Опыт хирургического лечения тотального аномального дренажа легочных вен в условиях ФГБУ ФЦССХ Минздрава России (г. Пенза)

Черногров И.Е., Черногров А.Е., Мухин А.С., Гамзаев А.Б., Бофанов Д.А., Сулейманов Ш.Ф., Рыбакова Т.В., Назарова И.С., Лашманова Л.Н., Рябова А.О., Базылев В.В.

Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный центр сердечно-сосудистой хирургии» Министерства здравоохранения Российской Федерации (г. Пенза), 440071, г. Пенза, Российская Федерация

ДЛЯ КОРРЕСПОНДЕНЦИИ

Черногров Игорь Евгеньевич – доктор медицинских наук, врач – сердечно-сосудистый хирург кардиохирургического отделения № 4 ФГБУ ФЦССХ Минздрава России (Пенза, Российская Федерация)
E-mail: igor2003cher@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-6619-3875>

Ключевые слова:

врожденные пороки сердца, тотальный аномальный дренаж легочных вен, критические пороки новорожденных

Тотальный аномальный дренаж легочных вен (ТАДЛВ) – редкая и в то же время крайне тяжелая форма врожденного порока сердца (ВПС), коррекцию которой необходимо проводить как можно раньше, особенно в периоде новорожденности. ТАДЛВ зачастую сочетается с широким спектром различных ВПС. В настоящее время наблюдается улучшение показателей лечения данной сложной категории больных, тем не менее остаются актуальными вопросы выбора оптимальной техники коррекции ТАДЛВ в соответствии с отдаленными результатами. Значительные разработки в области интенсивной терапии, такие как применение оксида азота и экстракорпоральной мембранной оксигенации, позволили улучшить результаты для наиболее тяжелых пациентов.

В данной работе мы проанализировали собственный опыт хирургического лечения пациентов с ТАДЛВ за последние 12 лет. Всего были пролечены 45 пациентов (средняя масса тела составила 3,1 кг). Непосредственная летальность: умерли 2 (4,4%) пациента, в отдаленные сроки погиб 1 (2,2%) пациент. Повторные вмешательства по поводу стеноза коллектора были выполнены в 3 (6,6%) случаях. Наиболее сложную категорию больных составили пациенты с исходной обструкцией на легочных венах.

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Черногров И.Е., Черногров А.Е., Мухин А.С., Гамзаев А.Б., Бофанов Д.А., Сулейманов Ш.Ф., Рыбакова Т.В., Назарова И.С., Лашманова Л.Н., Рябова А.О., Базылев В.В. Опыт хирургического лечения ТАДЛВ в условиях ФГБУ ФЦССХ Минздрава России (г. Пенза) // Клиническая и экспериментальная хирургия. Журнал имени академика Б.В. Петровского. 2021. Т. 9, № 3. Приложение. С. 37–44. DOI: <https://doi.org/10.33029/2308-1198-2021-9-3suppl-37-44>
Статья поступила в редакцию 01.08.2021. **Принята в печать** 01.09.2021.

Experience of surgical treatment of total anomalous pulmonary venous return (TAPVR) in the Federal Center for Cardiovascular Surgery (Penza)

Chernogrivov I.E., Chernogrivov A.E., Mukhin A.S., Gamzaev A.B., Bofanov D.A., Suleymanov S.F., Rybakova T.V., Nazarova I.S., Lashmanova L.N., Ryabova A.O., Bazylev V.V.

Federal Center for Cardiovascular Surgery, 440071, Penza, Russian Federation

Total Anomalous Pulmonary Venous Connection (TAPVC), a rare and at the same time extremely severe form of congenital heart disease (CHD), the correction of which must be carried out as early as possible, especially during the neonatal period. TAPVC are often combined with a wide variety of different CHD. Currently, there is an improvement in treatment indicators for this complex category

CORRESPONDENCE

Igor E. Chernogrivov – MD, Cardiovascular Surgeon, Cardiac Surgery Department # 4, Federal Center for Cardiovascular Surgery (Penza, Russian Federation)
E-mail: igor2003cher@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-6619-3875>

Keywords:
congenital heart disease,
total anomalous pulmonary
venous return, critical
congenital heart disease

of patients, however, the issues of choosing the optimal technique for TAPVC correction, in accordance with long-term results, remain relevant. Significant developments in the field of intensive care, such as the use of nitric oxide and extracorporeal membrane oxygenation, have made it possible to improve for the most severely ill patients. In this paper, we analyzed our own experience in the surgical treatment of patients with TAPVC over the past 12 years. A total of 45 patients were treated (average weight 3.1 kg). Immediate mortality was 2 (4.4%) patient, 1 (2.2%) patient died in the long term. Reoperations for collector stenosis were performed in 3 (6.6%) cases. The most difficult category of patients consisted of patients with initial obstruction in the pulmonary veins.

