Хирургическое лечение изолированного тотального аномального дренажа легочных вен у новорожденных: анализ факторов риска и непосредственных результатов

ДЛЯ КОРРЕСПОНДЕНЦИИ

Морозов Александр Александрович –
кандидат медицинских наук, врач –
сердечно-сосудистый хирург
ФГБУ «НМИЦ им. В.А. Алмазова»
Минздрава России
(Санкт-Петербург, Российская
Федерация)
E-mail: morozov_1981@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0001-9350-8804>

Морозов А.А.¹, Мовсесян Р.Р.^{2,3}, Первунина Т.М.¹, Грехов Е.В.¹,
Федорова Н.В.², Латыпов А.К.¹, Васичкина Е.С.¹

¹ Федеральное государственное бюджетное учреждение «Национальный медицинский исследовательский центр имени В.А. Алмазова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, 197341, г. Санкт-Петербург, Российская Федерация

² Санкт-Петербургское государственное бюджетное учреждение здравоохранения «Детский городской многопрофильный клинический специализированный центр высоких медицинских технологий», 198205, г. Санкт-Петербург, Российская Федерация

³ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Северо-Западный государственный медицинский университет имени И.И. Мечникова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, 191015, г. Санкт-Петербург, Российская Федерация

Ключевые слова:

тотальный аномальный
дренаж легочных вен,
новорожденные

Введение. Несмотря на улучшение результатов хирургического лечения тотального аномального дренажа легочных вен (ТАДЛВ), новорожденные остаются наиболее сложной категорией пациентов с этим пороком. В настоящей работе мы проводим анализ факторов риска и собственных результатов хирургического лечения изолированного ТАДЛВ у новорожденных.

Материал и методы. В ретроспективное исследование были включены 40 новорожденных, оперированных по поводу ТАДЛВ с 2004 по 2018 г. Средний возраст пациентов на момент поступления составил $12,3 \pm 11$ сут жизни, масса тела – $3,4 \pm 0,5$ кг, уровень сатурации при госпитализации по данным пульсоксиметрии соответствовал $81,8 \pm 8,7\%$. Всем пациентам выполнена хирургическая коррекция порока с использованием традиционной хирургической техники (прямой вено-атриальный анастомоз).

Результаты. Из 40 новорожденных с ТАДЛВ, включенных в исследование, на дооперационном этапе в 25 (62,5%) случаях требовалась госпитализация в реанимационное отделение, в 19 (47,5%) случаях – искусственная вентиляция легких (ИВЛ), в 11 (27,5%) случаях – инотропная терапия. При анализе дооперационных параметров газового состава крови была выявлена достоверная взаимосвязь уровня лактата с необходимостью проведения дооперационной ИВЛ ($p=0,007$), инотропной терапии ($p=0,03$) и наличия дооперационной обструкции легочного венозного кровотока ($p=0,02$). Возраст пациентов на момент операции, масса тела, дооперационная госпитализация в отделение реанимации, инотропная терапия на дооперационном этапе и дооперационная обструкция легочного венозного кровотока имели достоверную взаимосвязь ($p<0,05$) с течением раннего послеоперационного периода, на который также оказывали влияние длительность искусственного кровообращения, использование гипотермии и циркуляторного ареста. Оперативная летальность при хирургическом лечении ТАДЛВ у новорожденных составила 5%.

Заключение. Хирургическое лечение новорожденных может быть достигнуто с хорошими результатами и низким уровнем летальности. Выявленные факторы риска оказывают существенное влияние на тяжесть течения послеоперационного течения у новорожденных с ТАДЛВ, однако их влияние может быть нивелировано своевременным проведением оперативного лечения порока.

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Морозов А.А., Мовсесян Р.Р., Первунина Т.М., Грехов Е.В., Федорова Н.В., Латыпов А.К., Васичкина Е.С. Хирургическое лечение изолированного тотального аномального дренажа легочных вен у новорожденных: анализ факторов риска и непосредственных результатов // Клиническая и экспериментальная хирургия. Журнал имени академика Б.В. Петровского. 2021. Т. 9, № 3. С. 82–89. DOI: <https://doi.org/10.33029/2308-1198-2021-9-3suppl-82-89>
Статья поступила в редакцию 17.11.2020. **Принята в печать** 01.09.2021.

