

<https://doi.org/10.35336/VA-2022-1-05>

ПОСТОЯННАЯ ЭЛЕКТРОКАРДИОСТИМУЛЯЦИЯ У ДЕТЕЙ: РЕЗУЛЬТАТЫ МНОГОЛЕТНЕГО
НАБЛЮДЕНИЯ, АНАЛИЗ ОСЛОЖНЕНИЙ

О.Ю.Джаффарова, Л.И.Свинцова, И.В.Плотникова, Б.Н.Дамбаев, Е.О.Картофелева
*Научно-исследовательский институт кардиологии, Томский национальный исследовательский
медицинский центр Российской академии наук, Россия, Томск, пер. Кооперативный, д. 5.*

Цель. Представить опыт и проанализировать осложнения постоянной кардиостимуляции у детей с брадиаритмиями на основе многолетнего наблюдения.

Материалы исследования. Проанализированы данные 145 детей со структурно-нормальными сердцами с имплантированными электрокардиостимуляторами (ЭКС) в возрасте от 1 месяца до 18 лет. Период наблюдения - с 1999 по 2020 гг. Эпикардиальная имплантация ЭКС была выполнена 71 ребенку, эндокардиальная - 74. Средний возраст первичной имплантации ЭКС составил $8,67 \pm 5,2$ лет.

Результаты. Выявлены следующие осложнения: гемодинамические осложнения (увеличение камер сердца в динамике и/или развитие внутрижелудочковой и межжелудочковой диссинхронии, появление и нарастание степени регургитации на атриовентрикулярных клапанах), бактериальный эндокардит, гемоперикард, окклюзия подключичной вены, перикардит, инфицирование стимулятора и его ложа, дислокация ЭКС и нарушение целостности электродов. У пациентов с эпикардиальным способом имплантации ЭКС осложнения были выявлены у 24 (33,8%) обследованных, с эндокардиальным - у 37 (50%). Гемодинамические осложнения при эпикардиальной стимуляции связаны с внутрижелудочковой диссинхронией вследствие имплантации желудочкового электрода на боковую стенку или выходной отдел правого желудочка. У пациентов, которым имплантация эпикардиального электрода выполнена в области верхушки левого желудочка (ЛЖ), гемодинамических осложнений не зарегистрировано.

Заключение. Дети с имплантированными ЭКС требуют тщательного динамического наблюдения. Наиболее рациональным является применение первичной эпикардиальной системы ЭКС с имплантацией электрода на верхушку ЛЖ, это позволяет сохранить вены для эндокардиальной стимуляции в более старшем возрасте, и предотвратить развитие гемодинамических осложнений. Ни эпикардиальный, ни эндокардиальный способы имплантации ЭКС не гарантируют отсутствие осложнений, однако соблюдение вышеперечисленных условий позволит добиться высокой эффективности и безопасности кардиостимуляции у детей.

Ключевые слова: электрокардиостимуляция; способы имплантации электродов; осложнения; дети

Конфликт интересов: не заявляется.

Финансирование: отсутствует.

Рукопись получена: 15.09.2021 **Исправленная версия получена:** 24.12.2021 **Принята к публикации:** 27.12.2021

Ответственный за переписку: Джаффарова Ольга Юрьевна, E-mail: oyd@cardio-tomsk.ru

О.Ю.Джаффарова - ORCID ID 0000-0002-3947-4903, Л.И.Свинцова - ORCID ID 0000-0002-2056-4060, И.В.Плотникова - ORCID ID 0000-0003-4823-4378, Б.Н.Дамбаев - ORCID ID 0000-0003-4823-4378, Е.О.Картофелева - ORCID ID 0000-0003-2469-8098

Для цитирования: Джаффарова ОЮ, Свинцова ЛИ, Плотникова ИВ, Дамбаев БН, Kartoffелева ЕО. Постоянная электрокардиостимуляция у детей: результаты многолетнего наблюдения, анализ осложнений. *Вестник аритмологии.* 2022;29(1): 32-38. <https://doi.org/10.35336/VA-2022-1-05>.

PERMANENT PACING IN CHILDREN: RESULTS OF FOLLOW-UP, ASSESSMENT OF COMPLICATIONS

O.Yu.Dzhaffarova, L.I.Svintsova, I.V.Plotnikova, B.N.Dambaev, E.O.Kartofeleva
*Cardiology Research Institute, Tomsk National Research Medical Center, Russian Academy of Sciences, Russia,
Tomsk, Kooperativnyy lane, 5.*

Aim. To present the experience and assess the complications of permanent pacing in children with bradyarrhythmias based on long-term follow-up.

Methods. Data of 145 children with structurally normal heart with implanted pacemakers at the age from 1 month to 18 years were retrospectively assessed. The follow-up was from 1999 to 2020 years. Epicardial pacemaker was implanted in 71 children, endocardial - in 74. The mean age of the primary implantation was 8.67 ± 5.2 years.