Funding. The study had no sponsor support.

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

For citation: Chernogrivov I.E., Chernogrivov A.E., Mukhin A.S., Gamzaev A.B., Bofanov D.A., Suleymanov S.F., Rybakova T.V., Nazarova I.S., Lashmanova L.N., Rjabova A.O., Bazylev V.V. Experience of surgical treatment of total anomalous pulmonary venous return (TAPVR) in the Federal Center for Cardiovascular Surgery (Penza). Clinical and Experimental Surgery. Petrovsky Journal. 2021; 9 (3). Supplement: 37–44. DOI: <https://doi.org/10.33029/2308-1198-2021-9-3suppl-37-44> (in Russian)

Received 01.08.2021. **Accepted** 01.09.2021.

Тотальный аномальный дренаж легочных вен (ТАДЛВ) – редкая и в то же время крайне тяжелая форма врожденного порока сердца (ВПС), коррекцию которой необходимо проводить как можно раньше, не позже периода новорожденности [1]. Частота встречаемости ТАДЛВ варьирует от 1 до 3% всех случаев ВПС [1–3]. В настоящее время наблюдается улучшение показателей лечения данной сложной категории больных, тем не менее некоторые вопросы остаются актуальными. К примеру, выбор оптимальной техники коррекции ТАДЛВ, позволяющий добиться наиболее хороших отдаленных результатов. Значительные успехи в области интенсивной терапии, такие как применение оксида азота и ЭКМО, позволили улучшить результаты для наиболее тяжелых пациентов [4, 5]. Большинство авторов выделяют несколько наиболее значимых факторов риска послеоперационной летальности, такие как неонатальный возраст пациентов, стеноз легочных вен, смешанная форма ТАДЛВ, гемодинамика единственного желудочка и гетеротаксия [6–8].

Наиболее грозным осложнением после коррекции ТАДЛВ является стенозирование в области венозного коллектора [9, 10]. Несмотря на явный прогресс в данном направлении, сохраняется ряд проблем, включающих выявление факторов риска повторных вмешательств в отдаленные сроки.

Учитывая вышеперечисленную актуальность, **цель** данной работы – представить анализ опыта хирургического лечения ТАДЛВ в условиях одного стационара.

Материал и методы

Работа является ретроспективным сравнительным исследованием, включающим 45 пациентов,

которым с ноября 2008 по март 2021 г. в ФГБУ ФЦССХ Минздрава России (г. Пенза) выполнена радикальная коррекция ТАДЛВ. *Критериями включения* в исследования явились наличие ТАДЛВ и выполнение радикальной коррекции порока при двухжелудочковой анатомии. Пациенты, у которых было невозможно выполнить двухжелудочковую коррекцию, были исключены из исследования. Исследование было одобрено этическим комитетом ФГБУ ФЦССХ Минздрава России (г. Пенза). Всем пациентам до операции проводили следующие исследования: рентгенография грудной клетки, электрокардиография (ЭКГ), эхокардиография (ЭхоКГ), компьютерная томография с контрастированием (КТ). Только в ряде случаев выполнялось зондирование полостей сердца с ангиокардиографией (АКГ). Особое внимание уделялось оценке размеров и расположения аномально дренирующихся легочных вен.

Статистический анализ данных проводился с использованием пакета программного обеспечения, включавшего Microsoft Excel 2013 (Microsoft, USA), Statistica 6.0 StatSoft (StatSoft, Inc. Tulsa USA) и SPSS Statistics (Statistical Package for the Social Sciences, version 21, IBM corporation). Количественные данные представлены в виде среднего значения и стандартного отклонения. Для межгруппового сравнения при этом применялся критерий (*t*) Стьюдена. При негауссовом распределении описание количественных данных было представлено как медианное значение (*M*) с интерквартильным интервалом 25–75%, при этом для межгруппового сравнения переменных использовался критерий Манна–Уитни (*U*). Для категориальных признаков применялся другой непараметрический метод статистической обработки – χ^2 (тест Пирсона). Свобода от клинически значимого события (свобода от реоперации) оценивалась

методом Каплана–Майера. Факторы, влияющие на течение послеоперационного периода, и связь с исходом лечения анализировались как при помощи унивариантного анализа, так и при помощи многомерного логистического регрессионного анализа, с вычислением отношения шансов (ОШ) и 95% доверительных интервалов (ДИ). Различия считались достоверными при пороговом значении $p < 0,05$ для любого использованного метода.

