

Эффект применения экстракорпоральной мембранной оксигенации при купировании рефрактерной желудочковой тахикардии, возникшей после операции Фонтена (клиническое наблюдение)

О. С. Аникина^{1,*}, И. А. Соинов¹, И. А. Велюханов¹, О. А. Суздalова¹, Ю. Ю. Кулябин¹, С. А. Сергеев¹, А. Н. Архипов¹, И. А. Корнилов²

¹ Национальный медицинский исследовательский центр им. акад. Е. Н. Мешалкина Минздрава России, Россия, 630055, г. Новосибирск, ул. Речкуновская, д. 15

² Медицинский центр Милтона С. Херши, Медицинский колледж Университета штата Пенсильвания, США, 17033 Пенсильвания, Херши, Крессент Роуд, 700 НМС

Для цитирования: О. С. Аникина, И. А. Соинов, И. А. Велюханов, О. А. Суздalова, Ю. Ю. Кулябин, С. А. Сергеев, А. Н. Архипов, И. А. Корнилов. Эффект применения экстракорпоральной мембранной оксигенации при купировании рефрактерной желудочковой тахикардии, возникшей после операции Фонтена. *Общая реаниматология*. 2024; 20 (5): 77–80. <https://doi.org/10.15360/1813-9779-2024-5-77-80> [На русск. и англ.]

*Адрес для корреспонденции: Ольга Сергеевна Аникина, lelyaart@mail.ru

Резюме

Цель — оценить результат применения экстракорпоральной мембранной оксигенации (ЭКМО) для жизнеобеспечения в комплексном лечении пациента с рефрактерной желудочковой тахикардией, возникшей после операции Фонтена.

Пациент и методы. У ребенка 4-х лет спустя 18 ч после операции Фонтена зарегистрировали рефрактерную желудочковую тахикардию (до 250 уд/мин) с депрессией гемодинамики. На фоне сердечно-легочной реанимации и антиаритмической терапии, которые не оказали желаемого эффекта, выполнили рестернотомию с центральным подключением веноартериальной ЭКМО и последующей диагностической ангиокардиографией. При контрастировании кавопульмонального тракта выявили стеноз левой легочной артерии, провели баллонную ангиопластику со стентированием.

Результаты. После стентирования левой легочной артерии в течение 24 ч на фоне ЭКМО и продолжающейся антиаритмической терапии отметили купирование желудочковой тахикардии и восстановление синусового ритма. На 3-и сут при пробной остановке ЭКМО по данным трансторакальной ЭхоКГ регистрировали удовлетворительную сократительную способность единого желудочка, после чего выполнили отключение ЭКМО и ушивание грудной клетки. Пациентку выписали из стационара на 47-е сут в удовлетворительном состоянии.

Заключение. Своевременное подключение веноартериальной ЭКМО при купировании рефрактерной желудочковой тахикардии у 4-летнего ребенка, выявление и устранение послеоперационных резидуальных явлений с применением комбинированной медикаментозной антиаритмической терапии позволяет восстановить правильный ритм сердца и избежать неврологических осложнений.

Ключевые слова: ЭКМО; рефрактерная желудочковая тахикардия у детей; операция Фонтена

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Финансирование. Данная работа была выполнена в рамках государственного задания Минздрава России № 124022500251-0.

The Effect of Extracorporeal Membrane Oxygenation in the Management of Refractory Ventricular Tachycardia Developed after Fontan Procedure (Case Report)

Olga S. Anikina^{1,*}, Ilya A. Soynov¹, Ilya A. Velyukhanov¹, Olga A. Suzdalova¹, Yuri Yu. Kulyabin¹, Stanislav A. Sergeev¹, Alexey N. Arkhipov¹, Igor A. Kornilov²

¹ E. N. Meshalkin National Medical Research Center, Ministry of Health of Russia, 15 Rechkunovskaya Str., 630055 Novosibirsk, Russia

² Milton S. Hershey Medical Center, Penn State University College of Medicine, 700 HMC Crescent Road, Hershey, PA 17033, USA

Summary

Aim: to evaluate the effect of extracorporeal membrane oxygenation (ECMO) as a life support in the treatment of a patient with refractory ventricular tachycardia developed after Fontan procedure.

