

ISSN 2782-3806
ISSN 2782-3814 (Online)
УДК 616.12-073.7:616.141-007.1-053.71

АНАЛИЗ ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАММЫ У ДЕТЕЙ С ТОТАЛЬНЫМ АНОМАЛЬНЫМ ДРЕНАЖОМ ЛЕГОЧНЫХ ВЕН ДО И ПОСЛЕ ОПЕРАТИВНОГО ЛЕЧЕНИЯ ПОРОКА

Морозов А. А.¹, Мовсесян Р. Р.^{2,3}, Афонина Я. Г.¹, Васичкина Е. С.¹

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

² Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Северо-Западный государственный медицинский университет имени И. И. Мечникова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Санкт-Петербург, Россия

³ Государственное бюджетное учреждение здравоохранения «Детский городской многопрофильный клинический специализированный центр высоких медицинских технологий», Санкт-Петербург, Россия

Контактная информация:

Морозов Александр Александрович,
ФГБУ «НМИЦ им. В. А. Алмазова»
Минздрава России,
ул. Аккуратова, д. 2, Санкт-Петербург,
Россия, 197341.
E-mail: morozov_aa@almazovcentre.ru

Статья поступила в редакцию 08.02.2023
и принята к печати 22.02.2023.

РЕЗЮМЕ

Введение. Тотальный anomальный дренаж легочных вен (ТАДЛВ) относится к таким состояниям в детской сердечно-сосудистой хирургии, которые требуют проведения диагностики и хирургического лечения в кратчайшие сроки. Вследствие отсутствия прямого соединения легочных вен с левым предсердием, системный и легочный венозный кровоток дренируется в правые отделы сердца, вызывая перегрузку правых отделов объемом и давлением, тогда как преднагрузка левых камер зависит от межпредсердного сообщения. Особенности гемодинамики порока создают предпосылки для нарушения правильного распространения электрического импульса, а необходимость хирургической реконструкции на уровне предсердий — субстрат для формирования нарушений ритма в послеоперационном периоде. **Цель исследования:** определение «специфических» ЭКГ-маркеров ТАДЛВ, имеющих значение при проведении дифференциальной диагностики критических состояний у детей, а также анализ основных параметров ЭКГ у детей с тотальным anomальным дренажом легочных вен до и после оперативного вмешательства для определения базового ЭКГ паттерна, его изменений в раннем и отдаленном послеоперационных периодах с целью установления потенциальных нарушений ритма и проводимости у данной категории пациентов. **Материалы и методы.** В ис-

следование включены 30 пациентов с ТАДЛВ с двухжелудочковой физиологией кровообращения, у которых измерялась длительность и амплитуда зубца Р, длительность интервала PQ, комплекса QRS, интервала QT, оценивался основной источник ритма, замещающих ритмов, нарушений проводимости. Проводилась оценка электрокардиограммы пациентов в дооперационном, раннем и отдаленном послеоперационном периодах, с выполнением сравнительного анализа дооперационных и послеоперационных данных ЭКГ. **Результаты.** На дооперационном этапе во всех случаях регистрировался синусовый ритм, длительность зубца Р составила $62,6 \pm 10,6$ (40–80) мсек, интервала PQ — $104,1 \pm 15$ (80–160) мсек, комплекса QRS — $64,3 \pm 13,5$ (40–100) мсек, интервала QT — $253,1 \pm 29,5$ (210–350) мсек, ЭОС(<a) — $130,9 \pm 44,4$ (-70–185). После операции ($9,3 \pm 6,5$ суток) в 25 (83,3 %) наблюдениях регистрировался синусовый ритм, еще в 4 (13,3 %) — эктопический предсердный, в 1 (3,3 %) — узловый ритм. При сравнительном анализе дооперационных и ранних послеоперационных данных ЭКГ, статистически достоверные различия были выявлены для зубца Р и интервала QT, а также ЭОС. В отдаленном послеоперационном периоде статистически достоверные различия были выявлены для зубцов Р и QRS, а также интервалов PQ и QT. Данные изменения не носили патологический характер, укладывались в рамки «взросления» пациентов, однако выявлена высокая частота распространения дисфункции синусового узла в отдаленном послеоперационном периоде. **Выводы.** У пациентов с ТАДЛВ на дооперационном этапе не выявлено «специфических» ЭКГ проявлений порока при стандартной электрокардиографии, которая характеризуется признаками перегрузки правых камер объемом и давлением, с положительной ЭКГ-динамикой после нормализации внутрисердечной гемодинамики. ЭКГ-обследование, проводимое в ранние сроки после операции, не выявило типичных нарушений ритма и проводимости, ассоциированных с реконструктивными вмешательствами на уровне предсердий, однако отдаленный период характеризовался высокой частотой распространения дисфункции синусового узла у пациентов после хирургического лечения ТАДЛВ.