Surgical treatment of isolated total anomalous pulmonary venous connection in newborns: risk factors and results

Morozov A.A.¹, Movsesyan R.R.^{2,3}, Pervunina T.M.¹, Grekhov E.V.¹, Fedorova N.V.², Latypov A.K.¹, Vasichkina E.S.¹

¹ Almazov National Medical Research Centre, 197341, St. Petersburg, Russian Federation

² Children's City Hospital # 1, 198205, St. Petersburg, Russian Federation

³ North-Western State Medical University named after I.I. Mechnikov, 191015, St. Petersburg, Russian Federation

Background. Despite improving of surgical results of total anomalous pulmonary venous connection (TAPVC), newborns with TAPVC are still a challenge. In this report we analyze risk factors and our surgical results of treatment of isolated TAPVC in newborns.

Material and methods. In this retrospective study 40 newborns with TAPVC operated from 2004 to 2018 were included. The mean age of the admitted patients was 12.3±11 days, weight – 3.4±0.5 kg, saturation – 81.8±8.7%. All patients were treated by traditional surgical repair (direct veno-atrial anastomosis).

Results. From 40 newborns with TAPVC, 25 (62.5%) had hospitalization in ICU, 19 (47.5%) patients had artificial ventilation, 11 (27.5%) – inotropic support, preoperatively. The analysis of preoperative blood gas probes showed correlation between lactate level and preoperative artificial ventilation ($p=0.007$), inotropic support ($p=0.03$) and obstructive pulmonary blood flow ($p=0.02$). The such preoperative factors as age, weight, ICU hospitalization, inotropic support, obstructive pulmonary blood flow correlated ($p<0.05$) with postoperative course, which also correlated with bypass time, using of hypothermia and circulatory arrest. Operative mortality in newborns with TAPVC was 5%.

Conclusion. The surgical treatment of newborns with TAPVC can be achieved with good results and low mortality. The identified risk factors influence on postoperative course significantly, but this impact can be decreased by in-time surgical repair.

Funding. The study had no sponsor support.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

For citation: Morozov A.A., Movsesyan R.R., Pervunina T.M., E.V. Grekhov E.V., Fedorova N.V., Latypov A.K., Vasichkina E.S. Surgical treatment of isolated total anomalous pulmonary venous connection in newborns: risk factors and results. Clinical and Experimental Surgery. Petrovsky Journal. 2021; 9 (3): 82–9. DOI: <https://doi.org/10.33029/2308-1198-2021-9-3suppl-82-89> (in Russian)

Received 17.11.2020. **Accepted** 01.09.2021.

CORRESPONDENCE

Aleksandr A. Morozov –
MD, Cardiovascular Surgeon, Almazov
National Medical Research Centre
(St. Petersburg, Russian Federation)
E-mail: morozov_1981@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0001-9350-8804>

Keywords:

total anomalous pulmonary
venous connection,
newborns

Тотальный аномальный дренаж легочных вен (ТАДЛВ) относится к достаточно редким врожденным порокам сердца (ВПС) и составляет от 1 до 3% всех ВПС [1]. Исторически хирургическое лечение ТАДЛВ сопровождалось высокой летальностью, превышая 50% рубеж [2]. Развитие хирургической техники и материально-технического обеспечения вмешательств на открытом сердце способствовало существенному снижению уровня оперативной летальности, которая на современном этапе, по данным разных авторов, варьирует от 0 до 18% [3]. Несмотря на это, новорожденные

остаются наиболее сложной категорией пациентов с ТАДЛВ [4]. В литературе обсуждаются различные факторы, влияющие на результаты хирургического лечения ТАДЛВ, в том числе у новорожденных [4, 5]. В настоящей работе мы проводим анализ факторов риска и собственных результатов хирургического лечения ТАДЛВ у новорожденных.