Results. The following complications were disclosed: hemodynamic complications (heart chamber enlargement in dynamics and/or development of dyssynchrony, the appearance and increase in the regurgitation degree on the atrioventricular valves), bacterial endocarditis, hemopericardium, subclavian vein occlusion, pericarditis, infection of the pacer.

maker and its pocket, leads dislocation and fracture. With epicardial pacing various complications were detected in 24 (33.8%) examined patients, with endocardial - in 37 (50%). Hemodynamic complications with epicardial permanent pacing are associated with intraventricular dyssynchrony due to implantation of a ventricular lead on the lateral wall or the right ventricular outflow tract. Hemodynamic complications were not recorded in patients that performed the implantation of an epicardial lead at the left ventricular (LV) apex.

Conclusion. Children with pacemakers require careful follow-up. The most rational is the use of a primary epicardial pacemaker system with lead implantation on the apex of the LV. Such approach allows the veins to be preserved for endocardial stimulation at an older age, and to prevent hemodynamic complications. Neither epicardial nor endocardial pacemaker implantation guarantee the absence of complications. However, compliance with the above conditions will allow achieving high efficiency and safety of cardiac stimulation in children.

Key words: pacing; methods of lead implantation; complications; children

Conflict of Interests: nothing to declare.

Funding: none.

Received: 15.09.2021 **Revision Received:** 24.12.2021 **Accepted:** 27.12.2021

Corresponding author: Dzhaffarova Olga, E-mail: oyd@cardio-tomsk.ru

O.Yu.Dzhaffarova - ORCID ID 0000-0002-3947-4903, L.I.Svintsova - ORCID ID 0000-0002-2056-4060, I.V.Plotnikova - ORCID ID 0000-0003-4823-4378, B.N.Dambayev - ORCID ID 0000-0003-4823-4378, E.O.Kartofeleva - ORCID ID 0000-0003-2469-8098

For citation: Dzhaffarova OYu, Svintsova LI, Plotnikova IV, Dambayev BN, Kartofeleva EO. Permanent pacing in children: results of follow-up, assessment of complications. *Journal of Arrhythmology*. 2022;29(1): 32-38. <https://doi.org/10.35336/VA-2022-1-05>.

В настоящее время электрокардиостимуляция (ЭКС) является единственным вариантом лечения брадиаритмий. Использование ЭКС в педиатрической практике требует высокого профессионализма специалистов, особенно у детей раннего возраста с учетом перспективы пожизненной стимуляции.

Постоянные технические усовершенствования стимулирующих устройств, привели к появлению современных физиологических систем ЭКС, которые по своим размерам и функциональным возможностям достаточно безопасно могут применяться у детей любого возраста [1]. При принятии решения о выборе оптимальной системы ЭКС должны быть рассмотрены показания к постоянной стимуляции, преимущества и недостатки различных режимов стимуляции и способов имплантации систем ЭКС. Факторами, определяющими специфику имплантации устройств в детском возрасте являются: антропометрические данные ребенка и соответствие их размерам стимулятора и электродов, необходимость длительной (пожизненной) кардиостимуляции, высокий уровень активности ребенка, интенсивное физическое развитие (необходимость имплантации электродов «с запасом» и их замены), в ряде случаев сопутствующие врожденные пороки сердца, особенно при наличии внутрисердечных шунтов, риски возможных осложнений, развивающихся на фоне постоянной ЭКС [2-4].

Показания к имплантации ЭКС изменялись по мере поступления новых сведений об эффективности и безопасности постоянной ЭКС и в связи с усовершенствованием медицинских технологий [5, 6]. На сегодняшний день многие специалисты используют показания к имплантации ЭКС у детей, которые были обобщены и опубликованы в обзоре рабочей группы Европейской ассоциации аритмологов и Ассоциации

европейских детских кардиологов в 2013 году [7]. Однако следует помнить, что уровень доказательности этих рекомендаций невысокий. Большинство рекомендаций для детей, нуждающихся в постоянной кардиостимуляции, не подтверждены проспективными исследованиями и основываются только на мнении экспертов. Обобщение опыта в области педиатрической кардиостимуляции позволит специалистам принимать более взвешенные решения при выборе способа имплантации у конкретного пациента с учетом возможных осложнений, планированию динамического наблюдения, а также уточнению показаний к имплантации ЭКС.