Результаты

Клинико-морфологическая характеристика пациентов представлена в табл. 1. Среднее время наблюдения составило 4,9 года (минимум 30 дней; максимум 12 лет) с момента операции. Все пациенты, которые были выписаны из стационара, обследовались амбулаторно через 1, 6 и 12 мес после операции, а затем ежегодно. Если пациенты пропускали запланированный визит, информация собиралась по телефону. В период наблюдения выполнялась эхокардиография (ЭхоКГ) и, при необходимости, компьютерная томография (КТ).

Все пациенты (45) прицельно обследовались на выявление обструкции любой степени выраженности в области легочных вен. При обнаружении скорости кровотока по легочным венам 1,2 м/с и более выставлялся диагноз «обструкция легочных вен». На дооперационном этапе наличие обструкции было выявлено у 14 (31%) пациентов.

Первичная коррекция в большинстве случаев [43 (95%)] производилась в условиях искусственного кровообращения (ИК) при нормотермии. В 2 (5%) случаях пришлось прибегнуть к гипотермии с циркуляторным арестом. Супракардиальный вариант корригировали путем создания анастомоза между левым предсердием и ретрокардиальным коллектором легочных вен по Такеру [11]. При интракардиальной форме выполнялось расширение

крыши коронарного синуса, чтобы можно было добиться достаточной визуализации митрального клапана. Внутрисердечное туннелирование производили при помощи аутоперикарда.

При повторных вмешательствах по поводу стеноза легочных вен выполнялась «бесшовная методика». Методика заключается в рассечении места впадения легочных вен (ЛВ) в левое предсердие (ЛП) с продлением разреза на каждую ЛВ, после чего заплатой из ксеноперикарда выполнялось расширенное соустье между ЛВ и ЛП [12]. Послеоперационное ведение включало назначение инотропной поддержки, различных легочных вазодилататоров, зачастую оксида азота. При подозрении на обструкцию ЛВ выполняли КТ и зондирование полостей сердца с ангиокардиографией (АКГ).

Диагностика типа аномального ТАДЛВ в большинстве случаев была подтверждена при помощи КТ. Наиболее часто была выявлена супракардиальная форма – в 24 (53%) случаях. При супракардиальной форме ТАДЛВ вены дренировали через поперечную вену или непосредственно в верхнюю полую вену (ВПВ).

При интракардиальной форме ТАДЛВ 10 (22%) в большинстве случаев вены дренировали через коронарный синус. Лишь в одном случае ЛВ дренировали непосредственно в правое предсердие.

При инфракардиальной форме ТАДЛВ [8 (19%)] венозный возврат осуществлялся ниже диафрагмы в систему воротной вены, НПВ или печеночной вены.

Смешанный тип ТАДЛВ [3 (6%)] состоял из сочетания: НПВ и ВПВ, коронарный синус (КС) и ВПВ, правое предсердие (ПП) и ВПВ. Сопутствующие внутрисердечные ВПС были выявлены в 7 (15%) случаях.

Наиболее тяжелые пациенты [$n=14$ (31%)], поступающие с лактат-ацидозом, имели различную

Таблица 1. Клинико-морфологическая характеристика пациентов

Показатель	Ме, n	ДИ
Возраст, дни	38	2,59 (0,89–7,54)
Пол:		
- женский	18	
- мужской	27	
Недоношенные	4 (8,8%)	
Масса тела	3,4 (2,1–5,8)	0,97 (0,76–1,16)
Анатомия ТАДЛВ:		
- инфракардиальный	8 (19%)	3,01 (0,65–15,06)
- интракардиальный	10 (22%)	3,017 (0,45–12,08)
- супракардиальный	24 (53%)	2,61 (0,50–10,30)
- смешанная форма	3 (6%)	9,25 (2,09–51,07)
Сопутствующие внутрисердечные ВПС	7 (15%)	1,017 (0,89–1,041)
Время ИК, мин	76 (26, 171)	1,015 (0,89–1,51)
Время пережатия аорты, мин	45±26	1,006 (0,91–1,01)

Здесь и в табл. 2: расшифровка аббревиатур дана в тексте.