Материал и методы

В настоящее ретроспективное исследование были включены пациенты, оперированные

Таблица 1. Газовый состав венозной крови новорожденных с тотальным аномальным дренажем легочных вен при поступлении

Показатель	pH	pO ₂	pCO ₂	НСО ₃ ⁻	ВЕ	НЬ	Лактат
<i>M±SD</i>	7,36±0,11	42,8±15,2	36,7±9,9	20,5±5	-3,9±5,5	145,7±31,1	3,02±3,17
<i>Me</i>	7,37	39	36,9	21,5	-3,05	136,5	2,1
<i>LQ; UQ</i>	7,32; 7,44	31,7; 50,8	29,1; 43,8	16,9; 23,1	-7,2; -1,3	122,5; 170,5	1,4; 5,65

по поводу ТАДЛВ в периоде новорожденности с 2004 по 2018 г. В работу вошли 40 пациентов (30 мальчиков, 10 девочек) с изолированным ТАДЛВ, без сопутствующей кардиальной патологии (за исключением межпредсердного сообщения). Средний возраст пациентов на момент поступления составил 12,3±11 сут жизни, масса тела – 3,4±0,5 кг, уровень сатурации при поступлении, по данным пульсоксиметрии, соответствовал 81,8±8,7%. Всем пациентам была выполнена хирургическая коррекция порока с использованием традиционной хирургической техники (прямой вено-атриальный анастомоз). Во всех случаях ТАДЛВ имела место двухжелудочковая физиология кровообращения, пациенты с единственным желудочком в исследование не включались. При проведении анализа учитывались различные клинко-инструментальные данные дооперационного, интраоперационного и раннего послеоперационного периода, включая количественные и качественные критерии. Среди дооперационных факторов в анализ были включены возраст, масса тела, уровень сатурации, анатомический тип порока, наличие дооперационной обструкции легочного кровотока, необходимость дооперационной госпитализации в реанимационное отделение, потребность в дооперационной искусственной вентиляции легких (ИВЛ), инотропной терапии. Выполнялась оценка влияния выбранных дооперационных факторов на течение раннего послеоперационного периода. Кроме того, проведен анализ влияния выбранных дооперационных факторов на исходный газовый состав венозной крови (при поступлении пациента), а также динамики газового состава артериальной крови в раннем послеоперационном периоде (через 12, 24, 48 и 72 ч после операции) с оценкой величины pH, парциального давления кислорода (pO₂), парциального давления углекислого газа (pCO₂), концентрации бикарбонат-ионов (НСО₃⁻), уровня избытка оснований (ВЕ), гемоглобина (НЬ, г/л), а также лактата (Лас, ммоль/л) как отражения исходных нарушений гемодинамики. Количественные параметры отражались в виде среднего значения ± стандартное отклонение, медианы, нижнего и верхнего квартилей. Качественные параметры отражены в абсолютных значениях и процентных долях. Сравнение количественных параметров осуществляли

с использованием непараметрического критерия Манна–Уитни и модуля ANOVA, для выявления и оценки взаимосвязи количественных показателей использовали коэффициент ранговой корреляции Спирмена. Сопоставление частотных характеристик качественных показателей проводилось с помощью непараметрического метода χ^2 . Критерием статистической достоверности получаемых выводов считалась величина $p < 0,05$. Статистическую обработку выполняли с использованием программной системы STATISTICA for Windows (версия 10).

Результаты

Из 40 новорожденных с ТАДЛВ, включенных в исследование, у 19 был выявлен супракардиальный тип, у 11 – кардиальный тип, у 8 – инфраккардиальный тип, в 2 случаях – смешанный тип порока. В 24 (60%) случаях были выявлены признаки рестриктивного легочного венозного кровотока различной степени выраженности. На дооперационном этапе в 25 (62,5%) случаях пациентам требовалась госпитализация в отделение реанимации и интенсивной терапии, 19 (47,5%) пациентам – искусственная вентиляция легких (ИВЛ), 11 (27,5%) пациентам – инотропная терапия. В 3 случаях на дооперационном этапе была выполнена баллонная атриосептостомия в связи с выявленной рестрикцией на уровне межпредсердной перегородки и нестабильностью гемодинамики.

Результаты оценки газового состава венозной крови пациентов при поступлении в стационар представлены в табл. 1.

Статистически достоверная взаимосвязь анализируемых исходов параметров газового состава крови с дооперационными факторами была выявлена между уровнем лактата и необходимостью проведения дооперационной ИВЛ ($p=0,007$), инотропной терапии ($p=0,03$), а также с наличием дооперационной обструкцией легочного венозного кровотока ($p=0,02$) (см. рисунок).

