

## ОРИГИНАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

О.Л.Гордеев, Д.Ф.Егоров, И.М.Воронцов, А.В.Адрианов, Е.С.Васичкина, В.К.Лебедева, В.Н.Кондратьев, И.Н.Гинзбург, Е.Е.Грысык

### ОПЫТ РЕИМПЛАНТАЦИИ ЭЛЕКТРОКАРДИОСТИМУЛЯТОРОВ У ДЕТЕЙ

Государственный медицинский университет им. акад. И.П.Павлова, Государственная педиатрическая медицинская академия, больница N 31 «Клинический центр передовых медицинских технологий», Санкт-Петербург.

Приведен анализ работы постоянных электрокардиостимуляторов, первичная имплантация которых была произведена 79 пациентам в возрасте до 18 лет. Оценивается срок службы батарей и обсуждаются возможные пути его увеличения.

**Ключевые слова:** постоянные электрокардиостимуляторы, установка у детей, врожденные пороки сердца.

*The analysis is presented of functioning of permanent pacemakers primarily implanted in 79 patients in the age up of 18 years. The period of the pacemaker battery life and potential ways of its prolongation are discussed.*

**Key words:** permanent pacemakers, implantation in pediatric patients, congenital heart diseases

Последние десятилетия отмечены большими успехами в лечении нарушений сердечного ритма (НСР) у детей. Быстрыми темпами развиваются хирургические и интервенционные методы лечения, значительно увеличился арсенал антиаритмических препаратов. До начала 90-х годов применение электрокардиостимуляции (ПЭКС) в детском возрасте было ограничено. Благодаря существенному уменьшению размеров и увеличению возможностей имплантируемых антиаритмических устройств постоянная электрокардиостимуляция (ЭКС) все чаще используется в педиатрии. С появлением современных физиологических (предсердных, двухкамерных и частотно-адаптивных) ПЭКС возможности метода ЭКС в педиатрии значительно расширились [1, 2, 4-7, 9, 10, 15-17, 28].

Однако, вопросы длительного наблюдения и возможности программирования ЭКС у детей изучены недостаточно. В то же время, наблюдение таких детей имеет ряд особенностей, связанных как с физиологическими особенностями пациентов детского возраста, так и с некоторыми специфическими проблемами, касающимися самих имплантируемых устройств и электродов [8].

Некоторые авторы указывают на более короткую продолжительность работы ЭКС у детей [8, 13, 25, 34], что делает весьма актуальными вопросы адекватного программирования режима и параметров ЭКС для снижения энергопотребления и увеличения продолжительности работы ПЭКС. Поэтому целью исследования явилось определение длительности службы батареи ЭКС у детей и возможных путей его увеличения.

#### МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ.

Проведен анализ данных 79 пациентов с ПЭКС, которым первичная имплантация осуществлена в возрасте до 18 лет. В данной группе было 47 мальчиков (59,5%) и 32 девочки (40,5%). Средняя длительность наблюдения составила 62,2±54,9 мес. (от 2 недель до 30,6 лет). Самому старшему пациенту этой группы сей-

час 41 год. ПЭКС впервые был имплантирован ему в возрасте 11 лет по поводу устойчивой полной АВ блокады, развившейся после коррекции врожденного порока сердца (ВПС) – тетрады Фалло.

В дальнейшем выполнено несколько реимплантаций ПЭКС. На сегодняшний день срок после первой имплантации ПЭКС составляет уже 30,6 лет. Этиологией НСР являлись: хирургическое осложнение после коррекции ВПС – 24 (30,4%), врожденная патология проводящей системы сердца (ПСС) – 23 (29,1%), постмиокардитическая миокардиодистрофия – 16 (20,2%), вазовагальный синдром по смешанному типу – 1 (1,3%), катетерная абляция АВ соединения – 1 (1,3%).

У 14 детей (17,7%) причина НСР неизвестна, так как анамнестические данные и проведенное обследование (ЭКГ в 12 отведениях, холтеровское мониторирование, ВЭМ, ЭФИ, ЭХОКГ, рентгенография, лабораторные тесты, при необходимости – скintiграфия миокарда) не позволили выявить какую-либо органическую патологию сердца (табл. 1).

Среди НСР преобладали АВ блокады (63 случая, 79,7%), в основном полные или субтотальные (табл. 2). На ЭКГ АВ блокада III ст. регистрировалась у 53 детей (66,9%), АВ блокада II ст. II типа – у 3 (3,8%), АВ блокада I ст. – у 1 (1,3%), CCCY – у 4 (5,1%), синдром би-

**Таблица 1.**  
*Этиология нарушений сердечного ритма и проводимости у детей с имплантированными ЭКС*

Код	Этиология	Количество	%
E1	Хирургическое осложнение	24	30,4
D1	Врожденная	23	29,1
G2	Миокардит	16	20,2
B1	Неизвестная	14	17,7
E3	Абляция	1	1,3
F2	Вазовагальный синдром	1	1,3

Таблица 2.