Таблица 2. Уни- и мультивариантный анализ предикторов летальности

Показатель	Унивариантный метод анализа			Мультивариантный метод анализа		
	p	ОШ	ДИ	p	ОШ	ДИ
Возраст, дни	0,438	1,25	0,696–2,310			
Масса тела, кг	0,683	0,995	0,973–1,018			
Время ИК, мин	0,523	1,011	0,871–1,017			
Смешанная форма ТАДЛВ	0,027	2,312	1,128–3,122	0,004	2,369	1,546–6,821
Длительность ИВЛ, ч	0,035	1,003	1,002–1,004	0,028	1,002	1,000–1,003
Время пережатия аорты, мин	0,620	1,211	0,678–3,114			

Рис. 1. График Каплана–Майера свободы от реоперации после коррекции тотального аномального дренажа легочных вен

Fig. 1. Kaplan–Meier plot of freedom from reoperation after TAPVC correction

степень стеноза на коллекторе ЛВ. Часть пациентов [8 (17%)] поступили в стационар на искусственной вентиляции легких (ИВЛ). Медиана времени ИК составила 76 (26, 171) (мин), пережатие аорты составляло 45 ± 26 мин. Среднее время нахождения в отделение реанимации и интенсивной терапии составило $7,7 \pm 5,1$ дня. Среднее время пребывания в стационаре – $17 \pm 9,1$ дня. Среднее время нахождения на ИВЛ составило $72 \pm 12,5$ ч. Неушитая грудная клетка была оставлена в 9 (20%) случаях

Рис. 2. График Каплана–Майера кумулятивной выживаемости в отдаленные сроки

Fig. 2. Kaplan–Meier plot of cumulative long-term survival

для стабилизации состояния и предупреждения резкого, по типу гипертензионных кризов, повышения давления в легочной артерии. Пликация диафрагмы была выполнена 1 (2,2%) пациенту.

В раннем послеоперационном периоде погибли 2 (4,4%) пациента. В 1 случае причиной смерти стала прогрессирующая полиорганная недостаточность, в другом случае смерть произошла из-за синдрома малого сердечного выброса.

Уни- и мультивариантный анализ показателей, влияющих на летальность в раннем послеоперационном периоде, представлен в табл. 2. Достоверно выявлено влияние анатомической формы ТАДЛВ ($p=0,027$) и длительность ИВЛ ($p=0,035$) на показатели послеоперационной летальности. Влияние остальных показателей было статистически не достоверно.

При изучении отдаленных результатов нельзя не отметить выполнение повторных вмешательств по поводу стеноза ЛВ, которые потребовались в 3 (6,6%) случаях. Свобода от реопераций представлена на рис. 1. Все повторные процедуры были выполнены в течение первого года после первичной радикальной коррекции порока. В 2 (4,4%) случаях выполнялось расширение суженного участка в области анастомоза при помощи бесшовной пластики. В 1 (2,3%) случае первым этапом выполнили эндоваскулярное баллонирование в области сужения непосредственно ЛВ, в настоящее время за пациентом ведется динамическое наблюдение.

В отдаленном периоде внезапно умер 1 (2,2%) пациент. Пациент был госпитализирован в стационар с диагнозом «острая пневмония» после перенесенного ОРВИ. График дожития представлен на рис. 2.

Обсуждение

ТАДЛВ практически не встречается у взрослых и в крайне редких случаях, когда у них патология выявляется, речь идет о супракардиальных формах порока, без обструкции венозного оттока и явного цианоза, с наличием большого межпредсердного сообщения при нормальном общелегочном сопротивлении и несколько повышенном давлении в ле-

гочной артерии [13, 14]. Остальные разновидности врожденных пороков сердца (ВПС), как и целый ряд других критических ВПС, встречаются исключительно в раннем детском возрасте [3, 10].