Patient and treatment. A 4-year-old child developed refractory ventricular tachycardia (up to 250 bpm) and hemodynamic depression 18 hours after the Fontan procedure. After the failure of cardiopulmonary resuscitation and antiarrhythmic therapy, resternotomy with central venoarterial (VA) ECMO support was performed, followed by diagnostic angiocardiology. Contrast-enhanced cavopulmonary angiography revealed stenosis of the left pulmonary artery, which was treated with balloon angioplasty and stenting.

Results. Ventricular tachycardia resolved and sinus rhythm was restored within 24 hours after left pulmonary artery stenting, supported by continuous ECMO and antiarrhythmic therapy. On day 3, transthoracic echocardiography showed good single ventricle contractility after a trial weaning from ECMO. As a result, the ECMO support was removed and the sternum sutured. The patient was discharged from the hospital on day 47 in stable condition.

Conclusion. The prompt initiation of VA ECMO support in a 4-year old patient with refractory ventricular tachycardia post-Fontan procedure along with the complex management of post-procedural residual tachycardia using a combination of antiarrhythmic agents helped restoring sinus rhythm and could contribute to preventing neurological complications.

Keywords: ECMO; refractory ventricular tachycardia in children; Fontan procedure

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

Funding. This study was performed under the State Contract No. 124022500251-0 of the Russian Ministry of Health.

Read the full-text English version at www.reanimatology.com

Введение

Рефрактерная желудочковая тахикардия (ЖТ) является редким и жизнеугрожающим осложнением после кардиохирургических операций [1]. Основными причинами развития послеоперационной рефрактерной ЖТ у детей с врожденными пороками сердца являются неэффективная защита миокарда и резидуальные проблемы после кардиохирургических операций [2, 3]. Единственным экстренным способом лечения является подключение веноартериальной экстракорпоральной мембранной оксигенации (ЭКМО), который может служить мостом либо к выздоровлению, либо к трансплантации сердца [1, 2].

Представили клиническое наблюдение восстановления синусового ритма в результате эффективного применения веноартериальной ЭКМО при рефрактерной желудочковой тахикардии у пациентки 4-х лет после кардиохирургической операции.

Цель — оценить результат лечения пациента с рефрактерной желудочковой тахикардией с использованием ЭКМО.

Клиническое наблюдение

Пациентка 4-х лет, массой тела 16 кг, поступила в НИИЦ им. акад. Е. Н. Мешалкина для выполнения операции Фонтана с первоначальным диагнозом: ВПС. Синдром гипоплазии левого сердца. По данным эхокардиографии (ЭхоКГ): показатели сократимости были системного желудочка в норме, двунаправленный кавопульмональный анастомоз без признаков деформации, межпредсерное сообщение диаметром 3,4 см, поток в неоаорте ускорен. В нисходящей аорте определяли стент, пиковый градиент на этом уровне составил 54 мм рт. ст. Трикуспидальная регургитация выраженная по объему, v. Contracta, — 0,79 см.

Ребенку сформировали полный экстракардиальный кавопульмональный анастомоз сосудистым протезом Gore-Tex 18 мм (GORE-TEX® Vascular Grafts, W. L. Gore & Associates, Inc., Flagstaff, AZ, USA) с фенестрацией 4 мм, выполнили пластику ветвей легочных артерий, пластику дуги аорты лоскутом из сосудистого протеза Vascutek (Terumo, Renfrewshire, United

Kingdom), шовную аннулопластику трикуспидального клапана по De Vega. Реконструкцию дуги аорты выполняли в условиях антеградной перфузии головного мозга (общее время 43 мин). Для защиты миокарда использовали кардиоплегический раствор Кустодиол (650 мл Custodiol, Dr. Franz Köhler Chemie GmbH, Germany). Восстановление сердечной деятельности — самостоятельное. Кавопульмональный анастомоз формировали при параллельном искусственном кровообращении (ИК), общее время ИК составило 189 мин. Отключение от ИК выполняли на фоне инфузии минимальных доз норадреналина и адреналина, без нарушений ритма сердца не было. Интраоперационная чрезпищеводная эхокардиография (ЧПЭхоКГ) показала, что кавопульмональный анастомоз функционирует, поток крови в нем не был ускорен. Сократительная способность миокарда единого желудочка не была снижена (фракция выброса — 58%).