**Виды нарушений сердечного ритма и проводимости у детей с имплантированными ЭКС**

Класс	Показания к ЭС	Количество	%
I	Далекозашедшая АВБ II или III ст. с симптоматичной брадикардией, СН или дисфункцией ЛЖ	25	31,5
I	Врожденная АВБ III ст. с ЧСС < 50-55 в 1' или < 70 в 1' при наличии ВПС	17	21,5
I	Послеоперационная, далеко зашедшая АВБ II или III ст., сохраняющаяся > 7 дней	17	21,5
I	СССУ с симптоматичной брадикардией относительно возрастной нормы ЧСС	14	17,7
I	АВБ III ст. после катетерной аблации АВ соединения	1	1,3
II a	Синдром бради-тахикардии при необходимости длительной ААТ	1	1,3
II a	Симптоматичная АВБ I ст. с эффектом от временной двухкамерной ЭС	1	1,3
II a	Рецидивирующие синкопе без провоцирующих факторов с гиперчувствительным кардиоингибиторным ответом	1	1,3
II b	Асимптомная СБ у подростка с ВПС при ЧСС в покое < 35 в 1' или паузах > 3"	1	1,3
II b	Транзиторная послеоперационная АВБ III ст. с остаточной бифасцикулярной блокадой	1	1,3

нодальной слабости - у 16 (20,3%), синдром бради-тахикардии - у 1 (1,3%), постоянная брадисистолическая форма фибрилляции предсердий (ФП) - у 1 (1,3%).

Синкопальные состояния в анамнезе отмечены в 18 случаях (22,8%), пресинкопальные - у 10 (12,7%) больных, головокружения - у 19 (22,8%). Следует отметить, что признаки сердечной недостаточности (СН) выявлены только у 14 детей (17,7%), в основном I степени - у 8 (10,1%). Более выраженная СН наблюдалась только в 6 случаях (7,6%) и всегда была связана с наличием врожденного порока сердца.

За весь период наблюдения у каждого пациента было установлено от 1 до 5 ПЭКС: одна замена ПЭКС произведена 10 пациентам (12,7%), две - 4 (5,1%), три - 1 (1,3%), четыре - 2 (2,5%). В настоящее время значительно преобладают физиологические ПЭКС (табл. 3): двухкамерные - 45 (58,2%), двухкамерные частотно-адаптивные - 19 (24,1%), предсердные частотно-адаптивные - 3 (3,8%), предсердные - 2 (2,5%), желудочковые частотно-адаптивные - 8 (10,1%).

Желудочковый ПЭКС с фиксированной частотой ЭКС имплантирован только 1 (1,3%) девочке в возрасте 1 год 3 мес. после коррекции ВПС (двой-

ное отхождение магистральных сосудов от правого желудочка, ДМПП, ДМЖП). Первичные имплантации 19 пациентам (24,1%) осуществлялись эпикардиальным способом, что было связано с недостаточным диаметром периферических вен у маленьких детей.

Возраст при первичной эпикардиальной имплантации составлял  $5,0 \pm 3,7$  лет (0,3-14,6) и был достоверно меньше, чем при эндокардиальной -  $11,2 \pm 3,6$  лет (1,9-16,8). При последней имплантации ЭКС число эпикардиальных систем уменьшилось до 6,3% (5 пациентов), что связано, во-первых, с увеличением возраста детей, во-вторых, с более широким применением эндокардиального способа даже у маленьких детей по мере совершенствования электродов для ЭКС и увеличения нашего опыта имплантации ПЭКС у педиатрических пациентов.

При последней эпикардиальной имплантации ЭКС возраст пациентов составлял  $4,1 \pm 3,1$  лет (0,3-7,8), при эндокардиальной -  $11,9 \pm 5,4$  (1,9-37,2),  $p < 0,05$ . Средний возраст паци-

ентов с эпикардиальной ЭКС имеет тенденцию к уменьшению, хотя разница не достоверна, возможно, вследствие малочисленности группы.

Таблица 3.

**ЭКС, имплантированные в настоящее время**

ЭКС	Фирма	Тип ЭКС	Число	%
Cosmos II 284-05	Sulzer Intermedics	DDD	16	20,3%
Relay 294-03	Sulzer Intermedics	DDDR	15	19%
Paragon II 2016T	Pacesetter	DDD	14	17,7%
Trilogy DR+ 2364L	Pacesetter	DDDR	6	7,6%
Dash 292-03	Sulzer Intermedics	SSIR	4	5,1%
Minuet 7108	Medtronic	DDD	4	5,1%
Trilogy DC 2308L	Pacesetter	DDD	4	5,1%
Regency SR+ 2400L	Pacesetter	SSIR	3	3,8%
Microny SR+ 2425T	Pacesetter	SSIR	2	2,5%
Prodigy D 7864	Medtronic	DDD	2	2,5%
ЭКС-4000	ЗАО "Кардиоэлектроника"	DDD	2	2,5%
Minix 8341	Medtronic	SSI	1	1,3%
Polarity	Pacesetter	DDD	1	1,3%
Prevail 8084	Medtronic	AAI	1	1,3%
Prodigy SR 8160B	Medtronic	SSIR	1	1,3%
Quantum III 254-27	Sulzer Intermedics	SSI	1	1,3%
Sigma SDR 203	Medtronic	SSIR	1	1,3%
ЭКС-444	НПФ "Элестим Кардио"	DDD	1	1,3%
Всего			79	100%

## РЕЗУЛЬТАТЫ

За время наблюдения проведено 28 замен ЭКС у 17 пациентов (21,5%) (табл. 4). Средний срок работы ПЭКС  $52,4 \pm 27,4$  мес. (от 1,9 до 114,4 мес.). Основная причина замены ПЭКС – истощение батареи (64% случаев) в сроки от 37,5 до 114,4 мес. (ср. срок  $63,8 \pm 21,4$  мес.). Среди других причин встречались нарушения, связанные с электродами (дислокация, перелом, блокада выхода) – 5 (18%), инфекционные осложнения – 2 (7%), пролежень ложа ПЭКС – 1 (4%), угрожающий пролежень ПЭКС-444 – 1 (4%), ухудшение гемодинамики при VVI ЭКС – 1 (4%).