Ключевые слова: тотальный аномальный дренаж легочных вен, ЭКГ.

Для цитирования: Морозов А.А., Мовсесян Р.Р., Афонина Я.Г., Васичкина Е.С. Анализ электрокардиограммы у детей с тотальным аномальным дренажом легочных вен до и после оперативного лечения порока. Российский журнал персонализированной медицины. 2023;3(2):23-30. DOI: 10.18705/2782-3806-2023-3-2-23-30.

ANALYSIS OF PREOPERATIVE AND POSTOPERATIVE ELECTROCARDIOGRAM IN CHILDREN WITH TOTAL ANOMALOUS PULMONARY VENOUS CONNECTION

Morozov A. A.¹, Movsesyan R. R.^{2,3}, Afonina Y. G.¹, Vasichkina E. S.¹

¹ Almazov National Medical Research Centre, Saint Petersburg, Russia

² North-Western State Medical University Named After I. I. Mechnikov, Saint Petersburg, Russia

³ Children's City Hospital No. 1, Saint Petersburg, Russia

Corresponding author:

Morozov Aleksandr A.,
Almazov National Medical Research Centre,
Akkuratova str., 2, Saint Petersburg, Russia,
197341.
E-mail: morozov_aa@almazovcentre.ru

Received 08 February 2023; accepted 22 February 2023.

ABSTRACT

Introduction. TAPVC is a condition that requires diagnosis and surgical treatment in a short period of time. As the result of an absence of the direct connection between pulmonary veins and left atrium, systemic and pulmonary venous return drainage to the right heart with volume and pressure overload. At the same time, left heart preload is depending on atrial septal defect. The hemodynamic features of the TAPVC create conditions for abnormal spread of electric impulses, whereas necessity of surgical reconstruction on the atrial level — reasons for rhythm and conduction disturbance in postoperative period. **Aim of the study:** detection of specific EKG markers of TAPVC for differential diagnosis of critical conditions in children, analysis of basis pre- and postoperative EKG to determine EKG pattern in children with TAPVC, registration of EKG changing in early and late postoperative period to define the potential rhythm and conduction disturbance in patients with TAPVC. **Materials and methods.** The data of biventricular TAPVC patients were reviewed. We estimated characteristic of P, PQ, QRS, QT, rhythm and conduction disturbance and evaluated pre- and postoperative EKG data, with their comparison in 30 patients. **Results.** Preoperative EKG ($9,3 \pm 6,5$ days) showed sinus rhythm in all cases, P wave was $62,6 \pm 10,6$ (40–80) msec, PQ — $104,1 \pm 15$ (80–160) msec, QRS — $64,3 \pm 13,5$ (40–100) msec, QT — $253,1 \pm 29,5$ (210–350) msec, electric axis of the heart — $130,9 \pm 44,4$ (-70 ± 185). Postoperative rhythm was sinus in 83,3 % cases, atrial ectopic — 13,3 %, AV node rhythm — 3,3 %. The comparison of pre- and postoperative EKG data showed significant ($p < 0,05$) difference in P, QT, and electric axis of the heart measurements. In late postoperative period we detected non-pathological differences in P, PQ, QRS, QT compared early postoperative period, but sinus node dysfunction frequency was high in late postoperative period. **Conclusion.** There are no specific ECG markers in preoperative TAPVC patients. The standard EKG showed right heart volume and pressure overload with positive changing of it after surgical correction of TAPVC. The early postoperative EKG did not showed “typical” rhythm and conduction disturbance after surgery at the atrial level, but

patients require a long-time dynamic observation after TAPVC surgery because of high frequency of sinus node dysfunction in late postoperative period.