Спустя 18 ч после операции у ребенка регистрировали нарушения ритма сердца по типу желудочковой тахикардии с частотой сердечных сокращений до 250 уд/мин с депрессией гемодинамики. Выполняли реанимационные мероприятия по закрытому типу, многократную электродефибрилляцию (ЭДС) с интервалом 5 мин. Антиаритмическая терапия — с трехкратным болюсным введением амиодарона (5 мг/кг) и последующей инфузией (5 мг/кг/ч), двукратным болюсным введением лидокаина (1 мг/кг), без положительного эффекта. Электролитный состав крови по данным лабораторных анализов — в пределах допустимых значений. На момент реанимационных мероприятий инотропный индекс был равен 34 баллам с высокими дозами допамина, адреналина, норадреналина, мезатона. На фоне рефрактерной желудочковой тахикардии выполнили ЭхоКГ-исследование, показавшее снижение сократительной способности миокарда единого желудочка. На фоне сердечно-легочной реанимации осуществили рестернотомию с центральным подключением вено-артериальной экстракорпоральной мембранной оксигенации (ЭКМО) и последующей диагностической ангиокардиографией. При контрастировании кавопульмонального тракта выявили стеноз левой легочной артерии (рис. 1, *a*), провели баллонную ангиопластику со стентированием CP Stent L 34–45 мм (NuMED Inc, Hopkinton, New York, USA) (рис. 1, *b*). Копо-

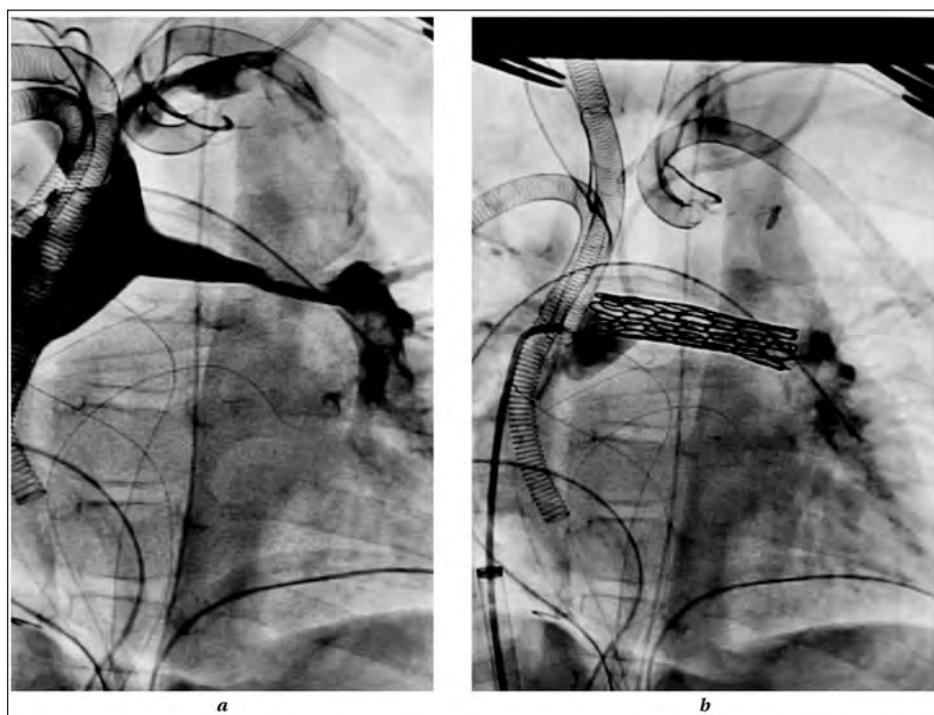


Рис. 1. Катетеризация сердца на фоне проводимого ВА ЭКМО: стеноз (а) и стентирование (b) левой легочной артерии.