Цель данной публикации - представить опыт и проанализировать осложнения постоянной кардиостимуляции у детей с брадиаритмиями на основе многолетнего наблюдения.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Проведен анализ осложнений электрокардиостимуляции у детей со структурно-нормальными сердцами. Период наблюдения - с 1999 по 2020 гг. В исследование было включено 145 пациентов в возрасте от 1 месяца до 18 лет, из них 103 пациента с полной атриовентрикулярной блокадой (АВБ), 25 детей с синдромом слабости синусового узла (СССУ) и 17 - с бинодальной болезнью. Средний возраст пациентов на момент первичной имплантации ЭКС $8,67 \pm 5,2$ лет. Распределение по возрастам было следующим: дети до года - 12 (8,3%) человек, от одного года до трех лет - 28 (19,3%) пациентов, от 3-х до 10 лет - 37 (25,5%) детей. Большинство обследованных 68 (46,9%) - дети старше 10 лет. Деление на возрастные периоды детства обусловлено целесообразностью в рамках данного исследования более подробной оценки показателей в связи

с особенностями морфофункционального состояния органов и систем в процессе роста и развития ребенка.

Критерии включения пациентов:

- наличие АВБ, CCCУ или бинодальной патологии по данным ЭКГ и холтеровского мониторирования (ХМ) ЭКГ;
- отсутствие признаков текущего воспалительного процесса по данным общего и биохимического анализов крови;
- отсутствие врожденного порока сердца.

При поступлении всем пациентам проводилось общеклиническое обследование, включающее сбор анамнеза, жалоб, объективное обследование ребенка, общий анализ крови, общий анализ мочи, биохимический анализ крови, коагулограмма, регистрация ЭКГ в 12 отведениях, суточное мониторирование ЭКГ, эхокардиография (ЭхоКГ), рентгенография органов грудной клетки.

Всем пациентам выполнена первичная имплантация ЭКС. В послеоперационном периоде проводилось повторное исследование, включающее ЭКГ, ЭхоКГ, ХМ ЭКГ, рентгенографию органов грудной клетки в 2-х проекциях, а также контроль параметров ЭКС в сроки 5-7 дней после вмешательства. Контрольное обследование, включающее ЭКГ, ЭхоКГ, ХМ ЭКГ, контроль параметров ЭКС проводилось спустя 6 и 12 месяцев и далее ежегодно. Рентгенография органов грудной клетки в 2-х проекциях проводилась 1 раз в 3 года после первичной имплантации ЭКС или чаще по показаниям.

Показания к имплантации ЭКС определялись с учетом национальных рекомендаций, разработанных на основе рекомендаций Европейской ассоциации аритмологов и детских кардиологов [7]. Способы имплантации и режимы стимуляции в зависимости от возраста пациентов представлены в табл. 1. У 5 пациентов с однокамерной предсердной стимуляцией (ААI) стимулятор был имплантирован в связи CCCУ, ассоциированным с симптомной брадикардией, 118 пациентам с полной АВБ и бинодальной патологией имплантированы двухкамерные системы ЭКС. Одному пациенту с полной АВБ и блокадой левой ножки пучка Гиса имплантирована трехкамерная система ЭКС. Однокамерные желудочковые системы ЭКС имплантированы 21 пациенту, 3 из них в возрасте до 1 года. При выборе VVI - режима стимуляции при первичной имплантации ЭКС мы руководствовались целью минимизировать риск осложнений, связанных с избыточной длиной электродов как при эндо-, так и при эпикардиальном подходе, избежать стернотомии и использовать субкисфоидаальный доступ при эпикардиальной стимуляции. Кроме того, VVI стимуляция с минимальной частотой не подавляет функцию АВ соединения у пациентов с частично сохраненным АВ-проведением.

У большинства пациентов при эпикардиальной двухкамерной стимуляции применялась частичная стернотомия, у пациентов с однокамерной эпикардиальной стимуляцией - субкисфоидаальный доступ без стернотомии.

Эпикардиальная имплантация ЭКС была выполнена 71 ребенку, эндокардиальная - 74. Средний воз-

раст пациентов с эпикардиальной системой ЭКС на момент первичной имплантации составил $3,86 \pm 3,35$ лет, средний возраст пациентов с эндокардиальной системой ЭКС на момент первичной имплантации составил $13,28 \pm 3,39$ лет. Средняя продолжительность стимуляции от момента первичной имплантации до выявления осложнений составила $2,10 \pm 2,7$ лет.

Статистические методы исследования

Статистическая обработка данных проводилась с помощью программы Statistica 10. Количественные показатели представлены в виде $M \pm \sigma$, где M - среднее арифметическое, σ - среднее квадратичное отклонение. Различия качественных показателей оценивали по критерию χ^2 . Различия считались значимыми при уровне значимости $p < 0,05$.

ПОЛУЧЕННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

У пациентов с эпикардиальным способом имплантации ЭКС различные осложнения были выявлены у 24 (33,8%) обследованных, с эндокардиальным - у 37 (50%) детей (табл. 2). Выявлены следующие осложнения: гемодинамические осложнения (увеличение камер сердца в динамике и/или развитие внутрисердечной и межжелудочковой диссинхронии, появление и нарастание степени регургитации на атриовентрикулярных клапанах), бактериальный эндокардит, гемоперикард, преимущественно связанный с перфорацией правого предсердия, окклюзия подключичной вены, перикардит, инфицирование стимулятора и его ложа, дислокация ЭКС и нарушение целостности электродов.