Key words: EKG, total anomalous pulmonary venous connection.

For citation: Morozov AA, Movsesyan RR, Afonina YG, Vasichkina ES. Analysis of preoperative and postoperative electrocardiogram in children with total anomalous pulmonary venous connection. Russian Journal for Personalized Medicine. 2023;3(2):23-30. (In Russ.) DOI: 10.18705/2782-3806-2023-3-2-23-30.

Тотальный аномальный дренаж легочных вен (ТАДЛВ) относится к редким врожденным порокам сердца, встречаясь от 1,5 до 3 % от всех ВПС [1, 2], и характеризуется отсутствием прямого соединения всех легочных вен с левым предсердием, в результате чего легочный венозный возврат, вне зависимости от типа порока, дренируется в бассейн системных вен и далее в правые отделы сердца [3]. Исходные анатомические нарушения формируют патологические изменения гемодинамики в виде перегрузки правых отделов объемом и давлением с развитием дилатации правых камер сердца [4]. Отсутствие прямого соединения легочных вен с левым предсердием создает опосредованную преднагрузку к левым отделам сердца, что ведет к уменьшению левых камер сердца. Сочетание анатомических и гемодинамических факторов может отражаться на распространении электрического импульса, регистрируемого на электрокардиограмме. Кроме того, данные ряда исследований демонстрируют распространенность проблемы нарушений ритма и проводимости у пациентов в отдаленном периоде после хирургической коррекции ТАДЛВ, в том числе с асимптомным клиническим течением. Исходя из этого, целью настоящей работы является поиск «специфических» ЭКГ-маркеров данного порока, имеющих значение при проведении дифференциальной диагностики критических состояний у детей, а также анализ основных параметров ЭКГ у детей с тотальным аномальным дренажом легочных вен до и после оперативного вмешательства для определения базового ЭКГ паттерна, его изменений в послеоперационном периоде с целью установления потенциальных нарушений ритма и проводимости у данной категории пациентов.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В работе были использованы данные пациентов детского возраста, оперированных по поводу тотального аномального дренажа легочных вен с двухжелудочковой физиологией кровообращения (пациенты с сочетанными ВПС и унiventрикулярным кровообращением в работу не включались). Стандартная электрокардиография выполнялась в 12 отведениях на скорости записи 50 мм/с, с усилением до 20 мВ. Измерялась длительность и амплитуда зубца Р, длительность интервала PQ, комплекса QRS, интервала QT, оценивался основной источник ритма, замещающих ритмов, АВ диссоциации, АВ блокады и т.д., проводилась оценка ЧСС (средней, минимальной и максимальной). При оценке ЧСС и интервальных значений ЭКГ за эталон нормы принимались значения, полученные в ходе клинко-эпидемиологического исследования «ЭКГ-скрининг детей и подростков Российской Федерации» [5]. Проводилась оценка электрокардиограммы пациентов в дооперационном и послеоперационном периодах, с выполнением сравнительного анализа дооперационных и послеоперационных данных ЭКГ. Средний возраст пациентов составил $2 \pm 2,47$ (0,03–12) месяцев. На дооперационном этапе и в раннем послеоперационном периоде были проанализированы 30 исследований пациентов, из которых супракардиальный тип порока был диагностирован в 17 случаях, кардиальный — в 7 случаях, инфракардиальный — в 3 случаях и смешанный — в 3 случаях ТАДЛВ. В отдаленном послеоперационном периоде проведена оценка ЭКГ данных 22 пациентов. При проведении количественные параметры отражены в виде среднего $\pm$ SD и с размахом min-max,

для оценки статистической достоверности различий анализируемых показателей использован Т-критерий Уилкоксона, выявления корреляционных связей — критерий Спирмена (Statistica 10.0, StatSoft. Inc., USA).