нарография не показала признаков деформаций и патологических сдавлений коронарных артерий.

Результаты

Через 24 ч на фоне ЭКМО и продолжающейся инфузии амиодарона (5 мг/кг/ч) был восстановлен синусовый ритм. В течение последующих 3-х сут нарушений ритма сердца не регистрировали, на 3-и сут при пробной остановке ЭКМО по данным трансторакальной ЭхоКГ отметили удовлетворительную сократительную способность единого желудочка, после чего отключили ЭКМО и ушили грудную клетку. Общее время пребывания в ОРИТ составило 10 сут, неврологической патологии у ребенка не выявили. Пациентку выписали из стационара на 47-е сут в удовлетворительном состоянии.

Обсуждение

Стандартным подходом купирования ЖТ у детей является медикаментозная терапия [4]. Однако ЖТ, рефрактерная к медикаментозной терапии и трехкратной неэффективной ЭДС, часто приводит к нарушению гемодинамики и к необходимости сердечно-легочной реанимации [1–3]. Единственным экстренным способом лечения в подобных случаях является ЭКМО [2]. Причинами рефрактерной ЖТ или фибрилляции желудочков могут являться неэффективная защита миокарда, нарушения электролитного баланса, врожденные нарушения ритма сердца, такие как синдром удлиненного или короткого QT, синдром Brugada, а также резидуальная патология после кардио-

хирургических вмешательств [2, 5]. В описанном случае исключили нарушения электролитного баланса и ишемию миокарда (отсутствие элевации сегмента ST в раннем послеоперационном периоде и нормальное восстановление синусового ритма после операции). Для стабилизации гемодинамики и поиска дальнейших причин нарушений ритма сердца на фоне сердечно-легочной реанимации подключили вено-артериальную ЭКМО с центральной канюляцией. По протоколу применения ЭКМО нашего центра после кардио-

хирургических операций выполняется диагностика остаточной патологии [5].

ЭхоКГ является золотым стандартом для исключения резидуальных явлений [6], однако у пациентов с единственным желудочком сердца на фоне ЭКМО диагностика может быть затруднительна, таким образом инвазивные методы диагностики являются более эффективными [7]. Дополнительное исследование в объеме компьютерной томографии или катетеризации сердца могут выявить причины нарушения ритма и необходимости подключения вено-артериальной ЭКМО [5, 8]. В результате проведенной катетеризации сердца у ребенка выявили протяженный стеноз левой легочной артерии на фоне компрессии аортой.

После стентирования левой легочной артерии в течение 24 ч мы отметили купирование желудочковой тахикардии и восстановление синусового ритма.

ЭКМО позволила поддержать стабильную гемодинамику в течение всего периода времени ее использования, а также выявить причину остаточной патологии. После устранения патологических причин у пациентов с единственным желудочком сердца время отключения ЭКМО зависит от нескольких факторов: длительность сердечно-легочной реанимации, глобальная систолическая и диастолическая функция желудочков сердца и наличие осложнений, связанных с ЭКМО [9, 10]. Использование заранее подготовленного контура ЭКМО позволило сократить продолжительность сердечно-

легочной реанимации и снизить риск неврологических осложнений. Фракция выброса единственного желудочка восстановилась сразу после купирования нарушения ритма, а тщательный хирургический гемостаз позволил избежать ЭКМО-ассоциированных осложнений. Предпринятый алгоритм действий позволил отключить веноартериальную ЭКМО через 56 ч и выписать пациента в удовлетворительном состоянии с синусовым ритмом и без неврологического дефицита.