В представленной работе изучены результаты 45 случаев хирургической коррекции ТАДЛВ в одном учреждении с 2008 по 2021 г. В последнее время налицо увеличение выживаемости данной категории больных, что подтверждается рядом исследований [6, 15]. В ранних сериях наблюдений сообщалось о хирургической летальности в диапазоне от 13 до 25% [16–18]. В настоящее время, по данным различных авторов, показатели ранней послеоперационной летальности варьируют от 0 до 10,7% [7, 15, 20]. Ранняя послеоперационная летальность среди пациентов, перенесших радикальную коррекцию ТАДЛВ, в нашей группе составила 4,4%. Необходимо отметить, что летальность в отдаленные сроки после вмешательства составила 2,2%. Наиболее значимыми моментами для снижения ранней хирургической летальности являются улучшение методов хирургической коррекции, применение модифицированной ультрафильтрации и оксида азота [21].

Повторные вмешательства проводились только по поводу стеноза легочных вен, которые потребовались в 3 (6,6%) случаях. Все повторные процедуры были выполнены в течение первого года после первичной радикальной коррекции порока. Доля повторных операций по поводу стеноза коллектора или ЛВ, по данным мировой литературы, варьирует от 7,0 до 18% [4, 9]. Учитывая, что наиболее часто повторные вмешательства выполняются в первые 6 мес после радикальной коррекции порока, наблюдение за данными пациентами в эти сроки включает детальное динамическое наблюдение [20]. Результаты нашего исследования подтверждают эти данные. Все повторные вмешательства нами были выполнены в первые 6 мес после первичной операции. Доказано, что чем раньше проявляются признаки обструкции венозного оттока после коррекции, тем более значимым фактором является данный признак при ранней послеоперационной летальности у повторных пациентов [22, 23].

Анализируя факторы риска, влияющие на непосредственные результаты при помощи уни- и мультивариантного метода, выявлено, что на исход отрицательно влияют сложная анатомическая форма ТАДЛВ ($p=0,027$) и длительность ИВЛ ($p=0,035$). Остальные показатели, по нашим данным, влияния не оказывали. По данным литературы, факторами, влияющими на оперативную летальность, являются ранний гестационный возраст пациентов, внутрисердечные аномалии ($p=0,016$), инфракардиальная форма ($p=0,006$), предоперационная ИВЛ ($p=0,006$) [19, 20].

В части исследований указывается, что наличие предоперационной обструкции легочного оттока может привести к увеличению рисков обструкции на ЛВ или в области анастомоза, а также к увеличению ранней послеоперационной летальности [7, 22, 23]. Однако в нашей серии наблюдений исходная обструкция ЛВ не была существенно связана с ранней или отдаленной летальностью. По мнению ряда авторов, предоперационная обструкция ЛВ и инфракардиальная, а также смешанная формы влияют на число рецидивов в области коллектора ЛВ [7].

Выбор хирургической техники при повторных вмешательствах на ЛВ по поводу их стеноза остается спорным. По данным ряда авторов, ни одна из существующих хирургических процедур не оказывает достоверного влияния на частоту рецидивов вмешательств при стенозе ЛВ [14, 21, 24]. Несмотря на это, большинство авторов при повторных вмешательствах по поводу нарушения оттока по ЛВ выбирают «бесшовную технику» [9, 19]. Исходя из нашего опыта, в обоих (4,4%) случаях выполнялось расширение суженного участка в области анастомоза при помощи бесшовной пластики.

В литературе имеется достаточно материала, подтверждающего множество преимуществ «бесшовной техники». Во-первых, это позволяет избежать швов на края ЛВ, вовлечение которых напрямую влияет на дальнейшее развитие рестенозов. Во-вторых, линия однорядного шва геометрически проста и избегает перегибов по сравнению со сложной геометрией линии шва, связанной с разрезом неправильной формы, который приходится выполнять при рассечении стенозированных ЛВ [12]. В представленном исследовании использовалась как «бесшовная», так и классическая методики. Для получения достоверных результатов сравнения разных методик требуется накопление клинического материала, а также изучение отдаленных результатов. Мы обнаружили, что все пациенты, которым выполнялась повторная коррекция, оперировались по классической методике. Несмотря на это, как говорилось выше, необходимо накопить более значительный клинический материал, чтобы окончательно ответить на данный вопрос.

Как отмечают ряд авторов, если препятствие для кровотока ограничено за счет методики формирования анастомоза, то прогноз более благоприятный, чем при вовлечении стенок ЛВ. В последней группе данных пациентов также является наиболее высокий процент летальных исходов [25]. В представленном клиническом материале у пациентов имелось сочетание стеноза области анастомоза с вовлечением стенки ЛВ. Как отмечалось выше, мы придерживаемся мне-

ния, что коррекцию рецидивов стеноза в области ЛВ необходимо выполнять сразу после его выявления, т.е. в первые 6 мес после первичной коррекции.