РЕЗУЛЬТАТЫ

При анализе дооперационных электрокардиографических данных 30 детей с ТАДЛВ регистрировался синусовый ритм, увеличение электрической активности предсердий выявлено в 21 (70 %) случае, правого желудочка — в 20 (66,6 %) случаях, в 16 (53,3 %) случаях определялось сочетанное повышение электрической активности предсердий и правого желудочка, что отражает гемодинамику порока в виде перегрузки правых отделов сердца объемом и давлением. Нарушение внутрижелудочковой проводимости было выявлено у 12 (40 %) детей, ПБПНПГ — в 1 (3,3 %) случае, блокада передне-верхнего разветвления ЛНПГ — в 1 (3,3 %) случае.

Длительность зубца Р составила $62,6 \pm 10,6$ (40–80) мсек, интервала PQ — $104,1 \pm 15$ (80–160) мсек, комплекса QRS — $64,3 \pm 13,5$ (40–100) мсек, интервала QT — $253,1 \pm 29,5$ (210–350) мсек, ЭОС(<a) — $130,9 \pm 44,4$ (-70–185).

Проведение корреляционного анализа выявило прямую взаимосвязь ($p < 0,05$) между возрастом пациентов и значением длительности зубца Р ($p = 0,52$) и комплекса QRS ($p = 0,64$), а также интервала PQ ($p = 0,43$) (рис. 1). Достоверной корреляции между типом порока, наличием дооперационной

обструкции легочного кровотока, размерами левого желудочка и данными ЭКГ выявлено не было.

При оценке послеоперационных данных ЭКГ, полученных на $9,3 \pm 6,5$ (2–30) сутки после проведения хирургической коррекции порока, длительность зубца Р составила $53,9 \pm 10,8$ (30–80) мсек, интервала PQ — $103,9 \pm 21,4$ (50–160) мсек, комплекса QRS — $62,3 \pm 10,8$ (40–100) мсек, интервала QT — $285,5 \pm 32,4$ (220–350) мсек, ЭОС(<a) — $123,2 \pm 41,5$ (-70±170). В 25 (83,3%) наблюдениях регистрировался синусовый ритм, еще в 4 (13,3 %) — эктопический предсердный, в 1 (3,3 %) — узловый ритм. Повышенная электрическая активность предсердий определялась в 9 (30 %) случаях, правого желудочка — в 16 (53,3 %) случаях, в 7 (23,3 %) случаях — сочетанное увеличение электрической активности предсердий и правого желудочка. Полученные электрокардиографические данные дооперационного и послеоперационного периода обобщены и представлены в таблице 1.

При сравнительном анализе дооперационных и послеоперационных данных ЭКГ, статистически достоверные различия ($p < 0,05$) были выявлены для зубца Р и интервалов QT, а также ЭОС, которые представлены на рисунке 2 (а, б, в).

В дальнейшем нами была проведена оценка основных электрокардиографических характеристик у 22 пациентов (от 2 до 19 лет) с ТАДЛВ в отдаленном послеоперационном периоде. При сопоставлении основных электрокардиографических характеристик пациентов, полученных в раннем и отдаленном послеоперационных периодах, была выявлена статистически достоверная разница зуб-