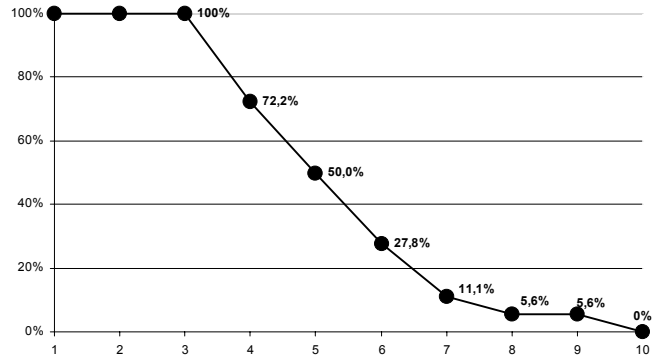
На рис. 1 изображена кривая, демонстрирующая количество работающих ПЭКС в зависимости от срока, прошедшего после имплантации, в группе пациентов, которым проведена реимплантация ПЭКС вследствие истощения батареи. К концу 3-го года работали все эти аппараты, после чего началось довольно резкое снижение числа работающих аппаратов. Истощение батареи ПЭКС менее чем через 5 лет после имплантации, то есть раньше стандартных номинальных сроков ожидаемой работы, наблюдалось в 1/2 случаев, а менее чем через 6 лет – почти в 3/4 случаев. К концу 10 года после имплантации все эти ПЭКС были заменены на новые.

При анализе телеметрических данных, регистрируемых при каждом программировании ЭКС, выявлены более высокие пороги ЭКС в группе пациентов, у которых ПЭКС истощился менее чем за 5 лет работы (1 гр.), по сравнению с теми, у которых ЭКС проработал 5 лет и более (2 гр.). В 1 группе средние пороги предсердной и желудочковой ЭКС составляли соответственно  $1,89 \pm 0,86$  В и  $2,14 \pm 0,82$  В, а во 2 группе –  $1,5 \pm 0,57$  В ( $p < 0,05$ ) и  $2,0 \pm 0,56$  В ( $p < 0,05$ ).

Более высокие пороги ЭКС обусловили повышенные энергетические расходы на ЭКС. Так, в 1 гр. средняя энергия предсердного стимула была больше, чем во 2 гр. – соответственно  $10,87 \pm 5,92$  мкДж и  $8,40 \pm 4,48$  мкДж ( $p < 0,05$ ). Такая же достоверная разница наблюдалась и для энергии желудочкового стимула – соответственно  $17,30 \pm 9,94$  мкДж и  $14,93 \pm 7,21$  мкДж.

Более высокие пороги ЭКС и повышенные вследствие этого энергетические расходы ЭКС привели к ускоренному истощению батареи и реимплантации. Более быстрое истощение ПЭКС наблюдалось при эпикардиальной ЭКС ( $58,3 \pm 23,9$  мес.,  $37,5-93,5$ ) по сравнению с эндокардиальной ( $65,1 \pm 21,3$  мес.,  $37,5-114,4$ ),  $p < 0,05$ .

Вероятно, это обусловлено более высоким средним порогом желудочковой ЭКС при эпикардиальной ЭКС ( $1,94 \pm 0,68$  В,  $0,9-5,4$  В), чем при эндокардиальной ( $1,27 \pm 0,55$  В,  $0,5-4,62$  В),  $p < 0,05$ . Выявлена также тенденция к повышению порога предсердной ЭКС при эпикардиальной ЭКС ( $1,83 \pm 1,23$  В,  $1-5,4$  В) по сравнению с эндокардиальной ( $1,59 \pm 0,54$ ,  $0,5-7,5$  В), но разница не достоверна.



**Рис. 1.** Количество работающих ЭКС в зависимости от срока, прошедшего после имплантации, в группе пациентов, которым проведена замена ЭКС вследствие истощения батареи. Истощение батареи ЭКС менее чем через 5 лет после имплантации, наблюдалось в 1/2 случаев, а менее чем через 6 лет – почти в 3/4 случаев. К концу 10 года после имплантации все эти ЭКС заменены на новые.

Повышенные пороги желудочковой ЭКС при эпикардиальной ЭКС по сравнению с эндокардиальной составляли запрограммировать более высокую амплитуду стимула – соответственно  $3,45 \pm 0,93$  В и  $2,76 \pm 0,75$  В ( $p < 0,05$ ), а также длительность стимула – соответственно  $0,60 \pm 0,28$  мс и  $0,46 \pm 0,19$  мс ( $p < 0,05$ ). Вследствие этого энергетические расходы при эпикардиальной желудочковой ЭКС существенно превышали таковые при эндокардиальной ЭКС – соответственно  $14,96 \pm 8,46$  мкДж и  $6,51 \pm 6,08$  мкДж ( $p < 0,05$ ). Для предсердной ЭКС разница не достоверна.