Заключение

В заключение хотелось бы отметить, что в данной работе отмечен ряд факторов риска, которые повлияли на результаты хирургического лечения

пациентов в одном учреждении. Полученные результаты отражают общую мировую тенденцию, наблюдаемую в клиниках, занимающихся лечением пациентов с диагнозом ТАДЛВ. Несмотря на успехи применения комбинированного подхода, включающего оптимальную хирургическую технику и новейшие способы послеоперационного выхаживания больных, основные трудности будут связаны с пациентами, которым потребуются повторные вмешательства в области ЛВ.

Литература

1. Бокерия Л.А., Шаталов К.В. Детская кардиохирургия : руководство для врачей. Москва, 2016. 864 с.
2. 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.
3. Ким А.И., Акатов Д.С., Рогова Т.В., Харитонов С.С. Случай успешной коррекции аномального отхождения правой легочной артерии от восходящей аорты // *Детские болезни сердца и сосудов.* 2013. № 1. С. 45–47.
4. Yoshimura N., Fukahara K., Yamashita A., Doki Y., Takeuchi K., Higuma T. et al. Current topics in surgery for isolated total anomalous pulmonary venous connection // *Surg. Today.* 2014. Vol. 44. P. 2221–2226.
5. Masuda M., Kuwano H., Okumura M., Arai H., Endo S., Doki Y. et al. Thoracic and cardiovascular surgery in Japan during 2014. Annual report by the Japanese Association for Thoracic Surgery // *Gen. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 2016. Vol. 64. P. 665–697.
6. St Louis J.D., Harvey B.A., Menk J.S., Raghuveer G., O'Brien J.E. Jr, Bryant R. 3rd et al. Repair of «simple» total anomalous pulmonary venous connection: a review from the Pediatric Cardiac Care Consortium // *Ann. Thorac. Surg.* 2012. Vol. 94. P. 133–137. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.athoracsur.2012.03.006>
7. 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/CIRCULATION.116.023889>
8. Морозов А.А., Мовсесян Р.Р. Особенности легочного кровотока и системной гемодинамики у пациентов с тотальным аномальным дренажем легочных вен // *Регионарное кровообращение и микроциркуляция.* 2019. Т. 18, № 1. С. 24–30. DOI: <https://doi.org/10.24884/1682-6655-2019-18-1-24-30>
9. 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. Vol. 9. P. 45–50.
10. Husain S.A., Maldonado E., Rasch D., Michalek J., Taylor R., Curzon C. et al. Total anomalous pulmonary venous connection: factors associated with mortality and recurrent pulmonary venous obstruction // *Ann. Thorac. Surg.* 2012. Vol. 94. P. 825–832.
11. Tucker B.L., Lindesmith G.G., Stiles Q.R., Meyer B.W. The superior approach for correction of the supracardiac type of total anomalous pulmonary venous return // *Ann. Thorac. Surg.* 1976. Vol. 22, N 4. P. 374–377. DOI: [https://doi.org/10.1016/s0003-4975\(10\)64970-3](https://doi.org/10.1016/s0003-4975(10)64970-3)
12. Yanagawa B., Alghamdi A.A., Dragulescu A., Viola N., Al-Radi O.O., Mertens L.L. et al. Primary sutureless repair for «simple» total anomalous pulmonary venous connection: midterm results in a single institution // *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 2011. Vol. 141. P. 1346–1354. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jtcvs.2010.10.056>
13. Arikawa K., Shimokawa S., Maruko M., Watanabe K., Watanabe S., Taira A. et al. Surgery for total anomalous pulmonary venous drainage in adults. Case reports and review of eight Japanese patients over 40 years of age // *J. Cardiovasc. Surg. (Torino).* 1990. Vol. 31, N 2. P. 231–234.
14. Подзолков В.П., Минаев А.В., Ермоленко М.Л., Юрлов И.А. Оказание медицинской помощи взрослым пациентам с врожденными пороками сердца: современный взгляд // *Грудная и сердечно-сосудистая хирургия.* 2018. Т. 60, № 6. С. 453–459.
15. White B.R., Ho D.Y., Faerber J.A., Katcuff H., Glatz A.C., Mascio C.E. et al. Repair of total anomalous pulmonary venous connection: risk factors for postoperative obstruction // *Ann. Thorac. Surg.* 2019. Vol. 108, N 1. P. 122–129. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.athoracsur.2019.02.017> Epub 2019 Mar 16.
16. Kirklin J.W. Surgical treatment of total anomalous pulmonary venous connection in infancy // *Heart Disease in Infancy: Diagnosis and Surgical Treatment* / eds B.G. Barratt-Boyes, J.M. Neutze, E.A. Harris. Edinburgh, Scotland : Churchill Livingstone, 1973. P. 89–96.
17. Hawkins J.A., Clark E.B., Doty D.B. Total anomalous pulmonary venous connection // *Ann. Thorac. Surg.* 1983. Vol. 36. P. 548–560.