Литература

1. Bhandary S. P., Joseph N., Hofmann J. P., Saranteas T., Papadimos T. J. Extracorporeal life support for refractory ventricular tachycardia. *Ann Transl Med.* 2017; 5 (4): 73. DOI: 10.21037/atm.2017.01.39. PMID: 28275618.
2. Bosson N., Kazan C., Sanko S., Abramson T., Eckstein M., Eisner D., Geiderman J., et al. Implementation of a regional extracorporeal membrane oxygenation program for refractory ventricular fibrillation out-of-hospital cardiac arrest. *Resuscitation.* 2023; 187: 109711. DOI: 10.1016/j.resuscitation.2023.109711. PMID: 36720300.
3. Chen C.-Y., Tsai J., Hsu T. Y., Lai W.-Y., Chen W.-K., Muo C.-H., Kao C.-H. ECMO used in a refractory ventricular tachycardia and ventricular fibrillation patient: a national case-control study. *Medicine (Baltimore).* 2016; 95 (13): e3204. DOI: 10.1097/MD.0000000000003204. PMID: 27043684.
4. Crosson J. E., Callans D. J., Bradley D. J., Dubin A., Epstein M., Etheridge S., Papez A., et al. PACES/HRS expert consensus statement on the evaluation and management of ventricular arrhythmias in the child with a structurally normal heart. *Heart Rhythm.* 2014; 11 (9): e55–78. DOI: 10.1016/j.hrthm.2014.05.010. PMID: 24814375.
5. Soynov I. A., Kornilov I. A., Kulyabin Y. Y., Zubritskiy A. V., Ponomarev D. N., Nichay N. R., Murashov I. S., et al. Residual lesion diagnostics in pediatric postcardiotomy extracorporeal membrane oxygenation and its outcomes. *World J Pediatr Congenit Heart Surg.* 2021; 12 (5): 605–613. DOI: 10.1177/21501351211026594. PMID: 34597209.
6. Agarwal H. S., Hardison D. C., Saville B. R., Donahue B. S., Lamb F. S., Bichell D. P., Harris Z. L. Residual lesions in postoperative pediatric

Своевременное подключение веноартериальной ЭКМО при купировании рефрактерной желудочковой тахикардии, выявление и устранение послеоперационных резидуальных явлений с применением комбинированной медикаментозной антиаритмической терапии позволяет восстановить правильный ритм сердца и избежать неврологических осложнений.

- cardiac surgery patients receiving extracorporeal membrane oxygenation support. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2014; 147 (1): 434–441. DOI: 10.1016/j.jtcvs.2013.03.021. PMID: 23597724.
7. Boscamp N. S., Turner M. E., Crystal M., Anderson B., Vincent J. A., Torres A. J. Cardiac catheterization in pediatric patients supported by extracorporeal membrane oxygenation: a 15-year experience. *Pediatr Cardiol.* 2017; 38 (2): 332–337. DOI: 10.1007/s00246-016-1518-0. PMID: 27872993.
8. Abdelmohsen G., Al-Ata J., Alkhushi N., Bahaidarah S., Baho H., Abdelsalam M., Bekheet S., et al. Cardiac catheterization during extracorporeal membrane oxygenation after congenital cardiac surgery: a multi-center retrospective study. *Pediatr Cardiol.* 2022; 43 (1): 92–103. DOI: 10.1007/s00246-021-02696-w. PMID: 34328521.
9. Polimenakos A. C., Wojtyla P., Smith P. J., Rizzo V., Nater M., El Zein C. F., Ilbawi M. N. Post-cardiotomy extracorporeal cardiopulmonary resuscitation in neonates with complex single ventricle: analysis of outcomes. *Eur J Cardiothorac Surg.* 2011; 40 (6): 1396–1405. DOI: 10.1016/j.ejcts.2011.01.087. PMID: 21507672.
10. Dyamenahalli U., Tuzcu V., Fontenot E., Papagiannis J., Jaquiss R. D., Bhutta A., Morrow W. R., et al. Extracorporeal membrane oxygenation support for intractable primary arrhythmias and complete congenital heart block in newborns and infants: short-term and medium-term outcomes. *Pediatr Crit Care Med.* 2012; 13 (1): 47–52. DOI: 10.1097/PCC.0b013e3182196cb1. PMID: 21516054.

Поступила 29.05.2023

Принята 03.09.2024