреждения «Национальный медицинский исследовательский центр имени академика Е.Н. Мешалкина» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Новосибирск, Российская Федерация; **ORCID** 0000-0003-3870-169X

*Иванцов Сергей Михайлович*, кандидат медицинских наук врач – сердечно-сосудистый хирург отделения врожденных пороков сердца, научный сотрудник центра новых хирургических технологий федерального государственного бюджетного учреждения «Национальный медицинский исследовательский центр имени академика Е.Н. Мешалкина» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Новосибирск, Российская Федерация; **ORCID** 0000-0002-8715-0778

*Богачев-Прокофьев Александр Владимирович*, доктор медицинских наук врач – сердечно-сосудистый хирург отделения приобретенных пороков сердца, руководитель центра новых хирургических технологий федерального государственного бюджетного учреждения «Национальный медицинский исследовательский центр имени академика Е.Н. Мешалкина» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Новосибирск, Российская Федерация; **ORCID** 0000-0003-4625-4631

*Соинов Илья Александрович*, кандидат медицинских наук врач – сердечно-сосудистый хирург отделения врожденных пороков сердца, старший научный сотрудник центра новых хирургических технологий федерального государственного бюджетного учреждения «Национальный медицинский исследовательский центр имени академика Е.Н. Мешалкина» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Новосибирск, Российская Федерация; **ORCID** 0000-0003-3691-2848

*Omelchenko Aleksandr Yu.*, Ph.D., Ph.D., a cardiovascular surgeon, a leading researcher at the Laboratory of Valvular Heart Diseases, Department of Heart and Vessel Surgery, Federal State Budgetary Institution “Research Institute for Complex Issues of Cardiovascular Diseases; **ORCID** 0000-0001-9564-755X

*Galstyan Meline H.*, a post-graduate student at the Center for New Surgical Technologies, Meshalkin National Medical Research Center of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation, Novosibirsk, Russian Federation; **ORCID** 0000-0003-3870-169X

*Ivanzov Sergey M.*, Ph.D., a cardiovascular surgeon at the Department of Congenital Heart Diseases, a researcher at the Center for New Surgical Technologies, Meshalkin National Medical Research Center of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation, Novosibirsk, Russian Federation; **ORCID** 0000-0002-8715-0778

*Bogachev-Prokophiev Alexander V.*, Ph.D., a cardiovascular surgeon at the Department of Acquired Heart Diseases, the Head of the Center for New Surgical Technologies, Meshalkin National Medical Research Center of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation, Novosibirsk, Russian Federation; **ORCID** 0000-0003-4625-4631

*Soynov Ilya A.*, Ph.D., a cardiovascular surgeon at the Department of Congenital Heart Diseases, a senior researcher at the Center for New Surgical Technologies, Meshalkin National Medical Research Center of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation, Novosibirsk, Russian Federation; **ORCID** 0000-0003-3691-2848

#### Вклад авторов в статью

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

*ГЮН* – вклад в дизайн исследования, корректировка статьи, утверждение окончательной версии для публикации, полная ответственность за содержание

*ААН* – анализ и интерпретация данных исследования, корректировка статьи, утверждение окончательной версии для публикации, полная ответственность за содержание

*ОАЮ* – вклад в дизайн исследования, корректировка статьи, утверждение окончательной версии для публикации, полная ответственность за содержание

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

*ИСМ* – интерпретация данных исследования, корректировка статьи, утверждение окончательной версии для публикации, полная ответственность за содержание

#### Author Contribution Statement

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

*GYuN* – contribution to the design of the study, editing, approval of the final version, fully responsible for the content

*AAN* – data analysis and interpretation, editing, approval of the final version, fully responsible for the content

*OAYu* – contribution to the design of the study, editing, approval of the final version, fully responsible for the content

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

*ISM* – data interpretation, editing, approval of the final version, fully responsible for the content