При эндокардиальном способе имплантации желудочковый электрод преимущественно локализовался в области верхушки правого желудочка (ПЖ). При эпикардиальной ЭКС желудочковый электрод у 27 (38%) пациентов локализовался в области верхушки левого желудочка (ЛЖ) и верхушки ПЖ, у 44 (62%) пациентов - в зоне свободной стенки ПЖ. Следует отметить, что в «старую эру» (до 2013 года) при имплантации эпикардиальной системы ЭКС желудочковый электрод локализовался в зоне свободной стенки ПЖ. Большинство Российских клиник до сих пор руководствуются этим подходом. В последние годы в нашей клинике при первичной эпикардиальной стимуляции желудочковый электрод локализуется в области верхушки ЛЖ, либо верхушки ПЖ.

При эпикардиальном способе имплантации наиболее частые осложнения были связаны с развитием гемодинамических изменений в виде признаков пейсмейкер-индуцированной кардиомиопатии, обусловленных стимуляцией свободной стенки ПЖ. Стимуляция вышеназванной зоны приводит к развитию электрической и механической диссинхронии и дисфункции ЛЖ. Следует отметить тот факт, что у тех пациентов, которым была проведена первичная имплантация эпикардиального электрода в области верхушки ЛЖ ($n=27$, 38%), гемодинамических осложнений зарегистрировано не было.

В раннем послеоперационном периоде после имплантации эпикардиальной системы ЭКС у 2-х пациентов был диагностирован перикардит и у одного

пациента выявлен гемоперикард. В отдаленном послеоперационном периоде у 4-х пациентов выявлены дислокации ЭКС и электродов и нарушение их целостности, в том числе сердечная странгуляция у пациентки с врожденной АВБ. Данное осложнение выявлено через 2 года после первичной имплантации эпикардиальной системы ЭКС, выполненной в возрасте 1 года.

При режиме однокамерной эпикардиальной VVI стимуляции отмечались только гемодинамические осложнения, связанные с диссинхронией ЛЖ. При двухкамерном режиме стимуляции (DDD) наряду с гемодинамическими осложнениями, зафиксированы осложнения, связанные непосредственно с электродами эпикардиальной системы (табл. 2).

При трансвенозном (эндокардиальном) способе стимуляции осложнения, связанные с нарушением гемодинамики были зарегистрированы у такого же количества пациентов, что и в группе эпикардиальной стимуляции (табл. 2). Однако, по качеству гемодинамических осложнений был выявлен ряд отличий. Если в группе с эпикардиальной стимуляцией все пациенты с гемодинамическими осложнениями имели признаки пейсмейкер-индуцированной кардиомиопатии, то в группе детей с эндокардиальной стимуляцией гемодинамические осложнения только у 8 (47%) пациентов

представлены пейсмейкер-индуцированной кардиомиопатией, а у 9 (53%) пациентов - недостаточностью трикуспидального клапана (ТК). Более частая встречаемость пейсмейкер-индуцированной кардиомиопатии у детей с эпикардиальной стимуляцией по сравнению с пациентами с эндокардиальной стимуляцией оказалась статистически значимой ($p=0,047$) и отмечалась только у пациентов с эпикардиальной имплантацией желудочкового электрода в область свободной стенки ПЖ.

В группе пациентов с эндокардиальной стимуляцией ранний послеоперационный период у 3-х пациентов осложнился гемоперикардом, ассоциированным с перфорацией правого предсердия. У одного пациента отмечен перикардит. В отдаленном послеоперационном периоде было зарегистрировано одно из самых грозных осложнений эндокардиальной кардиостимуляции - развитие инфекционного эндокардита. Данное осложнение возникло через 10 лет после первичной имплантации ЭКС и потребовало проведения операции на открытом сердце с применением искусственного кровообращения, деимплантации всей эндокардиальной системы, пластики ТК с последующей имплантацией эпикардиальной системы ЭКС. Кроме того отдаленные послеоперационные осложнения эндокардиальной стимуляции отмечены ещё у двух паци-

Таблица 1.