Всем пациентам выполнено оперативное лечение порока в условиях искусственного кровообращения (ИК) с созданием прямого вено-атриального анастомоза, межпредсердное сообщение и вертикальная вена устранялись. В 19 наблюдениях для формирования анастомоза между

коллектором легочных вен и левым предсердием использовался доступ в межаортокавальном пространстве, в 6 – биатриальная атриотомия, в 11 – внутрисердечное туннелирование легочного венозного возврата через межпредсердную перегородку заплатой, в 3 – вертикальный анастомоз коллектора легочных вен и левого предсердия, в 1 – методика Warden. Методика циркуляторного ареста в условиях глубокой гипотермии была использована в 18 (45%) случаях. Длительность оперативного вмешательства составила $159,5 \pm 45,2$ мин, продолжительность ИК составила $83,8 \pm 31,6$ мин, время пережатия аорты – $32,5 \pm 10,2$ мин, уровень гипотермии соответствовал 22 ± 6 °С. Начиная с 2010 г. применяемая перфузионная концепция была модифицирована в сторону снижения глубины гипотермии и уменьшения частоты использования методики циркуляторного ареста в пользу методики low flow perfusion. В раннем послеоперационном периоде время ИВЛ составило $123,9 \pm 138$ ч, длительность инотропной поддержки – $106,3 \pm 70,3$ ч, нахождения в отделении реанимации и интенсивной терапии – $235,9 \pm 221,4$ ч. Оперативная летальность при хирургическом лечении ТАДЛВ у новорожденных составила 5% (2 случая). В обоих случаях отмечалась значимая дооперационная обструкция легочного венозного кровотока, требовавшая экстренного оперативного лечения с использованием глубокой гипотермии и циркуляторного ареста ввиду сохраняющейся нестабильности гемодинамики и тяжелых метаболических нарушений после баллонной атрисептостомии. При анализе взаимосвязи дооперационных факторов и течения раннего послеоперационного периода учитывались количественные (возраст, масса тела, уровень сатурации при поступлении) и качественные (анатомический тип порока, обструкция легочного венозного кровотока, необходимость дооперационной ИВЛ, инотропной терапии) факторы. При проведении корреляционного анализа было выявлено, что возраст пациентов на момент операции и масса тела имели статистически достоверную взаимосвязь с течением раннего послеоперационного периода (табл. 2).

При анализе дооперационных факторов, сгруппированных по качественному признаку, было выявлено, что необходимость госпитализации в отделение реанимации, инотропная терапия на дооперационном этапе и дооперационная обструкция легочного венозного кровотока влияли на течение раннего послеоперационного периода, тогда как дооперационная ИВЛ и исходный анатомический тип порока статистически значимого влияния не оказывали (табл. 3).

Взаимосвязь уровня дооперационного лактата с необходимостью проведения искусственной вентиляции легких (ИВЛ) (А), инотропной терапии (Б), наличием обструкции легочного венозного кровотока (В) до операции

Impact of preoperative ventilation (А), inotropic support (Б) and pulmonary vein obstruction (С) on preoperative level of lactate

При проведении анализа взаимосвязи интраоперационных факторов на течение раннего послеоперационного периода выявлено, что длительность ИК, использование гипотермии и циркуляторного ареста статистически значимо влияли на течение раннего послеоперационного периода (табл. 4).

Таблица 2. Результаты корреляционного анализа (дооперационные факторы)

Показатель	ИВЛ п/о	Инотропная терапия п/о	Длительность пребывания в Р.О.
Возраст, дни	-0,54	-0,49	-0,47
Масса тела, кг	-0,24	-0,33	-0,2
Сатурация, %	-0,1	-0,14	-0,15

Примечание. Здесь и в табл. 3, 4: п/о – после операции; ИВЛ – искусственная вентиляция легких; Р.О. – реанимационное отделение; ячейки с уровнем $p < 0,05$ выделены серым цветом.