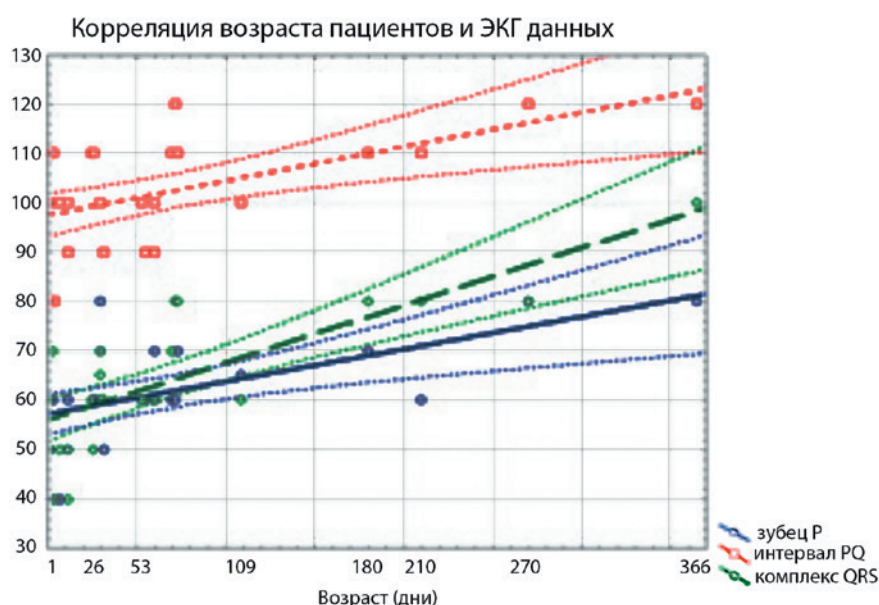


Рис. 1. Корреляция возраста пациентов с ТАДЛВ с данными электрокардиографии

цов Р ($p = 0,01$) и QRS ($p = 0,002$), интервалов PQ ($p = 0,03$) и QT ($p < 0,001$), а также положения электрической оси сердца ($p < 0,01$), однако эти изменения не носили патологический характер, укладываясь в рамки «взросления» пациентов. Однако по результатам обследования синусовый ритм регистри-

ровался лишь у 27,3 % пациентов. У всех остальных пациентов (72,7 %) имели место проявления дисфункции синусового узла (ДСУ) в виде регистрации миграции водителя ритма у 68,2 %, эпизодов эктопического предсердного ритма — у 27,3 % и ритма из АВ соединения.

Таблица 1. Исходные и ранние послеоперационные характеристики ЭКГ у пациентов с ТАДЛВ

	До операции		После операции
	Mean $\pm$ SD	Min $\div$ Max	Mean $\pm$ SD
P	62,6 $\pm$ 10,6	40 $\div$ 80	53,9 $\pm$ 10,8
PQ	104,1 $\pm$ 15	80 $\div$ 160	103,9 $\pm$ 21,4
QRS	64,3 $\pm$ 13,5	40 $\div$ 100	62,3 $\pm$ 10,8
QT	253,1 $\pm$ 29,5	210 $\div$ 350	285,5 $\pm$ 32,4
ЭОС	130,9 $\pm$ 44,4	-70; 185	123,2 $\div$ 41,5