*БАВ* – вклад в дизайн исследования, корректировка статьи, утверждение окончательной версии для публикации, полная ответственность за содержание

*СИА* – вклад в дизайн исследования, анализ и интерпретация данных исследования, корректировка статьи, утверждение окончательной версии для публикации, полная ответственность за содержание

*BAV* – contribution to the design of the study, editing, approval of the final version, fully responsible for the content

*SIA* – contribution to the design of the study, data analysis and interpretation, editing, approval of the final version, fully responsible for the content

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Seale A. N., Uemura H., Webber S. A., Partridge J., Roughton M., Ho S. Y., McCarthy K.P., Jones S., Shaughnessy L., Sunnegardh J., Hanseus K., Berggren H., Johansson S., Rigby M.L., Keeton B.R., Daubeney P.E.; British Congenital Cardiac Association. Total anomalous pulmonary venous connection: outcome of postoperative pulmonary venous obstruction. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 2013;145:1255–1262. doi: 10.1016/j.jtcvs.2012.06.031
2. Hancock Friesen C.L., Zurakowski D., Thiagarajan R.R., Forbes J.M., del Nido P.J., Mayer J.E., Jonas R.A. Total anomalous pulmonary venous connection: an analysis of current management strategies in a single institution. *Ann. Thorac. Surg.* 2005;79:596–606. doi: 10.1016/j.athoracsur.2004.07.005.
3. Caldarone C.A., Najm H.K., Kadletz M., Freedom R.M., Williams W.G., Coles J.G. Surgical management of total anomalous pulmonary venous drainage: impact of coexisting cardiac anomalies. *Ann. Thorac. Surg.* 1998;66(5):1521–526. doi: 10.1016/s0003-4975(98)00951-5.
4. Wilson J. A description of a very unusual formation of the human heart. *Philosoph. Trans. Roy. Soc. London.* 1898; 88: 346.
5. Kelle A.M., Backer C.L., Gossett J.G., Kaushal S., Mavroudis C. Total anomalous pulmonary venous connection: results of surgical repair of 100 patients at a single institution. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 2010. 139:1387–1394 e3. doi: 10.1016/j.jtcvs.2010.02.024.
6. Lacour-Gayet F. Surgery for pulmonary venous obstruction after repair of total anomalous pulmonary venous return. *Semin Thorac Cardiovasc Surg Pediatr Card Surg Annu.* 2006;45-50. doi: 10.1053/j.pcsu.2006.02.010.
7. Matsuhisa H, Oshima Y, Maruo A, Hasegawa T, Tanaka A, Noda R. Primary sutureless repair and anterior translocation of the atrial septum for cardiac total anomalous pulmonary venous connection. *Ann Thorac Surg.* 2013;95:729–730. doi: 10.1016/j.athoracsur.2012.09.080.
8. Yanagawa B., Alghamdi A.A., Dragulescu A., Viola N., Al-Radi O.O., Mertens L.L., Coles J.G., Caldarone C.A., Van Arsdell G.S. Primary sutureless repair for "simple" total anomalous pulmonary venous connection: midterm results in a single institution. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 2011. 141(6):1346–54. doi: 10.1016/j.jtcvs.2010.10.056.
9. Chowdhury U.K., Sankhyan L.K. The vertical vein in patients with obstructive supracardiac totally anomalous pulmonary venous connection: we can ligate it but should we ligate it? *Clin Case Reports Int.* 2018;2:1066.