Режимы стимуляции и способы имплантации системы ЭКС у детей со структурно нормальным сердцем в зависимости от возраста, n (%)

	Способ имплантации							
	Эндокардиальный, n=74 (51,03%)				Эпикардиальный, n=71 (48,97%)			
	AAI n=5 (3,45%)	DDD n=57 (39,31%)	VVI n=12 (8,27%)	Всего n=74 (51,03%)	DDD n=61 (42,07%)	DDD-biV n=1 (0,69%)	VVI n=9 (6,21%)	Всего n=71 (48,97%)
До 1 года					9 (6,21)		3 (2,07)	12 (8,28)
1-3 года		1 (0,69)		1 (0,69)	23 (15,86)	1 (0,69)	3 (2,07)	27 (18,62)
3-7 лет	1 (0,69)		1 (0,69)	2 (1,38)	16 (11,03)		3 (2,07)	19 (13,1)
7-10 лет	1 (0,69)	6 (4,14)	2 (1,38)	9 (6,21)	7 (4,83)			7 (4,83)
Старше 10 лет	3 (2,07)	50 (34,48)	9 (6,2)	62 (42,75)	6 (4,14)			6 (4,14)

Таблица 2.

Осложнения при эпикардиальной и эндокардиальной стимуляции в зависимости от режима стимуляции, n (%)

	Способ имплантации					
	Эндокардиальный, n=74 (51,03%)			Эпикардиальный, n=71 (48,97%)		
	AAI n=5 (3,45%)	DDD n=57 (39,31%)	VVI n=12 (8,27%)	DDD n=61 (42,07%)	DDD-biV n=1 (0,69%)	VVI n=9 (6,21%)
Гемодинамические		12 (21,05)	5 (41,6)	14 (22,58)		3 (33,3)
Дислокация ЭКС*		11 (19,29)	2 (16,6)	4 (6,45)		
Перикардит		1 (1,75)		2 (3,22)		
Гемоперикард		3 (5,26)		1 (1,61)		
БЭ			1 (8,33)			
Инфицирование ЭКС		1 (1,75)				
Окклюзия вены			1 (8,33)			
Всего		28 (49,12)	9 (75)	21 (33,87)		3 (33,3)

Примечание: * - и нарушение целостности электродов, БЭ - бактериальный эндокардит

ентов: в одном случае - окклюзия подключичной вены, в другом - инфицирование ложа ЭКС.

ОБСУЖДЕНИЕ ПОЛУЧЕННЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ

Одним из спорных и нерешенных вопросов детской ЭКС остается выбор способа имплантации: эпикардиального или эндокардиального в зависимости от возраста пациента. Каждый метод имеет свои преимущества и недостатки [8, 9]. Проведенный нами анализ подтверждает это и демонстрирует, что ни эпи-, ни эндокардиальный подход не гарантирует отсутствие осложнений.

Для эндокардиальной стимуляции характерны такие осложнения, как нарушение изоляции, дислокации электродов, перфорация сердца, недостаточность ТК, развитие бактериального эндокардита. Эндокардиальные системы ЭКС имеют высокий риск развития венозной окклюзии и венозного тромбоза у детей, что является причиной отсутствия возможности повторного применения венозного доступа в будущем и приводит к более сложному ведению пациента [10, 11]. Нарастание степени регургитации ТК связано как с избыточными петлями электродов, запас которых необходим в связи ростом пациента, так и с количеством электродов, проходящих через его отверстие вследствие трансвенозных реимплантаций в течение жизни пациента. А поскольку ЭКС необходима на протяжении нескольких десятилетий, то большое количество электродов, проходя через трансвенозный клапан, лишь усугубляет нарушения внутрисердечной гемодинамики. Осложнения, связанные с инфицированием имплантированных устройств, по данным разных авторов составляют от 1% до 19% [12]. При этом окончательное излечение пациента возможно только при полном удалении инфицированных электродов и электрокардиостимулятора, что актуализирует нерешенную на сегодняшний день проблему экстракции эндокардиальных электродов у детей.

В противоположность эндокардиальной имплантации ЭКС, при эпикардиальной стимуляции наиболее часто наблюдаются механические осложнения, связанные с переломом электродов, менее длительная их «выживаемость», а также риски, связанные с торакальной хирургией [13]. Однако проблема «выживаемости» эпикардиальных электродов, наблюдавшаяся на заре ЭКС, в настоящее время становится менее актуальной. Применение стероидного покрытия ограничивает воспалительный ответ в месте соприкосновения электрода и сердечной ткани, что приводит к снижению острого и хронического порогов стимуляции и увеличивает срок службы батареи. При сравнении современных эндокардиальных и эпикардиальных электродов со стероидным покрытием продемонстрировано практическое отсутствие разницы «выживаемости» электродов. Среди механических осложнений эпикардиальной стимуляции редким, но очень серьезным, является сердечная странгуляция, которая ограничена педиатрической популяцией. С ростом ребенка при дислокации петли электрода происходит странгуляция сердца и в зависимости от места максимального сдавления может при-