Среди предсердных эндокардиальных электродов более благоприятные характеристики отмечены для стероидных моделей. Пороги ЭКС у стероидных предсердных электродов были достоверно меньше, чем у нестероидных: соответственно  $1,21 \pm 0,96$  В ( $0,5-7,5$  В) и  $1,97 \pm 1,35$  В ( $0,5-7,5$  В), что обусловило и меньшие энергетические затраты: соответственно  $4,58 \pm 5,4$  мкДж ( $0,5-38$  мкДж) и  $10,76 \pm 10,96$  мкДж ( $0,6-75$  мкДж).

**Таблица 4.**

**Сроки работы и причины замены ЭКС**

Причины экплантации ЭКС	Количество случаев		Срок работы ЭКС (месяцы)	
	абс.	%	средний	диапазон
Истощение батареи	18	64,2	$63,8 \pm 21,4$	37,5–114,4
Проблемы с электродами	5	17,9	$48,3 \pm 23,8$	14,7–71,7
Инфекция	2	7,1	$29,4 \pm 38,9$	1,9–57
Пролежень ЭКС	1	3,6	9,3	–
Угроза пролежня ЭКС	1	3,6	2,6	–
Ухудшение гемодинамики	1	3,6	29,2	–
Всего	28	100	$52,4 \pm 27,4$	1,9–114,4

Для желудочковых электродов разница не достоверна: пороги желудочковой ЭКС при использовании стероидных электродов  $1,23 \pm 0,87$  В ( $0,5-5,5$  В), а нестероидных –  $1,30 \pm 0,84$  В ( $0,5-4,62$ ). Не

выявлено значимой разницы по срокам истощения батареи между двухкамерной (60,2±19 мес.) и однокамерной (66,7±30,1 мес.) ЭКС.

Корреляция между возрастом ребенка и сроком истощения ЭКС также не наблюдалась. На момент имплантации средний возраст пациентов, у которых ПЭКС проработал менее 5 лет, составлял 8,5±6 лет (2,2-18,3), а у остальных – 8,9±6,9 лет (1,8-20,5). Не обнаружено также достоверной разницы по сроку работы ЭКС в зависимости от этиологии. Возможно, это обусловлено малочисленностью этиологических групп и значительным преобладанием среди них детей с корригированными ВПС (66,7%) (табл. 5).

### ОБСУЖДЕНИЕ

Бурная эволюция электрокардиостимуляции за последние десятилетия привела к появлению современных физиологических ПЭКС, которые по своим размерам и возможностям достаточно безопасно могут использоваться у детей любого возраста [1, 2, 4, 5, 7, 9, 10, 15-17, 28]. Однако, процесс наблюдения за подобными пациентами требует специальной подготовки специалистов, занимающихся контролем и программированием ПЭКС, и тесного контакта с педиатрами.

Наблюдение, программирование и лечение таких детей имеет ряд особенностей по сравнению со взрослыми пациентами, так как клиническая картина у них отличается большей динамичностью, а различные осложнения могут встречаться чаще, особенно при эпикардиальной локализации электродов [4, 8, 10, 21, 32].

Основываясь на опыте длительного (до 30,6 лет) наблюдения за 79 пациентами с различными нарушениями сердечного ритма и проводимости, которым ПЭКС имплантирован в детском возрасте, мы провели анализ 28 случаев замены ПЭКС у 17 пациентов (табл. 4) через 1,9–114,4 месяцев после имплантации (средний срок 52,4±27,4 мес.).

В большинстве случаев (18, то есть 64%) причиной замены ЭКС являлось истощение батареи, причем в половине из них оно произошло менее чем через 5 лет работы ПЭКС, а в 3/4 – менее чем через 6 лет, то есть раньше, чем ожидалось. Более 10 лет не проработал ни один из этих 18 ПЭКС (рис. 1). Мы выявили более высокие пороги ЭКС и энергетические расходы на ЭКС в группе пациентов с истощением ПЭКС менее чем за 5 лет работы по сравнению с теми больными, у которых ПЭКС функционировал более длительный срок.

Эти результаты совпадают с данными других авторов. Так, Oda K. et al. [25] также отмечают более быстрое истощение батареи у детей, особенно при эпикардиальной ЭКС (срок службы ПЭКС от 1,7 до 5,5 лет, в среднем 4 года). Сходные данные опубликованы Antretter H. et al. [8], согласно которым срок службы однокамерных (преимущественно эпикардиальных) ЭКС составлял 36,8±28,8 мес.

По данным Wojtalik M. et al. [34], среди детей с эпикардиальными ЭКС первая замена ПЭКС производилась в среднем через 4,3 года после первичной имплантации. Ускоренное истощение энергетических ресурсов ПЭКС у детей может быть связано с несколькими факторами. Во-первых, у детей нормальная ЧСС существенно выше по сравнению со взрослыми, и чем меньше возраст ребенка, тем выше физиологическая частота ритма.

Возрастание частоты ЭКС, естественно, увеличивает энергетические затраты ПЭКС. Однако, нам не удалось обнаружить корреляцию между сроком работы ПЭКС и возрастом ребенка на момент имплантации. Во-вторых, маленьким детям с небольшой массой тела электроды нередко приходится имплантировать эпикардиально, посредством торакотомии. По некоторым данным, расход энергии при эпикардиальной ЭКС в 6 раз превосходит таковой при эндокардиальной ЭКС [13].