10. Mathew R., Thilenius O.G., Replogle R.L., Arcilla R.A. Cardiac function in total anomalous pulmonary venous return before and after surgery. *Circulation.* 1977;55(2):361–370. doi: 10.1161/01.cir.55.2.361.
11. Lang, R.M., Bierig, M., Devereux, R.B., Flachskampf, F.A., Foster, E., Pellikka, P.A. et al. Recommendations for chamber quantification: a report from the American Society of Echocardiography's Guidelines and Standards Committee and the Chamber Quantification Writing Group, developed in conjunction with the European Association of Echocardiography, a branch of the European Society of Cardiology. *J Am Soc Echocardiogr.* 2005; 18: 1440–1463. doi: 10.1016/j.echo.2005.10.005.
12. Anderson R.H., Brown N.A., Moorman A.F.M. Development and structures of the venous pole of the heart. *Dev. Dyn.* 2006; 235:2–9. doi: 10.1002/dvdy.20578.
13. van den Berg G., Moorman A.F. Development of the pulmonary vein and the systemic venous sinus: an interactive 3D overview. *PLoS. One.* 2011; 6: e22055. doi: 10.1371/journal.pone.0022055.
14. Сойнов И.А., Кулябин Ю.Ю., Ничай Н.Р., Войтов А.В., Горбатов А.В., Иванцов С.М., Лейкехман А.В., Богачев-Прокофьев А.В. Инвагинация ушка левого предсердия у ребенка раннего возраста после коррекции дефекта межжелудочковой перегородки. Комплексные проблемы сердечно-сосудистых заболеваний. 2016. Т. 5. № 3. С. 66–68. <https://doi.org/10.17802/2306-1278-2016-3-66-68>
15. Alexi-Meskishvili V., Unbehaun A., Hetzer R. Anomalous Pulmonary Venous Connections and Congenital Defects of the Atria, the Atrioventricular Septum, and the Atrioventricular Valves. In: Ziemer G., Haverich A. (eds) *Cardiac Surgery.* Berlin. Heidelberg: Springer; 2017
16. Kirshborn P., Jagers J., Underleider R. Total anomalous pulmonary venous connection. In: *Pediatric Cardiac Surgery.* 3rd. ed. Mavroudis C (Ed). Philadelphia: Mosby; 2003.
17. Keane J.F., Fyler D.C. Total anomalous pulmonary venous return. In: *Nadas' Pediatric Cardiology.* 2nd. Keane J.F., Lock J.E., Fyler D.C. (Eds). Philadelphia: Saunders Elsevier; 2006.
18. Behrendt D.M., Aberdeen E., Waterston D.J. Total anomalous pulmonary venous drainage in infants. *Circulation.* 1972; 46:347–356.
19. Wu Y., Wu Z., Zheng J., Li Y., Zhou Y., Kuang H., Jin X., Wu C. Sutureless technique versus conventional surgery in the primary treatment of total anomalous pulmonary venous connection: a systematic review and meta-analysis. *J Cardiothorac Surg.* 2018;13(1):69. doi: 10.1186/s13019-018-0756-z.
20. Lucas R.V. Jr., Woolfrey B.F., Anderson R.C., Lester R.G., Edwards J.E. Atresia of the common pulmonary vein. *Pediatrics.* 1962. 29:729.
21. Honjo O., Atlin C.R., Hamilton B.C., Al-Radi O., Viola N., Coles J.G., Van Arsdell G.S., Caldarone C.A. Primary sutureless repair for infants with mixed total anomalous pulmonary venous drainage. *Ann Thorac. Surg.* 2010;90:862–868. doi: 10.1016/j.athoracsur.2010.05.007.
22. Yun T.J., Coles J.G., Konstantinov I.E., Al-Radi O.O., Wald R.M., Guerra V., de Oliveira N.C., Van Arsdell G.S., Williams W.G., Smallhorn J., Caldarone C.A. Conventional and sutureless techniques for management of the pulmonary veins: evolution of indications from postrepair pulmonary vein stenosis to primary pulmonary vein anomalies. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2005; 129: 167–174. doi: 10.1016/j.jtcvs.2004.08.043.