18. Cobanoglu A., Menashe V.D. Total anomalous pulmonary venous connection in neonates and young infants: repair in the current era // *Ann. Thorac. Surg.* 1993. Vol. 55. P. 43–48.
19. Guocheng S., Zhongqun Z., Jimei C., Yanqiu O., Haifa H., Zhiqiang N. et al. Total anomalous pulmonary venous connection: the current management strategies in a pediatric cohort of 768 patients // *Circulation.* 2017. Vol. 135. P. 48–58.
20. Harada T., Nakano T., Oda S., Kado H. Interactive 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>
21. Hancock Friesen C.L., Zurakowski D., Thiagarajan R.R., Forbess J.M., del Nido P.J., Mayer J.E. et al. Total anomalous pulmonary venous connection: an analysis of current management strategies in a single institution // *Ann. Thorac. Surg.* 2005. Vol. 79. P. 596–606. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.athoracsur.2004.07.005>
22. Ricci M., Elliott M., Cohen G.A., Catalan G., Stark J., de Leval M.R. et al. Management of pulmonary venous obstruction after correction of TAPVC: risk factors for adverse outcome // *Eur. J. Cardiothorac. Surg.* 2003. Vol. 24. P. 28–36.
23. Seale A.N., Uemura H., Webber S.A., Partridge J., Roughton M., Ho S.Y. et al. Total anomalous pulmonary venous connection: outcome of postoperative pulmonary venous obstruction // *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 2013. Vol. 145. P. 1255–1262.
24. Kirshbom 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.
25. Van de Wal H.J.C.M., Hamilton D.I., Godman M.J., Harinck E., Lacquet L.K., Van Oort A. Pulmonary venous obstruction following correction for total anomalous pulmonary venous drainage: a challenge // *Eur. J. Cardiothorac. Surg.* 1992. Vol. 6. P. 545–549.

References

1. Pediatric cardiac surgery: a guide for physicians. Moscow, 2016: 864 p. (in Russian)
2. 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.
3. Kim A.I., Akatov D.S., Rogova T.V., Kharitonova S.S. A case of successful correction of abnormal separation of the right pulmonary artery from the ascending aorta. *Detskie bolezni serdtsa i sudov [Children's Diseases of the Heart and Blood Vessels]*. 2013; (1): 45–7. (in Russian)
4. Yoshimura N., Fukahara K., Yamashita A., Doki Y., Takeuchi K., Higuma T., et al. Current topics in surgery for isolated total anomalous pulmonary venous connection. *Surg Today.* 2014; 44: 2221–6.
5. Masuda M., Kuwano H., Okumura M., Arai H., Endo S., Doki Y., et al. Thoracic and cardiovascular surgery in Japan during 2014. Annual report by the Japanese Association for Thoracic Surgery. *Gen Thorac Cardiovasc Surg.* 2016; 64: 665–97.
6. St Louis J.D., Harvey B.A., Menk J.S., Raghuveer G., O'Brien J.E. Jr, Bryant R. 3rd, et al. Repair of «simple» total anomalous pulmonary venous connection: a review from the Pediatric Cardiac Care Consortium. *Ann Thorac Surg.* 2012; 94: 133–7. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.athoracsur.2012.03.006>
7. 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>
8. Morozov A.A., Movsesyan R.R. Features of pulmonary blood flow and systemic hemodynamics in patients with total abnormal drainage of pulmonary veins. *Regionarnoye krovoobrashcheniye i mikrotsirkulyatsiya [Regional Blood Circulation and Microcirculation]*. 2019; 18 (1): 24–30. DOI: <https://doi.org/10.24884/1682-6655-2019-18-1-24-30> (in Russian)
9. 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; 9: 45–50.
10. Husain S.A., Maldonado E., Rasch D., Michalek J., Taylor R., Curzon C., et al. Total anomalous pulmonary venous connection: factors associated with mortality and recurrent pulmonary venous obstruction. *Ann Thorac Surg.* 2012; 94: 825–32.
11. Tucker B.L., Lindesmith G.G., Stiles Q.R., Meyer B.W. The superior approach for correction of the supracardiac type of total anomalous pulmonary venous return. *Ann Thorac Surg.* 1976; 22 (4): 374–7. DOI: [https://doi.org/10.1016/s0003-4975\(10\)64970-3](https://doi.org/10.1016/s0003-4975(10)64970-3)
12. Yanagawa B., Alghamdi A.A., Dragulescu A., Viola N., Al-Radi O.O., Mertens L.L., et al. Primary sutureless repair for «simple» total anomalous pulmonary venous connection: midterm results in a single institution. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2011; 141: 1346–54. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jtcvs.2010.10.056>
13. Arikawa K., Shimokawa S., Maruko M., Watanabe K., Watanabe S., Taira A., et al. Surgery for total anomalous pulmonary venous drainage in adults. Case reports and review of eight Japanese patients over 40 years of age. *J Cardiovasc Surg (Torino).* 1990; 31 (2): 231–4.