Анализ динамики газового состава артериальной крови в раннем послеоперационном периоде выявил статистически достоверные различия уровня pCO_2 ($33,3 \pm 5,1$ vs $39,3 \pm 4,4$; $p = 0,006$) и лактата ($1,54 \pm 0,35$ vs $1,13 \pm 0,24$; $p = 0,018$) у пациентов с дооперационной обструкцией легочного венозного кровотока (ОЛВК) через 48 ч после операции, а также уровня HCO_3^- и ВЕ у пациентов с дооперационной ОЛВК (HCO_3^- : $25,68 \pm 3,08$ vs $29,26 \pm 2,52$, $p = 0,008$; ВЕ: $1,42 \pm 3,27$ vs $8,1 \pm 8,3$, $p = 0,006$), дооперационной инотропной терапией (HCO_3^- : $24,42 \pm 3,03$ vs $28,04 \pm 2,81$, $p = 0,006$; ВЕ: $0,24 \pm 3,59$ vs $5,18 \pm 6,44$, $p = 0,04$) и дооперационной госпитализацией в реанимационное отделение (HCO_3^- : $25,90 \pm 3,08$ vs $29,1 \pm 2,9$, $p = 0,02$; ВЕ: $1,69 \pm 3,30$ vs $8,30 \pm 9,05$, $p = 0,01$) через 72 ч после операции, однако клинического значения данные различия не имели.

Обсуждение

История хирургического лечения ТАДЛВ берет свое начало с 1951 г. когда W.H. Muller Jr. впервые опубликовал случай успешного лечения порока [6]. Начальные этапы становления проблемы оперативного лечения ТАДЛВ сопровождалась высоким уровнем летальности, которая в 1960–1970 гг. варьировала от 57 до 71% [7–9]. Дальнейшее развитие этого направления способствовало существенному снижению уровня оперативной летальности, не превышающего

в настоящее время 5% вне зависимости от возрастной группы [10], а накопление опыта – определению факторов, влияющих на результаты. В литературе представлен широкий спектр дооперационных факторов риска неблагоприятного исхода оперативного лечения ТАДЛВ, среди которых выделяются анатомический тип порока, дооперационная обструкция легочных вен, возраст пациента, экстренный характер оперативного вмешательства, дооперационный ацидоз, циркуляторный арест и ряд других. При анализе публикаций обращает на себя внимание то обстоятельство, что значимость данных факторов риска является дискуссионной и нередко характеризуется полярными точками зрения авторов. Так, например, по мнению ряда авторов [11–13], анатомический тип порока является фактором риска госпитальной летальности при оперативном лечении ТАДЛВ, тогда как в публикациях других авторов его актуальность ставится под сомнение [5, 14–16]. Другим обсуждаемым фактором риска оперативной летальности является малый возраст пациента, который, по мнению некоторых авторов, является существенным фактором риска [5, 13, 16]. По данным Т. Karamlou и соавт. [5], экстренное вмешательство у новорожденных неразрывно связано с обструкцией легочного венозного кровотока, а собственно экстренный характер оперативного вмешательства у новорожденных как фактор риска оперативной летальности также дискуссионен [4, 13, 16].

Таблица 3. Влияние дооперационных качественных факторов на течение раннего послеоперационного периода

Показатель		Дооперационная госпитализация в Р.О.		Дооперационная инотропная терапия		Дооперационная обструкция легочного венозного кровотока	
		да	нет	да	нет	да	нет
ИВЛ (п/о), ч	$M \pm SD$	150,7±166,6	76,9±40,1	227,4±219,6	81,4±47,5	155,8±172,6	80,1±41,2
	ME (LQ;UQ)	111,5 (50,5; 169)	89 (54; 96)	144 (89; 381)	75,5 (48; 116)	99 (54; 192)	75,5 (49,5; 118)
Инотропная терапия п/о, ч	$M \pm SD$	125,7±73,6	72,1±53,6	160,9±75,1	84,3±57,3	127,6±76,4	78,1±50,8
	ME (LQ;UQ)	116,5 (71; 155)	68 (27,5; 125)	141,5 (112; 192)	75,5 (44; 126,5)	116,5 (78,5; 153,5)	52 (43; 132)
Длительность пребывания в Р.О., ч	$M \pm SD$	290,3±261,7	129,7±35,4	407,4±349,6	160,5±67,4	289,8±276,9	161,8±58,2
	ME (LQ;UQ)	223,5 (140; 321,5)	139 (94; 146)	309 (191; 597)	140 (100; 192)	225 (120; 333)	155,5 (119; 192)

Таблица 4. Результаты корреляционного анализа (интраоперационные факторы)