Действительно, в нашем исследовании эпикардиальная ЭКС, как правило, приводила к более быстрому истощению батареи ПЭКС (58,3±23,9 мес.) по сравнению с эндокардиальной (65,1±21,3 мес., 37,5–114,4). При эпикардиальной ЭКС выявлены достоверно более высокие пороги желудочковой ЭКС (1,94±0,68 В), чем при эндокардиальной (1,27±0,55 В), что вынуждало увеличивать выходные параметры ЭКС (амплитуда и длительность стимула), повышая тем самым энергопотребление.

Та же тенденция наблюдалась и для предсердной ЭКС, хотя разница не достоверна (соответственно 1,83±1,23 В и 1,59±0,54 В). Не случайно некоторые авторы рекомендуют применять эндокардиальный доступ даже у маленьких детей весом 2,45–10 кг [26, 29]. Hanseus K. с соавт. [18] описали случай трансатриальной имплантации униполярной эндокардиальной VVIR системы у недоношенного ребенка (вес при рождении 1700 г) в возрасте 2 недель.

Для снижения порогов ЭКС, предотвращения раннего послеоперационного повышения порога ЭКС можно использовать стероидные эндокардиальные электроды [11, 30, 33]. В нашем исследовании выявлены достоверно более низкие пороги ЭКС и энергетические затраты при использовании стероидных предсердных эндокардиальных электродов по сравнению с нестероидными.

Для желудочковых электродов разница не достоверна. В настоящее время имеются и эпикардиальные стероидные электроды, которые по порогам ЭКС и энергопотреблению приближаются к эндокардиальным [12, 26, 31]. Cutler L.G. и др. [19] наблюдали при использовании таких электродов стабильные низкие пороги ЭКС в сроки наблюдения до 6 лет.

**Таблица 5.**

#### **Сроки истощения батареи ЭКС в зависимости от этиологии**

Этиология	Количество	%	Срок (мес.)
Хирургическое осложнение после коррекции ВПС	12	66,7%	69,2±24,1 (37,5–114,4)
Миокардитический кардиосклероз	3	16,7%	58±18 (44,1–78,4)
Врожденные НРС	2	11,1%	46,5±2,6 (44,6–48,3)
Неизвестная	1	5,5%	61,1
<b>ВСЕГО</b>	<b>18</b>	<b>100%</b>	

Перспективным представляется использование ЭКС с функцией автозахвата (autocapture), позволяющих в соответствии с колебаниями порога ЭКС автоматически регулировать амплитуду стимула, постоянно поддерживая ее минимально необходимым уровнем, что значительно снижает энергозатраты по сравнению с традиционными ЭКС, в которых приходится программировать амплитуду импульса в 2 раза выше порогового значения [14, 23, 31].

В предыдущих исследованиях мы обнаружили, что во многих случаях хронические пороги предсердной и желудочковой ЭКС у детей выше, чем у взрослых, что вынуждает увеличивать выходные параметры стимулов (амплитуду, длительность), энергетические потери при этом также возрастают, укорачивая срок службы ЭКС [4].

У детей нередко наблюдается достаточно выраженная вариабельность порогов ЭКС в процессе наблюдения с их повышением при воспалительных заболеваниях. Поэтому, на наш взгляд, оправдано более частое наблюдение детей с ЭКС (каждые 3-4 месяца), так как своевременное проведение адекватной противовоспалительной терапии в таких случаях обеспечивает снижение энергетических расходов ЭКС.

Данные ряда авторов также подтверждают, что у детей чаще, чем у взрослых, наблюдается повышение порога ЭКС, вплоть до блокады выхода [24, 32, 33]. При этом Villafane J. и Austin E. [33] указывают, что повышение порога ЭКС выше 2,5 В обычно происходит в первые 20 недель после имплантации (26% электродов), чаще наблюдается в желудочковой позиции, чем в предсердной (соответственно 39% и 8%), более характерно для эпикардиальных электродов, чем для эндокардиальных (соответственно 47% и 4%).

Использование стероидных электродов предупреждает это явление [12, 27]. В ряде исследований [4, 22, 25] у детей с эндокардиальными ЭКС нарушения функции достоверно чаще наблюдались в предсердной позиции электродов, чем в желудочковой. При этом материал изоляции электродов, наличие или отсутствие органической патологии сердца и показания к ЭКС не оказывали существенного влияния на длительность срока службы электродов.

Эти вопросы в настоящее время активно изучаются во всем мире, так как от состояния и функции электродов в значительной степени зависит расход энергии и длительность функционирования системы ЭКС. До сих пор нет единого мнения о том, какие электроды лучше использовать у детей, нужны ли специальные детские электроды или можно применять у них стандартные электроды для взрослых.

Двухкамерная ЭКС теоретически должна быстрее приводить к истощению батареи ЭКС. В нашем исследовании большинство детей (82,3%) имели двухкамерные ПЭКС. Однако, сроки работы однокамерных и двухкамерных ПЭКС были сопоставимы. Мы объясняем это тем, что среди детей с двухкамерными ПЭКС хронотропная некомпетентность синусового узла, требующая подключения автоматической частотной адаптации, встречалась только в единичных случаях, поэтому фактически двухкамерные ЭКС обычно работали в Р-управляемом режиме (желудочковая ЭКС в синусовом ритме).