## REFERENCES

1. Seale A. N., Uemura H., Webber S. A., Partridge J., Roughton M., Ho S. Y., McCarthy K.P., Jones S., Shaughnessy L., Sunnegardh J., Hanseus K., Berggren H., Johansson S., Rigby M.L., Keeton B.R., Daubeney P.E.; British Congenital Cardiac Association. Total anomalous pulmonary venous connection: outcome of postoperative pulmonary venous obstruction. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 2013;145:1255–1262. doi: 10.1016/j.jtcvs.2012.06.031



2. Hancock Friesen C.L., Zurakowski D., Thiagarajan R.R., Forbes J.M., del Nido P.J., Mayer J.E., Jonas R.A. Total anomalous pulmonary venous connection: an analysis of current management strategies in a single institution. *Ann. Thorac. Surg.* 2005;79:596-606. doi: 10.1016/j.athoracsur.2004.07.005.
3. Caldarone C.A., Najm H.K., Kadletz M., Freedom R.M., Williams W.G., Coles J.G. Surgical management of total anomalous pulmonary venous drainage: impact of coexisting cardiac anomalies. *Ann. Thorac. Surg.* 1998;66(5):1521-526. doi: 10.1016/s0003-4975(98)00951-5.
4. Wilson J. A description of a very unusual formation of the human heart. *Philosoph. Trans. Roy. Soc. London.* 1898; 88: 346.
5. Kelle A.M., Backer C.L., Gossett J.G., Kaushal S., Mavroudis C. Total anomalous pulmonary venous connection: results of surgical repair of 100 patients at a single institution. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 2010. 139:1387-1394 e3. doi: 10.1016/j.jtcvs.2010.02.024.
6. Lacour-Gayet F. Surgery for pulmonary venous obstruction after repair of total anomalous pulmonary venous return. *Semin Thorac Cardiovasc Surg Pediatr Card Surg Annu.* 2006;45-50. doi: 10.1053/j.pcsu.2006.02.010.
7. Matsuhisa H, Oshima Y, Maruo A, Hasegawa T, Tanaka A, Noda R. Primary sutureless repair and anterior translocation of the atrial septum for cardiac total anomalous pulmonary venous connection. *Ann Thorac Surg.* 2013;95:729–730. doi: 10.1016/j.athoracsur.2012.09.080.
8. Yanagawa B., Alghamdi A.A., Dragulescu A., Viola N., Al-Radi O.O., Mertens L.L., Coles J.G., Caldarone C.A., Van Arsdell G.S. Primary sutureless repair for "simple" total anomalous pulmonary venous connection: midterm results in a single institution. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 2011. 141(6):1346-54. doi: 10.1016/j.jtcvs.2010.10.056.
9. Chowdhury U.K., Sankhyan L.K. The vertical vein in patients with obstructive supracardiac totally anomalous pulmonary venous connection: we can ligate it but should we ligate it? *Clin Case Reports Int.* 2018;2:1066.
10. Mathew R., Thilenius O.G., Replogle R.L., Arcilla R.A. Cardiac function in total anomalous pulmonary venous return before and after surgery. *Circulation.* 1977;55(2):361-370. doi: 10.1161/01.cir.55.2.361.
11. Lang R.M., Bierig M., Devereux R.B., Flachskampf F.A., Foster E., Pellikka P.A. et al. Recommendations for chamber quantification: a report from the American Society of Echocardiography's Guidelines and Standards Committee and the Chamber Quantification Writing Group, developed in conjunction with the European Association of Echocardiography, a branch of the European Society of Cardiology. *J Am Soc Echocardiogr.* 2005; 18: 1440–1463. doi: 10.1016/j.echo.2005.10.005.