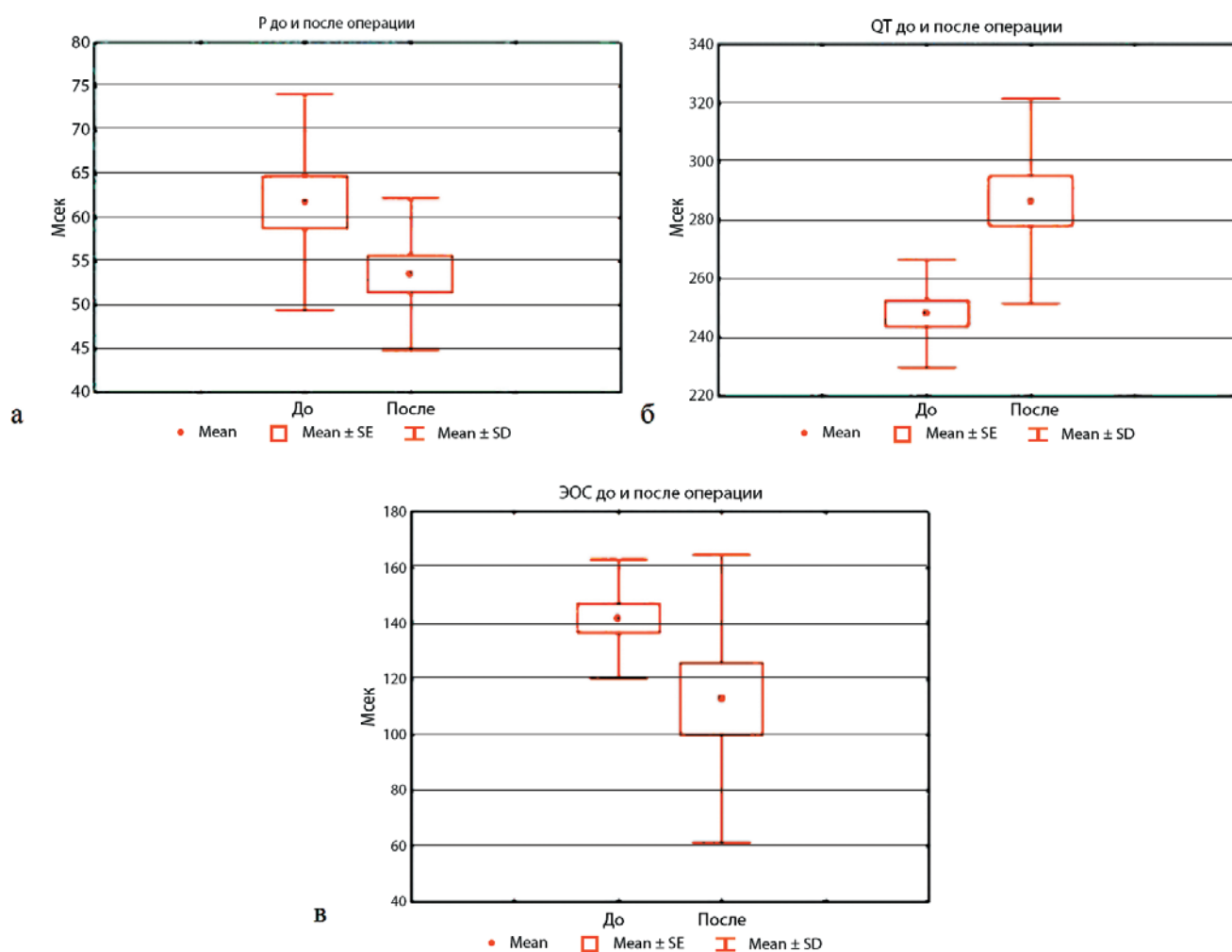


Рис. 2. Результаты сравнительного анализа до- и послеоперационных ЭКГ-данных

ОБСУЖДЕНИЕ

Отсутствие прямого дренирования легочного венозного возврата в левое предсердие создает особую гемодинамическую картину, при которой системный и легочный венозный кровоток дренируется в правое предсердие, вне зависимости от типа ТАДЛВ. Следствием данных анатомических нарушений и их гемодинамических проявлений является выраженная перегрузка правых отделов объемом и давлением, что ведет к дилатации правых камер сердца, а также левосторонней девиации межжелудочковой перегородки [6, 7].

Кроме того, отсутствие прямой преднагрузки левых отделов сердца ведет к уменьшению размеров левого предсердия и левого желудочка [8]. Данные анатомо-гемодинамические аспекты порока создают предпосылки для возможного формирования особенностей распространения электрического импульса. В результате проведенного анализа данных пациентов с ТАДЛВ на дооперационном этапе ожидаемых «специфических» ЭКГ-проявлений ТАДЛВ выявлено не было. Для детей с данным пороком характерен синусовый ритм с основными электрокардиографическими параметрами, отражающими гипертрофический тип кровообращения малого круга кровообращения с перегрузкой правых отделов объемом и давлением у пациентов с ТАДЛВ, которые коррелируют с возрастом пациентов. Нормализация внутрисердечной гемодинамики способствует редукции перегрузки правых отделов сердца, с достоверным уменьшением длительности зубца Р по сравнению с дооперационным периодом, а также уменьшением электрической активности правых отделов сердца. Исходя из полученных данных, у пациентов с ТАДЛВ не выявлено «специфических» ЭКГ-проявлений порока при стандартной электрокардиографии, ЭКГ-картина характеризуется признаками перегрузки правых камер объемом и давлением, с положительной ЭКГ-динамикой после нормализации внутрисердечной гемодинамики. Электрокардиографическое обследование, проводимое у пациентов в ранние сроки после оперативного лечения порока, не выявило типичных нарушений ритма и проводимости, ассоциированных с реконструктивными вмешательствами на уровне предсердий, однако выявление высокой частоты дисфункции синусового узла в отдаленном периоде требует проведения регулярного обследования больных после коррекции ТАДЛВ, в том числе асимптомных пациентов [9].