Показатель	ИВЛ п/о	Инотропная терапия п/о	Длительность пребывания в Р.О.
Длительность искусственного кровообращения, мин	0,23	0,38	0,36
Интраоперационная гипотермия, °С	-0,32	-0,38	-0,34
Циркуляторный арест, мин	0,24	0,38	0,27

Одним из возможных объяснений столь разных взглядов в трактовке значимости тех или иных факторов может являться тот факт, что доля новорожденных в ряде исследований сравнительно мала и анализ результатов хирургического лечения новорожденных проводится в совокупности с пациентами с ТАДЛВ других возрастных групп. Проведение анализа результатов хирургического лечения новорожденных с ТАДЛВ и двухжелудочковой физиологией кровообращения изолированно от других возрастных групп позволило нам оценить значение дооперационных факторов для данной категории больных. По данным нашего исследования, среди анализируемых дооперационных факторов, влияющих на течение раннего послеоперационного периода у новорожденных, наиболее значимыми ($p < 0,05$) являются возраст пациента, масса тела, дооперационная обструкция легочного венозного кровотока, необходимость дооперационной госпитализации в реанимационное отделение и дооперационная инотропная терапия. Экстренное оперативное вмешательство, как правило, требуется новорожденным с тяжелой обструкцией легочного венозного кровотока, нестабильностью гемодинамики, выраженными метаболическими нарушениями. По данным M.S. Yong и соавт. [4], отмечается увеличение доли пациентов с ТАДЛВ с дооперационным ацидозом. При оценке исходного метаболического статуса новорожденных с ТАДЛВ в изучаемой нами группе пациентов тяжелых нарушений кислотно-основного состояния крови не выявлено, тогда как газовый состав крови выходил за рамки нормальных значений. Дооперационный уровень лактата отражал значимость дооперационной обструкции легочного венозного кровотока, необходимость проведения дооперационной ИВЛ, инотропной терапии.

По полученным нами данным, возраст пациентов относится к абсолютным факторам риска тяжести послеоперационного периода, однако является лишь верхушкой айсберга. У новорож-

денных пациентов с ТАДЛВ нельзя недооценивать значимость дооперационной обструкции легочного венозного кровотока. У больных с обструкцией ОЛВК отмечается ранняя нестабильность гемодинамики, обусловленная низким сердечным выбросом за счет дефицита преднагрузки левых отделов сердца [17], что характерно для новорожденных с соответствующей массой тела. В свою очередь, это обстоятельство ведет к выраженным метаболическим нарушениям и в совокупности с нестабильностью гемодинамики формирует необходимость госпитализации в отделение реанимации и потребности в дооперационной инотропной терапии с целью поддержания системного выброса. Исходя из этого своевременная госпитализация новорожденных пациентов с ТАДЛВ в профильное кардиореанимационное отделение и выполнение экстренного оперативного вмешательства способны нивелировать патологическое влияние дооперационных факторов риска, влияющих на течение раннего послеоперационного периода, и может быть ассоциировано с дальнейшим прогнозом. Кроме того, применение рациональной перфузионной стратегии способствует снижению отрицательного влияния гипотермии и циркуляторного ареста на течение раннего послеоперационного периода у новорожденных. Клинически значимого влияния дооперационных факторов на динамику газового состава артериальной крови в раннем послеоперационном периоде выявлено не было.

Заключение

Хирургическое лечение новорожденных пациентов с ТАДЛВ и двухжелудочковой физиологией кровообращения может быть достигнуто с низким уровнем летальности. Выявленные факторы риска оказывают существенное влияние на тяжесть течения послеоперационного течения у новорожденных с ТАДЛВ, однако их влияние может быть нивелировано своевременным проведением оперативного лечения порока.