При этом мы специально программировали заведомо низкую базовую частоту ЭКС (45-50 имп. в мин.) во избежание предсердной ЭКС. Однокамерные ПЭКС были в основном частотно-адаптивными, автоматически учащаясь в ответ на нагрузку. В результате энергетические расходы в этих режимах ЭКС мало отличались.

По нашим данным, полученным ранее [4], имеется зависимость порогов ЭКС от этиологии. При врожденных нарушениях сердечного ритма и ятрогенных блокадах после коррекции ВПС наблюдались наибольшие пороги ЭКС по сравнению с миокардитическим кардиосклерозом. Однако, нам не удалось обнаружить зависимость срока работы ПЭКС от этиологии НСР. Возможно, это связано с тем, что большинство детей, которым проводилась замена ПЭКС вследствие его истощения, имело корригированные ВПС (67%), а остальные этиологические группы были представлены в гораздо меньшем объеме (табл. 5).

Таким образом, у многих детей наблюдается ускоренный расход энергетических ресурсов ПЭКС, что приводит к необходимости планировать замену ПЭКС в более ранние сроки. Необходимо дальнейшее изучение причин, вызывающих укорочение срока службы ПЭКС у детей, с целью совершенствования систем для ЭКС и предотвращения частых замен ПЭКС.

## ВЫВОДЫ

1. У детей, имеющих физиологические ПЭКС, особенно с эпикардиальными электродами, следует планировать замену кардиостимулятора в более короткие сроки по сравнению со стандартными нормативами. Истощение батареи ЭКС менее чем через 5 лет после имплантации наблюдалось в половине случаев, а менее чем через 6 лет – почти в 3/4 случаев.
2. Для увеличения срока службы ПЭКС у детей целесообразно применение эндокардиальной ЭКС, обеспечивающей более низкие пороги ЭКС и уменьшающей энергопотребление.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Адрианов А.В. Клинико-инструментальная оценка брадиаритмий у детей. Автореферат диссертации ... канд. мед. наук. СПб – 1998 г.
2. Бакшене Н-Д.В., Шилейкине Р., Шилейки В. Постоянная электрокардиостимуляция в детском возрасте. - Тезисы докладов конгресса "Кардиостим-93" - СПб. - 1993. - с. 222.
3. Бредикис Ю.Ю., Дрогайцев А.В., Стирбис П.П. Физиологическая электростимуляция сердца // Кардиология. - 1983. - т. 23, № 9. - с. 114-117.
4. Гордеев О.Л. Клиническая оценка функциональных возможностей современных физиологических электрокардиостимуляторов у детей и взрослых. Автореферат диссертации ... канд. мед. наук. - СПб - 1999 г.