14. Podzolkov V.P., Minaev A.V., Ermolenko M.L., Yurlov I.A. Medical care for adult patients with congenital heart defects: a modern view. *Grudnaya i serdechno-sosudistaya khirurgiya* [Thoracic and Cardiovascular Surgery]. 2018; 60 (6): 453–9. (in Russian)
15. White B.R., Ho D.Y., Faerber J.A., Katcuff H., Glatz A.C., Mascio C.E., et al. Repair of total anomalous pulmonary venous connection: risk factors for postoperative obstruction. *Ann Thorac Surg*. 2019; 108 (1): 122–9. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.athoracsur.2019.02.017> Epub 2019 Mar 16.
16. Kirklin J.W. Surgical treatment of total anomalous pulmonary venous connection in infancy. In: B.G. Barratt-Boyes, J.M. Neutze, E.A. Harris (eds). *Heart Disease in Infancy: Diagnosis and Surgical Treatment*. Edinburgh, Scotland: Churchill Livingstone, 1973: 89–96.
17. Hawkins J.A., Clark E.B., Doty D.B. Total anomalous pulmonary venous connection. *Ann Thorac Surg*. 1983; 36: 548–60.
18. Cobanoglu A., Menashe V.D. Total anomalous pulmonary venous connection in neonates and young infants: repair in the current era. *Ann Thorac Surg*. 1993; 55: 43–8.
19. Guocheng S., Zhongqun Z., Jimei C., Yanqiu O., Haifa H., Zhiqiang N., et al. Total anomalous pulmonary venous connection: the current management strategies in a pediatric cohort of 768 patients. *Circulation*. 2017; 135: 48–58.
20. Harada T., Nakano T., Oda S., Kado H. Interactive 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>
21. Hancock Friesen C.L., Zurakowski D., Thiagarajan R.R., Forbess J.M., del Nido P.J., Mayer J.E., et al. Total anomalous pulmonary venous connection: an analysis of current management strategies in a single institution. *Ann Thorac Surg*. 2005; 79: 596–606. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.athoracsur.2004.07.005>
22. Ricci M., Elliott M., Cohen G.A., Catalan G., Stark J., de Leval M.R., et al. Management of pulmonary venous obstruction after correction of TAPVC: risk factors for adverse outcome. *Eur J Cardiothorac Surg*. 2003; 24: 28–36.
23. Seale A.N., Uemura H., Webber S.A., Partridge J., Roughton M., Ho S.Y., et al. Total anomalous pulmonary venous connection: outcome of postoperative pulmonary venous obstruction. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2013; 145: 1255–62.
24. Kirshbom 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.
25. Van de Wal H.J.C.M., Hamilton D.I., Godman M.J., Harinck E., Lacquet L.K., Van Oort A. Pulmonary venous obstruction following correction for total anomalous pulmonary venous drainage: a challenge. *Eur J Cardiothorac Surg*. 1992; 6: 545–9.