Литература

1. Herlong J.R., Jaggars J.J., Ungerleider R.M. Congenital Heart Surgery Nomenclature and Database Project: pulmonary venous anomalies // *Ann. Thorac. Surg.* 2000. Vol. 69, suppl. P. S56–S69.
2. Caldarone C.A., Najm H.K., Kadletz M. et al. Surgical management of total anomalous pulmonary venous drainage: impact of coexisting cardiac anomalies // *Ann. Thorac. Surg.* 1998. Vol. 66. P. 1521–1526.
3. Zhang C. Comparison of sutureless and conventional techniques to repair total anomalous pulmonary venous connection // *Semin. Thorac. Surg.* 2016. Vol. 28. P. 473–484.
4. Yong M.S., d'Udekem Y., Robertson T., Horton S., Dronavalli M., Brizard C. et al. Outcomes of surgery for simple total anomalous pulmonary venous drainage in neonates // *Ann. Thorac. Surg.* 2011. Vol. 91. P. 1921–1927. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.athoracsurg.2010.12.069>
5. Karamlou T. Factors associated with mortality and reoperation in 377 children with total anomalous pulmonary venous connection // *Circulation.* 2007. Vol. 115. P. 1591–1598.
6. Muller W.H. Jr. The surgical treatment of transposition of the pulmonary veins // *Ann. Surg.* 1951. Vol. 134, N 4. P. 683–693.
7. Clarke D.R., Stark J., deLeval M. et al. Total anomalous pulmonary venous drainage in infancy // *Br. Heart J.* 1977. Vol. 39. P. 436.
8. Stegmann T., Oelert H., Reichelt W., Trenkler G., Kallfelz H.C., Borst H.G. Total anomalous pulmonary venous connection: surgical treatment in 35 infants // *Thorac. Cardiovasc. Surg.* 1981. Vol. 29, N 5. P. 299–302. DOI: <https://doi.org/10.1055/s-2007-1023501> PMID: 6179206.
9. Hawkins J.A., Clark E.B., Doty D.B. Total anomalous pulmonary venous connection // *Ann. Thorac. Surg.* 1983. Vol. 36, N 5. P. 548–560.
10. Kirshborn P.M., Myung R.J., Gaynor J.W., Ittenbach R.F., Paridon S.M., DeCampi W.M. et al. Preoperative pulmonary venous obstruction affects long-term outcome for survivors of total anomalous pulmonary venous connection repair // *Ann. Thorac. Surg.* 2002. Vol. 74. P. 1616–1620.
11. Yee E.S., Turley K., Hsieh W.R., Ebert P.A. Infant total anomalous pulmonary venous connection: factors influencing timing of presentation and operative outcome // *Circulation.* 1987. Vol. 76, N 3. Pt 2. P. III83–III87.
12. Lincoln C.R., Rigby M.L., Mercanti C., Al-Fagih M., Joseph M.C., Miller G.A. et al. Surgical risk factors in total anomalous pulmonary venous connection // *Am. J. Cardiol.* 1998. Vol. 61. P. 608–611.
13. Shi G., Zhu Z., Chen J., Ou Y., Hong H., Nie Z. et al. Total anomalous pulmonary venous connection: the current management strategies in a pediatric cohort of 768 patients // *Circulation.* 2017. Vol. 135, N 1. P. 48–58. DOI: <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.116.023889> Epub 2016 Nov 15. PMID: 27881562.
14. Bando K., Turrentine M.W., Ensing G.J., Sun K., Sharp T.G., Sekine Y. et al. Surgical management of total anomalous pulmonary venous connection. Thirty-year trends // *Circulation.* 1996. Vol. 94, N 9. Suppl. P. II12–II16.
15. Hyde J.A., Stumper O., Barth M.J., Wright J.G., Silove E.D., deGiovanni J.V. et al. Total anomalous pulmonary venous connection: outcome of surgical correction and management of recurrent venous obstruction // *Eur. J. Cardiothorac. Surg.* 1999. Vol. 15. P. 735–740.
16. Harada T., Nakano T., Oda S., Kado H. Surgical results of total anomalous pulmonary venous connection repair in 256 patients // *Interact. Cardiovasc. Thorac. Surg.* 2019. Vol. 28, N 3. P. 421–426. DOI: <https://doi.org/10.1093/icvts/ivy267> PMID: 30202975.
17. Морозов А.А., Мовсесян Р.Р., Федорова Н.В., Голубева М.В., Васичкина Е.С. «Гемодинамическая реабилитация» левого желудочка у детей в ранние сроки после хирургической коррекции тотального аномального дренажа легочных вен // *Креативная кардиология.* 2019. Т. 13, № 4. С. 320–327. DOI: <https://doi.org/10.24022/1997-3187-2019-13-4-320-327>