5. Егоров Д.Ф., Адрианов А.В., Гордеев О.Л., Аржелас М.Н. Показания к имплантации современных электрокардиостимуляторов при брадиаритмиях у детей. // *Материалы к II Всероссийскому симпозиуму "Нарушения ритма и проводимости сердца у детей"*. – СПб - 1996. - 65 с.
6. Колпаков Е.В., Андреев Д.И., Топольян Е.С., Огородов К.В. Отдаленные результаты имплантации бифокальных кардиостимуляторов у детей с нарушениями ритма сердца. // *Тез. докл. 2-й Всероссийской научно-практической конференции по хирургии аритмий и электрокардиостимуляции 11-15 ноября 1991 года*. - СПб - с. 86.
7. Константинов Б.А., Нечаенко М.А., Таричко Ю.В. Постоянная электрокардиостимуляция у детей с полной поперечной блокадой сердца. // *Хирургия*. - 1982. - N 9. - с. 39-44.
8. Antretter H., Fritz M., Bonatti J. Standards in pediatric pacemaker therapy // *Wien. Med. Wochenschr.* - 1995. - Vol. 145, N 24. - P. 651-656.
9. Bevilacqua L., Hordof A. Cardiac pacing in children. // *Curr. Opin. Cardiol.* - 1998. - Vol. 13, N 1. - P. 48-55.
10. Cecconi M., Renzi R., Bettuzzi MG. et. al. Congenital isolated complete atrioventricular block: long-term experience with 38 patients // *G. Ital. Cardiol.* - 1993. - Vol. 23, N 1. - P. 39-53.
11. Ceviz N., Celiker A., Kucukosmanoglu O. et. al. Comparison of mid-term clinical experience with steroid-eluting active and passive fixation ventricular electrodes in children // *Pacing Clin. Electrophysiol.* – 2000. - Vol. 23, N 8. – P. 1245-1249.
12. Cutler N.G., Karpawich P.P., Cavitt D. et. al. Steroid-eluting epicardial pacing electrodes: six year experience of pacing thresholds in a growing pediatric population // *Pacing Clin. Electrophysiol.* - 1997. - Vol. 20, N 12 (Pt. 1) - P. 2943-2948.
13. Esperer H.D., Singer H., Riede F.T. Permanent epicardial and transvenous single- and dual-chamber cardiac pacing in children // *Thorac. Cardiovasc. Surg.* - 1993. - Vol. 41, N 1. - P. 21-27.
14. Gascon D., Perez-Vico F., Heruzzo A., et al. Autocapture Pacing: the End of a Challenge // *Heart Web.* - 1996. - Vol. 2, N 1. - Article N 96110021.
15. Gillette P.C., Case C.L., Oslizlok P.C. et. al. Pediatric Cardiac Pacing. // *Cardiol. Clin.* -1992. - Vol. 10, N 4. - P. 749-754.
16. Gillette P.C., Zeigler V.L., Pediatric Cardiac Pacing. Armonk, New York; Futura. - 1995.
17. Gillette P.C., Zeigler V.L., Winslow A.T., Krats J.M. Cardiac pacing in neonates, infants, and preschool children. // *PACE.* – 1992 - Vol. 15, N 11 ( Pt 2). - P. 2046-2049.
18. Hanseus K., Sandstrom S., Schuller H. Emergency pacing and subsequent permanent pacemaker implantation in a premature infant of 1770 g with a follow-up of 6 years // *Pediatr. Cardiol.* - 2000. - Vol. 21, N 5. - P. 470-473.
19. Karpawich P.P., Stokes K.B., Proctor K. Improved epimyocardial pacing: initial experience with a new bipolar, steroid-eluting, high impedance lead design // *PACE.* - 1994. - Vol. 17, N 11 (Pt 2). - P. 2032-2037.
20. Kramer L., Griebenow R., Merten C. Sinus Node Function in AV- block II- III (Abstract). // *PACE.* - 1993. - Vol. 16, N 5 (Part II). - P. 1131.
21. Krats J.M., Gillette P.C., Crawford F.A. Atrioventricular pacing in congenital heart disease. *Ann. Thorac. Surg.* - 1992. - Vol. 54, N 3. - P. 485-489.
22. Lau Y.R., Gillette P.C., Buckles D.S., Zeigler V.L. Actuarial survival of transvenous pacing leads in a pediatric population // *PACE.* - 1993. - Vol. 16, N 7 (Pt. 1). - P. 1363-1367.
23. Madrid A.H., Olague J., Cercas A. et. al. A prospective multicenter study on the safety of a pacemaker with automatic energy control: influence of the electrical factor on chronic stimulation threshold. *Peace Investigators.* // *Pacing Clin. Electrophysiol.* – 2000. – Vol. 23, N 9. – P. 1359-1364.
24. Nordlander R., Pehrsson S.K., Zetterqvist P., et al. Clinical experience of pacemaker treatment in children // *Scand. J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* - 1992. - Vol. 26, N 1. - P. 69-72.
25. Oda K., Ando F., Okamoto F., Yamanaka K. Pacemaker implantations in children with regard to the site of implantation // *Kyobu Geka.* - 1993. - Vol. 46, N 11. - P. 911-915.
26. Sachweh J.S., Vazquez-Jimenez J.F., Schondube F.A. et. al. Twenty years experience with pediatric pacing: epicardial and transvenous stimulation // *Eur. J. Cardiothorac. Surg.* – 2000. - Vol. 17, N 4. – P. 455-461.
27. Schuchert A., Kuck K.H. Effects of local steroid elution on chronic pacing threshold and impedance of endocardial pacemaker leads // *Cardiology.* - 1993. - Vol. 83, N 4. - P. 240-243.
28. Serwer G.A., Dorostkar P.C. Pediatric Pacing. In: Ellenbogen K.A., Kay G.N., Wilkoff B.L. *Clinical Cardiac Pacing*. Philadelphia: WB Saunders. - 1995. - P. 706-734.
29. Stojanov P., Velimirovic D., Zivkovic M. et. al. Permanent endocardial pacing by cephalic vein access in newborns and infants – surgical techniques // *Cardiovasc. Surg.* – 2001. – Vol. 9, N 1. – P. 75-76.
30. Sutton R, Guneri S. The Impact of Steroid Eluting Leads on Long Term Pacing in the Atrium and Ventricle // *EUR. J. C. P. E.* - 1991. - Vol. 1, N 1. - P. 10-15.
31. Tomita Y., Imoto Y., Tominaga R., Yasui H. Successful implantation of a bipolar epicardial lead and an autocapture pacemaker in a low-body-weight infant with congenital atrioventricular block: report of a case // *Surg. Today.* – 2000. – Vol. 30, N 6. – P. 555-557.
32. Vignati G., Mauri L., Lunati M., et al. Complicanze e sequele dell'elettrostimolazione cardiaca in et pediatrica. Nostra esperienza in 47 bambini // *G Ital Cardiol.* - 1992. - Vol. 22, N 4 - P. 415-423.
33. Villaface J., Austin E. Cardiac pacing problems in infants and children: results of a 4-year prospective study // *South Med. J.* - 1993. Vol. 86, N 7. - P. 784-788.
34. Wojtalik M., Szelgowicz B., Rohde W., Sharma G. Permanent cardiac pacing in children. Personal experience // *Kardiol. Pol.* - 1993. - Vol. 38, N 1. - P. 29-32.

## ОПЫТ РЕИМПЛАНТАЦИИ ЭЛЕКТРОКАРДИОСТИМУЛЯТОРОВ У ДЕТЕЙ

*О.Л.Гордеев, Д.Ф.Егоров, И.М.Воронцов, А.В.Адрианов, Е.С.Васичкина,  
В.К.Лебедева, В.Н.Кондратьев, И.Н.Гинзбург, Е.Е.Грысык*

С целью определения длительности срока службы батареи ЭКС у детей и оценки возможных путей ее увеличения обследованы 79 пациентов с ЭКС, которым первичная имплантация осуществлена в возрасте до 18 лет, в том числе 47 мальчиков (59,5%) и 32 девочки (40,5%). Средняя длительность наблюдения -  $62,2 \pm 54,9$  мес. (от 2 недель до 30,6 лет). АВ блокада III ст. была у 53 детей (66,9%), АВ блокада II ст. II типа – у 3 (3,8%), АВ блокада I ст. – у 1 (1,3%), СССУ – у 4 (5,1%), синдром бинодальной слабости – у 16 (20,3%), СССУ, бради-тахиформа – у 1 (1,3%), постоянная брадисистолическая форма фибрилляции предсердий – у 1 (1,3%).