вести к стенозу коронарных артерий, недостаточности клапана или дисфункции желудочка, с последующим возникновением сердечного приступа, который может закончиться летальным исходом. Особо пристальное внимание следует уделять детям, кому имплантация ЭКС выполнялась в возрасте до 6 месяцев, вследствие более интенсивного физического развития и высокой вероятности формирования сердечной странгуляции из-за наличия избыточной длины электродов в средостении. Для диагностики данного осложнения рекомендовано ежегодное эхокардиографическое исследование и проведение контрольных рентгенографий органов грудной клетки в 2-х проекциях каждые 3 года у асимптомных пациентов [14-16]. На сегодняшний день в мировой литературе описано всего 20 случаев странгуляции сердца [17, 18]. В нашей клинике есть опыт лечения такого осложнения у 2-х пациентов: у одного из них ЭКС имплантирован в возрасте 1,5 месяцев по причине полной АВБ после хирургической коррекции врожденного порока сердца [19], другому пациенту ЭКС имплантирован в возрасте 1 года в связи с врожденной АВБ, дислокация петель электродов выявлена через 2 года после первичной эпикардиальной имплантации ЭКС. В первом клиническом случае выполнена хирургическая коррекция - замена эпикардиальной системы электродов и ЭКС. Во втором клиническом случае планируется аналогичное оперативное вмешательство.

Следует отметить, что верхушка ПЖ является самой частой зоной стимуляции при использовании трансвенозного (эндокардиального) доступа, который обеспечивает стабильное положение электрода и отсутствие его смещения. Однако длительная апикальная эндокардиальная стимуляция ПЖ может приводить к пейсмейкер-индуцированной кардиомиопатии [20]. Перспективной для предотвращения данного осложнения представляется стимуляция пучка Гиса, которая улучшает функцию ЛЖ и нивелирует симптомы сердечной недостаточности, вторичные по отношению к желудочковой диссинхронии. Данная методика в настоящее время набирает популярность у взрослых пациентов, которым требуется сердечная ресинхронизирующая терапия, однако опыт применения её у детей ограничен, но очень перспективен [21].

В последние годы в зарубежных публикациях обсуждаются вопросы о зонах желудочковой стимуляции при обоих вариантах имплантации электродов ЭКС. Стимуляция «оптимального участка» должна быть направлена на профилактику пейсмейкер-индуцированной механической диссинхронии, особенно у детей, которым стимулятор был имплантирован в младшем детском возрасте и имеющих перспективу пожизненной ЭКС. Было показано, что стимуляция верхушки и боковой стенки ЛЖ при эпикардиальной ЭКС имеет наибольший потенциал для предотвращения диссинхронии и снижения сократительной функции ЛЖ, тогда как ЭКС выходного отдела и боковой стенки ПЖ связана с высоким риском дисфункции ЛЖ [22, 23], что согласуется с нашими результатами. Пейсмейкер-индуцированная кардиомиопатия выявлялась только у пациентов с эпикардиальной стимуля-

цией свободной стенки ПЖ, а у пациентов с апикальной ЛЖ стимуляцией гемодинамических осложнений выявлено не было.

В показаниях для имплантации ЭКС у детей нет четких рекомендаций по выбору способа имплантации. Так в рекомендациях консенсуса экспертов Европейской ассоциации аритмологов и Ассоциации европейских детских кардиологов в 2013 году у детей до достижения веса 10 кг предлагается имплантация систем с использованием только эпикардиальных электродов, у остальных пациентов рекомендуется использовать преимущественно трансвенозные системы [7]. Однако с учетом современных мировых тенденций и опыта ведущих зарубежных клиник использование методик эпикардиальной имплантации электродов находит все большее применение как в силу более серьезных осложнений при имплантации трансвенозной системы ЭКС, так и в связи с возможностью выбора гемодинамически оптимальной зоны стимуляции при эпикардиальной методике для предотвращения пейсмейкер-индуцированной диссинхронии [22, 23]. Эпикардиальный способ предпочтителен при любой первой имплантации ЭКС у ребенка так как позволяет максимально отсрочить установку эндокардиальной системы стимуляции, применение которой актуализирует нерешенную на сегодняшний день проблему эндоваскулярной экстракции электродов у детей. В большинстве случаев при возникновении осложнений экстракция эндокардиальных электродов осуществляется в процессе операции на открытом сердце с использованием искусственного кровообращения, а методики миниинвазивного лазерного или механического удаления электродов у детей пока не получили положительных результатов не только в России, но и в мире [25-28].