Конфликт интересов/ Conflict of interest

Авторы заявили об отсутствии потенциального конфликта интересов. / The authors stated no conflict of interest.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ / REFERENCES

1. Michielon G, Di Donato RM, Pasquini L, et al. Total anomalous pulmonary venous connection: long-term appraisal with evolving technical solutions. *Eur J Cardiothorac Surg* 2002; 22:184–191.
2. Karamlou T, Gurofsky R, Al Sukhni E, et al. Factors associated with mortality and reoperation in 377 children with total anomalous pulmonary venous connection. *Circulation*. 2007; 115(12):1591–1598. DOI:10.1161/CIRCULATIONAHA.106.635441.
3. Darling RC, Rothney WB, Craig JM. Total pulmonary venous drainage into the right side of the heart: report of 17 autopsied cases not associated with other major cardiovascular anomalies. *Lab Invest* 1957; 6:44–64.
4. Морозов А.А., Мовсесян Р.Р. Особенности легочного кровотока и системной гемодинамики у пациентов с тотальным аномальным дренажом легочных вен. Регионарное кровообращение и микроциркуляция. 2018; 18(1):24–30.
5. Миклашевич И.М., Школьников М.А., Калинин Л.А., Абдулатипова И.В. Всероссийская программа «Клинико-эпидемиологическое исследование по ЭКГ-скринингу у детей и подростков РФ». *Анналы аритмологии*. 2007; Прил. 2: 132.
6. Misumi H, Imai Y, Ishihara K, et al. Pre and postoperative left ventricular volume and function in infants and children with total anomalous pulmonary venous return. *Kyobu geka. The Japanese journal of thoracic surgery*. 1993; 46(11):926–930.
7. Corno AF. Borderline left ventricle. *Eur J Cardiothorac Surg*. 2005; 27(1):67–73.
8. Graham TP Jr, Jarmanki JM, Canent RV Jr. Left heart volume characteristics with a right ventricular volume overload: total anomalous pulmonary venous connection and large atrial septal defect. *Circulation*. 1972; 45:389–9.
9. Saxena A, Fong LV, Lamb RK, et al. Cardiac Arrhythmias After Surgical Correction of Total Anomalous Pulmonary Venous Connection: Late Follow-Up. *Pediatric Cardiology*. 1991; 12:89–91.
10. Bhan A, Umre MA, Choudhary SK, et al. Cardiac arrhythmias in surgically repaired total anomalous pulmonary venous connection: a follow-up study. *Indian Heart J*. 2000; 52(4):427–30.
11. Tanel RE, Kirshbom PM, Paridon SM, et al. Long-term noninvasive arrhythmia assessment after total anomalous pulmonary venous connection repair. *Am Heart J*. 2007; 153(2):267–74.

Информация об авторах:

Морозов Александр Александрович, к.м.н., кардиохирург ФГБУ «НМИЦ им. В. А. Алмазова» Минздрава России;

Мовсесян Рубен Рудольфович, д.м.н., профессор, член-корреспондент РАН, заведующий отделением кардиохирургии, профессор кафедры педиатрии и детской кардиологии СЗГМУ им. И. И. Мечникова, главный детский кардиохирург Комитета по здравоохранению Санкт-Петербурга;

Афони́на Яна Геннадьевна, клинический ординатор кафедры детских болезней с клиникой Института медицинского образования, ФГБУ «НМИЦ им. В. А. Алмазова» Минздрава России;

Васичкина Елена Сергеевна, д.м.н., руководитель научно-исследовательского отделения сердечно-сосудистых заболеваний у детей, ФГБУ «НМИЦ им. В. А. Алмазова» Минздрава России.

Authors information:

Morozov Aleksandr A., Cand. Med. Sc., Cardiac Surgeon, Almazov National Medical Research Centre;

Movsesyan Ruben R., Dr. Med. Sc., Professor, Corresponding Member of Russian Academy of Sciences, Head of Department of Cardiac Surgery of Children's City Hospital No. 1, Professor, Department of Pediatrics and Pediatric Cardiology, Chief Pediatric Cardiac Surgeon of the Health Committee of Saint-Petersburg;

Afonina Yana G., Department of Children's Diseases with a clinic of the Institute of Medical Education, Almazov National Medical Research Centre;

Vasichkina Elena S., Dr. Med. Sc., Head of the Research Department of Cardiovascular Diseases in Children, Professor of the Department of Pediatric Disease, Almazov National Medical Research Centre.