12. Anderson R.H., Brown N.A., Moorman A.F.M. Development and structures of the venous pole of the heart. *Dev. Dyn.* 2006; 235:2–9. doi: 10.1002/dvdy.20578.
13. van den Berg G., Moorman A.F. Development of the pulmonary vein and the systemic venous sinus: an interactive 3D overview. *PLoS. One.* 2011; 6: e22055. doi: 10.1371/journal.pone.0022055.
14. Soyнов I.A., Kulyabin Yu.Yu., Nichay N.R., Voitov A.V., Gorbatykh A.V., Ivantsov S.M., Leykehman A.V., Bogachev-Prokofiyev A.V., Litasova E.E. Invagination of the left atrial appendage in infant after ventricular septal defect closure. *Complex Issues of Cardiovascular Diseases.* 2016;(3):66-68. (In Russian) <https://doi.org/10.17802/2306-1278-2016-3-66-68>
15. Alexi-Meskishvili V., Unbehaun A., Hetzer R. Anomalous Pulmonary Venous Connections and Congenital Defects of the Atria, the Atrioventricular Septum, and the Atrioventricular Valves. In: Ziemer G., Haverich A. (eds) *Cardiac Surgery.* Berlin. Heidelberg: Springer; 2017
16. Kirshborn P., Jagers J., Underleider R. Total anomalous pulmonary venous connection. In: *Pediatric Cardiac Surgery.* 3rd. ed. Mavroudis C (Ed). Philadelphia: Mosby; 2003.
17. Keane J.F., Fyler D.C. Total anomalous pulmonary venous return. In: *Nadas' Pediatric Cardiology.* 2nd. Keane J.F., Lock J.E., Fyler D.C. (Eds). Philadelphia: Saunders Elsevier; 2006.
18. Behrendt D.M., Aberdeen E., Waterston D.J. Total anomalous pulmonary venous drainage in infants. *Circulation.* 1972; 46:347–356.
19. Wu Y., Wu Z., Zheng J., Li Y., Zhou Y., Kuang H., Jin X., Wu C. Sutureless technique versus conventional surgery in the primary treatment of total anomalous pulmonary venous connection: a systematic review and meta-analysis. *J Cardiothorac Surg.* 2018;13(1):69. doi: 10.1186/s13019-018-0756-z.
20. Lucas R.V. Jr., Woolfrey B.F., Anderson R.C., Lester R.G., Edwards J.E. Atresia of the common pulmonary vein. *Pediatrics.* 1962. 29:729.
21. Honjo O., Atlin C.R., Hamilton B.C., Al-Radi O., Viola N., Coles J.G., Van Arsdell G.S., Caldarone C.A. Primary sutureless repair for infants with mixed total anomalous pulmonary venous drainage. *Ann Thorac. Surg.* 2010;90:862–868. doi: 10.1016/j.athoracsur.2010.05.007.
22. Yun T.J., Coles J.G., Konstantinov I.E., Al-Radi O.O., Wald R.M., Guerra V., de Oliveira N.C., Van Arsdell G.S., Williams W.G., Smallhorn J., Caldarone C.A. Conventional and sutureless techniques for management of the pulmonary veins: evolution of indications from postrepair pulmonary vein stenosis to primary pulmonary vein anomalies. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2005; 129: 167–174. doi: 10.1016/j.jtcvs.2004.08.043.

**Для цитирования:** Плотников М.В., Горбатов Ю.Н., Архипов А.Н., Омельченко А.Ю., Галстян М.Г., Иванцов С.М., Богачев-Прокофьев А.В., Соинов И.А. Морфофункциональные особенности левых отделов сердца после коррекции тотального аномального дренажа легочных вен. *Комплексные проблемы сердечно-сосудистых заболеваний.* 2021;10(2): 36-46. DOI: 10.17802/2306-1278-2021-10-2-36-46

**To cite:** Plotnikov M.V., Gorbatykh Yu.N., Arkhipov A.N., Omelchenko A.Yu., Galstyan M.G., Ivanzov S.M., Bogachev-Prokofiev A.V., Soyнов I.A. Early-term surgical outcomes after correction of total anomalous pulmonary venous connection. *Complex Issues of Cardiovascular Diseases.* 2021;10(2): 36-46. DOI: 10.17802/2306-1278-2021-10-2-36-46