ЛИТЕРАТУРА

1. Takeuchi D, Tomizawa Ya. Pacing device therapy in infants and children: a review. *J Artif Organs*. 2013;16: 23-33. <https://doi.org/10.1007/s10047-012-0668-y>.
2. Welisch E, Cherlet E, Crespo-Martinez E, et al. A single institution experience with pacemaker implantation in a pediatric population over 25 years. *Pacing Clin Electrophysiol*. 2010;33: 1112-8. <https://doi.org/10.1111/j.1540-8159.2010.02781.x>.
3. Silvetti MS, Drago F, Di Carlo D, et al. Cardiac pacing in paediatric patients with congenital heart defects: transvenous or epicardial? *Europace*. 2013;15: 1280-6. <https://doi.org/10.1093/europace/eut029>.
4. Свинцова ЛИ, Ковалёв ИА, Криволапов СН, и др. Клинические и гемодинамические закономерности течения аритмий у детей в возрасте от 0 до 7 лет. Российский кардиологический журнал. 2014;19(12): 31-37. [Svintsova LI, Kovalev IA, Krivolapov SN, et al. Clinical and hemodynamic patterns of arrhythmias in children aged 0 to 7 years. *Rus J Card*. 2014;19(12): 31-37. (In Russ).]. <https://doi.org/10.15829/1560-4071-2014-12-31-37>.
5. Epstein AE, Dimarco JP, Ellenbogen KA, et al. ACC/AHA/HRS 2008 Guidelines for Device-Based Therapy of Cardiac Rhythm Abnormalities: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines (Writing Committee to Revise the ACC/AHA/NASPE 2002 Guideline Update for Implantation of Cardiac Pacemakers and Antiarrhythmia Devices) developed in collaboration with the American Association for Thoracic Surgery and Society of Thoracic Surgeons. *J Am Coll Cardiol*. 2008;51: e1-62. <https://doi.org/10.1016/j.hrthm.2008.04.014>.
6. Vardas PE, Auricchio A, Blanc JJ, et al. Guidelines for cardiac pacing and cardiac resynchronization therapy. The Task Force for Cardiac Pacing and Cardiac Resynchronization Therapy of the European Society of Cardiology. Developed in collaboration with the European Heart Rhythm Association. *Europace*. 2007;9: 959-98. <https://doi.org/10.1093/europace/eum189>.
7. Brugada J, Blom N, Sarquella-Brugada G, et al. Pharmacological and non-pharmacological therapy for arrhythmias in the pediatric population: EHRA and AEPIC-Arrhythmia Working Group joint consensus statement. *Europace*. 2013;15:1337-82. <https://doi.org/10.1093/europace/eut082>.
8. Konta L, Chubb MH, Bostock J, et al. Twenty-Seven Years' Experience With Transvenous Pacemaker Implantation in Children Weighing <10 kg *Circ Arrhythm Electrophysiol*. 2016;9: e003422. <https://doi.org/10.1161/CIR>

Ограничение публикации

В нашей публикации прямое статистическое сравнение пациентов с эпи- и эндокардиальной стимуляцией было затруднено, поскольку исходно эти пациенты несопоставимы по возрасту и характеру осложнений. Данный фактор в исследовании способствовал тому, что различия в количестве осложнений эпи- и эндокардиальной стимуляции в разных возрастных группах не были обнаружены.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Наличие постоянного искусственного водителя ритма у детей, в отличие от взрослых пациентов, требует более тщательного динамического наблюдения, включающего ХМ ЭКГ, детальную ЭхоКГ, рентгенографию органов грудной клетки в 2-х проекциях, оценку параметров ЭКС. В настоящее время в педиатрической кардиостимуляции остаются нерешенные вопросы. Наиболее актуальными из них являются выбор способа имплантации и предотвращение осложнений, развивающихся при постоянной стимуляции.

Согласно исследованиям последних лет и нашему опыту наиболее рациональным является применение первичной эпикардиальной системы ЭКС с имплантацией электрода на верхушку ЛЖ, это позволяет сохранить вены для эндокардиальной стимуляции в более старшем возрасте, и предотвратить развитие гемодинамических осложнений. Следует учитывать, что ни эпикардиальный, ни эндокардиальный способы кардиостимуляции не гарантируют отсутствие осложнений, однако соблюдение вышеперечисленных условий позволят добиться высокой эффективности и безопасности кардиостимуляции у детей. Решение этих вопросов имеет большое значение для развития отечественной педиатрической кардиостимуляции.

CEP.115.003422.