За время наблюдения проведено 28 замен ЭКС у 17 пациентов (21,5%). Средний срок работы ЭКС  $52,4 \pm 27,4$  мес. (от 1,9 до 114,4 месяцев). Основная причина замены ЭКС – истощение батареи (64% случаев) в сроки от 37,5 до 114,4 мес. (ср. срок  $63,8 \pm 21,4$  мес.). Среди других причин встречались нарушения, связанные с электродами (дислокация, перелом, блокада выхода) – 5 (18%), инфекционные осложнения – 2 (7%), пролежень ложа ЭКС – 1 (4%), угрожающий пролежень ЭКС-444 – 1 (4%), ухудшение гемодинамики при VVI ЭС – 1 (4%). Истощение батареи ЭКС менее чем через 5 лет после имплантации наблюдалось в 1/2 случаев, менее чем через 6 лет – почти в 3/4 случаев, к концу 10 года все ЭКС были заменены на новые. Более быстрое истощение ЭКС наблюдалось при эпикардиальной ЭС ( $58,3 \pm 23,9$  мес., 37,5-93,5) по сравнению с эндокардиальной ( $65,1 \pm 21,3$  мес., 37,5-114,4),  $p < 0,05$ , что, вероятно, обусловлено более высокими порогами ЭС при эпикардиальной ЭС. Таким образом, у многих детей наблюдается ускоренный расход энергетических ресурсов ЭКС, поэтому в детском возрасте нужно планировать замену ЭКС в более ранние сроки, чем у взрослых. Для увеличения срока службы ЭКС у детей целесообразно применение эндокардиальной ЭС, обеспечивающей более низкие пороги ЭС и уменьшающей энергопотребление. Необходимо дальнейшее изучение причин, вызывающих укорочение срока службы ЭКС у детей, с целью совершенствования систем для ЭС и предотвращения частых замен ЭКС.

## EXPERIENCE OF REIMPLANTATION OF PACEMAKERS IN PEDIATRIC PATIENTS

*O.L.Gordeev, D.F.Egorov, I.M.Vorontsov, A.V.Adrianov, E.S.Vasichkina,  
V.K.Lebedeva, V.N.Kondrat'ev, I.N.Ginzburg, E.E.Grysyk*

To estimate the length of the pacemaker battery life in pediatric patients and to assess the potential ways of its prolongation, 79 patients were examined to whom the pacemaker was primarily implanted in the age of up to 18 year, among them there were 47 males (59.5%) and 32 females (40.5%). The mean follow-up was  $62.2 \pm 54.9$  months (from 2 weeks to 30.6 years). Before the operation the third-degree atrioventricular block was found in 53 children (66.9%); type II second-degree atrioventricular block, in 3 patients (2.8%); first-degree atrioventricular block, in 1 patient (1.3%); sick sinus syndrome, in 4 patients (5.1%); combination of atrioventricular and sinoauricular blocks, in 16 patients (20.3%); sick sinus syndrome (tachycardia-bradycardia syndrome), in 1 patient (1.3%); atrial fibrillation with slow ventricular rate, in 1 patient (1.3%).

Within the period of follow-up 28 pacemakers in were reimplanted 17 patients (21.5%). The mean pacemaker functioning period was  $52.4 \pm 27.4$  months (from 1.9 to 114.4 months). The major cause of reimplantation was exhaustion of the pacemaker battery (64% of cases) after 37.5 to 114.4 months after the operation ( $63.8 \pm 21.4$  months on the average). Among other causes of reimplantation, there were alterations connected with electrodes (their dislocation or fractures, the exit block) in 5 patients (18%), infective complications in 2 patients (7%), bedsore of the pacemaker couch in 1 patient (4%), the impeding bedsore of the EKS-444 pacemaker in 1 patient (4%), worsening of hemodynamic indices in the course of pacing in VVI mode in 1 patient (4%). The exhaustion of the pacemaker battery within less than 5 year after the implantation was found in a half of patients; within less than 6 year, almost in 3/4 of patients; by the end of the 10<sup>th</sup> year after the implantation, all the pacemakers were reimplanted. Some more quicker exhaustion of battery was revealed in the case of epicardial pacing ( $58.3 \pm 23.9$  months on the average, from 37.5 to 93.5 months) as compared with endocardial pacing ( $65.1 \pm 21.3$  months on the average, from 37.5 to 114.4 months),  $p < 0.05$ . This fact is probably due to higher pacing thresholds during the epicardial pacing. Thus, in many pediatric patients there is an increased consumption of the pacemaker energy resources, therefore in pediatric patients, the pacemaker reimplantation should be planned to be performed earlier than in adults. For the prolongation of pacemaker battery life in pediatric patients, it is expedient to use the endocardial pacing providing lower pacing thresholds and making for decrease in the energy consumption. To make for advance of pacing systems and prevention of frequent pacemaker reimplantations, the further investigation of the causes which provoke the shortening of pacemaker life in children.