References

1. Herlong J.R., Jaggars J.J., Ungerleider R.M. Congenital Heart Surgery Nomenclature and Database Project: pulmonary venous anomalies. *Ann Thorac Surg.* 2000; 69 (suppl): S56–69.
2. Caldarone C.A., Najm H.K., Kadletz M., et al. Surgical management of total anomalous pulmonary venous drainage: impact of coexisting cardiac anomalies. *Ann Thorac Surg.* 1998; 66: 1521–6.
3. Zhang C. Comparison of sutureless and conventional techniques to repair total anomalous pulmonary venous connection. *Semin Thorac Surg.* 2016; 28: 473–84.
4. Yong M.S., d'Udekem Y., Robertson T., Horton S., Dronavalli M., Brizard C., et al. Outcomes of surgery for simple total anomalous pulmonary venous drainage in neonates. *Ann Thorac Surg.* 2011; 91: 1921–7. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.athoracsurg.2010.12.069>
5. Karamlou T. Factors associated with mortality and reoperation in 377 children with total anomalous pulmonary venous connection. *Circulation.* 2007; 115: 1591–8.
6. Muller W.H. Jr. The surgical treatment of transposition of the pulmonary veins. *Ann Surg.* 1951; 134 (4): 683–93.

7. Clarke D.R., Stark J., deLeval M., et al. Total anomalous pulmonary venous drainage in infancy. *Br Heart J*. 1977; 39: 436.
8. Stegmann T., Oelert H., Reichelt W., Trenkler G., Kallfelz H.C., Borst H.G. Total anomalous pulmonary venous connection: surgical treatment in 35 infants. *Thorac Cardiovasc Surg*. 1981; 29 (5): 299–302. DOI: <https://doi.org/10.1055/s-2007-1023501> PMID: 6179206.
9. Hawkins J.A., Clark E.B., Doty D.B. Total anomalous pulmonary venous connection. *Ann Thorac Surg*. 1983; 36 (5): 548–60.
10. Kirshborn P.M., Myung R.J., Gaynor J.W., Ittenbach R.F., Paridon S.M., DeCampi W.M., et al. Preoperative pulmonary venous obstruction affects long-term outcome for survivors of total anomalous pulmonary venous connection repair. *Ann Thorac Surg*. 2002; 74: 1616–20.
11. Yee E.S., Turley K., Hsieh W.R., Ebert P.A. Infant total anomalous pulmonary venous connection: factors influencing timing of presentation and operative outcome. *Circulation*. 1987; 76 (3 Pt 2): III83–7.
12. Lincoln C.R., Rigby M.L., Mercanti C., Al-Fagih M., Joseph M.C., Miller G.A., et al. Surgical risk factors in total anomalous pulmonary venous connection. *Am J Cardiol*. 1998; 61: 608–11.
13. Shi G., Zhu Z., Chen J., Ou Y., Hong H., Nie Z., et al. Total anomalous pulmonary venous connection: the current management strategies in a pediatric cohort of 768 patients. *Circulation*. 2017; 135 (1): 48–58. DOI: <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.116.023889> Epub 2016 Nov 15. PMID: 27881562.
14. Bando K., Turrentine M.W., Ensing G.J., Sun K., Sharp T.G., Sekine Y., et al. Surgical management of total anomalous pulmonary venous connection. Thirty-year trends. *Circulation*. 1996; 94 (9 suppl): II12–6.
15. Hyde J.A., Stumper O., Barth M.J., Wright J.G., Silove E.D., deGiovanni J.V., et al. Total anomalous pulmonary venous connection: outcome of surgical correction and management of recurrent venous obstruction. *Eur J Cardiothorac Surg*. 1999; 15: 735–40.
16. Harada T., Nakano T., Oda S., Kado H. Surgical results of total anomalous pulmonary venous connection repair in 256 patients. *Interact Cardiovasc Thorac Surg*. 2019; 28 (3): 421–6. DOI: <https://doi.org/10.1093/icvts/ivy267> PMID: 30202975.
17. Morozov A.A., Movsesyan R.R., Fedorova N.V., Golubeva M.V., Vasichkina E.S. «Hemodynamic rehabilitation» of the left ventricle in children in the early stages after surgical correction of total abnormal drainage of the pulmonary veins. *Kreativnaya kardiologiya [Creative Cardiology]*. 2019; 13 (4): 320–7. DOI: <https://doi.org/10.24022/1997-3187-2019-13-4-320-327> (in Russian)