9. Pakarinen S, Oikarinen L, Toivonen L. Short-term implantation-related complications of cardiac rhythm management device therapy: a retrospective single centre 1-year survey. *Europace*. 2010;12: 103-8. <https://doi.org/10.1093/europace/eup361>.
10. Silveti MS, Drago F, Di Carlo D, et al. Cardiac pacing in paediatric patients with congenital heart defects: transvenous or epicardial? *Europace*. 2013;15(9): 1280-6. <https://doi.org/10.1093/europace/eut029>.
11. Celiker A, Baspinar O, Karagöz T.. Transvenous cardiac pacing in children: problems and complications during follow-up. *Anadolu Kardiyol Derg*. 2007;(3):292-7.
12. Campos-Quintero A, García-Montes JA, Cruz-Arias R, et al. Endocardial Pacing in Infants and Young Children Weighing Less Than 10 Kilograms. *Rev Esp Cardiol*. (Engl Ed). 2018 Jan;71(1):48-51. <https://doi.org/10.1016/j.rec.2017.02.036>.
13. Silveti MS, Drago F, Di Carlo D, et al. Cardiac pacing in paediatric patients with congenital heart defects: transvenous or epicardial? *Europace*. 2013;15: 280-1286. <https://doi.org/10.1093/europace/eut029>.
14. Mah DY, Prakash A, Porras D, et al. Coronary artery compression from epicardial leads: More common than we think. *Heart Rhythm*. 2018;1-9. doi.org/10.1016/j.hrthm.2018.06.038.
15. Carreras EM, Duncan WJ, Djurdjev O, et al. Cardiac strangulation following epicardial pacemaker implantation: a rare pediatric complication. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg*. 2015; 149: 522-527 <https://doi.org/10.1016/j.jtcvs.2014.10.094>.
16. Takeuchi D, Tomizawa Y. Cardiac strangulation from epicardial pacemaker leads: diagnosis, treatment, and prevention. *Gen Thorac. Cardiovasc Surg*. 2015; 63: 22-29. <https://doi.org/10.1007/s11748-014-0483-x>.
17. Chihiro M, Yoshie O, Yusuke A, et al. A case of cardiac strangulation following epicardial pacemaker implantation. *General Thoracic and Cardiovascular Surgery*. 2020; 68: 1499-1502.
18. Janík M, Hejna P, Straka L, et al. Strangulation of the heart presenting as sudden cardiac death: A deadly but forgotten complication of epicardial pacing device. *Legal Medicine*, 32 (2018); 107-112 <https://doi.org/10.1016/j.legalmed.2018.04.001>.
19. Плотникова ИВ, Свинцова ЛИ, Джаффарова ОЮ, и др. Странгуляция левого желудочка у 4-летнего ребенка после эпикардальной стимуляции. Педиатрия журнал им. Г.Н.Сперанского.2018;97(3): 98-102. [Plotnikova IV, Svintsova LI, Dzhaffarova OYu, et al. Left ventricular strangulation in a 4-year-old child after epicardial pacing. *Pediatria*. 2018;97(3): 98-102.(In Russ)].
20. Baruteau A-E, Pass RH, Thambo J-B, et al. Congenital and childhood atrioventricular blocks: pathophysiology and contemporary management. *Eur J Pediatr*. 2016;175(9): 1235-1248. <https://doi.org/10.1007/s00431-016-2748-0>.
21. Lyon S, Dandamudi, Kean AC. Permanent his-bundle pacing in pediatrics and congenital heart disease. *J Innov Cardiac Rhythm Manage*. 2020;11(2): 4005-4012. <https://doi.org/10.19102/icrm.2020.110205>.
22. Janousek J, Kubus P. What's new in cardiac pacing in children? *Curr Opin Cardiol*. 2014; 29:76-82. <https://doi.org/10.1097/HCO.0000000000000025>.
23. Song MK, Kim NY, Bae EJ, et al. Long-term Follow-up of Epicardial Pacing and Left Ventricular Dysfunction in Children With Congenital Heart Block. *Thorac Surg*. 2020;109(6): 1913-1920. <https://doi.org/10.1016/j.athoracsur>.
24. Kovanda J, Lousek M, Ono S, et al. Left ventricular apical pacing in children: feasibility and long-term effect on ventricular function. *Europace*. 2020;22: 306-313. <https://doi.org/10.1093/europace/euz325>.
25. Dodge-Khatamia A, Kadnera A, Davea H, et al. Left heart atrial and ventricular epicardial pacing through a left lateral thoracotomy in children: a safe approach with excellent functional and cosmetic result. *European Journal of Cardio-thoracic Surgery*. 2005;4: 541-545. <https://doi.org/10.1016/j.ejcts.2005.06.040>.
26. Fender EA, Killu AM, Cannon BC, et al. Lead extraction outcomes in patients with congenital heart disease. *Europace*. 2017;19(3): 441-446. <https://doi.org/10.1093/europace/euw049>.
27. McCanta AC, Schaffer MS, Collins KK. Pediatric and Adult Congenital Endocardial Lead Extraction or Abandonment Decision (PACELEAD) survey of lead management. *Pacing Clin Electrophysiol*. 2011;34: 1621-1627.
28. Zareba W, Klein H, Cygankiewicz I, et al. MADIT-CRT Investigators. Effectiveness of Cardiac Resynchronization Therapy by QRS Morphology in the Multi-center Automatic Defibrillator Implantation Trial-Cardiac Resynchronization Therapy (MADIT-CRT). *Circulation*. 2011;123: 1061-1072. <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.110.960898>.