

DOI: <https://doi.org/10.51922/2616-633X.2026.10.1.2767>

СТИМУЛЯЦИЯ ОБЛАСТИ ЛЕВОЙ НОЖКИ ПУЧКА ГИСА У ДЕТЕЙ КАК ЭФФЕКТИВНЫЙ И БЕЗОПАСНЫЙ МЕТОД ХИРУРГИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ АТРИОВЕНТРИКУЛЯРНОЙ БЛОКАДЫ СЕРДЦА: СЕРИЯ КЛИНИЧЕСКИХ СЛУЧАЕВ

В.О. Кадочкин¹, Д.А. Пилант¹, А.В. Руденко², Е.В. Засим¹, О.Н. Ермолина¹, Е.В. Чадюк¹, К.В. Дроздовский¹

ГУ «Республиканский научно-практический центр детской хирургии», Минск, Республика Беларусь¹

УО «Белорусский государственный медицинский университет», Минск, Республика Беларусь²
vitkadok@gmail.com

УДК 616.12-008.313.3-089.844.1-053.2

Ключевые слова: стимуляция проводящей системы сердца, стимуляция области левой ножки пучка Гиса, электрокардиостимулятор-индуцированная кардиомиопатия, атриовентрикулярная блокада.

Для цитирования. В.О. Кадочкин, Д.А. Пилант, А.В. Руденко, Е.В. Засим, О.Н. Ермолина, Е.В. Чадюк, К.В. Дроздовский. Стимуляция области левой ножки пучка Гиса у детей как эффективный и безопасный метод хирургического лечения атриовентрикулярной блокады сердца: серия клинических случаев. *Неотложная кардиология и кардиоваскулярные риски*, 2026, Т. 10, № 1, С. 2767–2773.

Цель работы. Представить опыт хирургического лечения атриовентрикулярной блокады путем эндокардиальной стимуляции области левой ножки пучка Гиса и клинического наблюдения 12 пациентов детского возраста на базе РНПЦ детской хирургии.

Материалы и методы. В статье представлен опыт имплантации постоянного электрокардиостимулятора с имплантацией желудочкового электрода в область левой ножки пучка Гиса у 12 пациентов детского возраста с атриовентрикулярной блокадой. Средний возраст составил $12,67 \pm 3,27$ лет, средний вес – $48,64 \pm 15,83$ кг. Средний период наблюдения составил $10,58 \pm 4,89$ мес. (3–18 месяцев). До и после оперативного вмешательства проводилось измерение продолжительности комплекса QRS и ряда эхокардиографических показателей. Оценивались параметры электрокардиостимуляции во время имплантации и через 3 месяца, наличие пери- и послеоперационных осложнений.

Результаты. Успешная стимуляция области левой ножки пучка Гиса была достигнута у всех 12 пациентов. Во всех случаях регистрировались критерии захвата левой ножки пучка Гиса: паттерн блокады правой ножки

пучка Гиса в отведении V1, средний показатель V6 RWPT = $55,17 \pm 8,87$ мс, IPT V1-V6 = $43,50 \pm 6,5$ мс. Во время имплантации и на контрольном осмотре через 3 месяца отмечались оптимальные стабильные параметры стимуляции на желудочковом электроде (средний порог через 3 месяца – $0,54 \pm 0,1$ В, средняя чувствительность – $13,33 \pm 3,45$ мВ, среднее сопротивление – $493,25 \pm 92,12$ Ом). Стимулированный комплекс QRS демонстрировал физиологическое сокращение обоих желудочков (средняя длительность стимулированного комплекса QRS составила $100,67 \pm 11,14$ мс). За период наблюдения после операции размеры и фракция выброса левого желудочка значительно не изменились. Осложнения в периоперационном периоде, связанные с имплантацией, отсутствовали.

Заключение. Стимуляция области левой ножки пучка Гиса может быть рассмотрена как эффективный и безопасный метод хирургического лечения атриовентрикулярной блокады у пациентов детского возраста, обеспечивающий оптимальные параметры стимуляции, физиологичность сокращения желудочков сердца и возможную профилактику электрокардиостимулятор-индуцированной кардиомиопатии, что требует дальнейшего долгосрочного наблюдения.

LEFT BUNDLE BRANCH AREA PACING IN PEDIATRIC PATIENTS AS AN EFFECTIVE AND SAFE METHOD OF SURGICAL TREATMENT OF ATRIOVENTRICULAR BLOCK: CASE SERIES

V.O. Kadachkin¹, D.A. Pilant¹, A.V. Rudenko², E.V. Zasim¹, O.N. Yermolina¹, K.V. Chadziuk¹, K.V. Drozdovsky¹

State Institution "Republican Scientific and Practical Center of Pediatric Surgery" 64A Nezavisimosti ave., Minsk, Republic of Belarus, 220013¹
Belarusian State Medical University, Minsk, Belarus²

Key words: conduction system pacing, left bundle branch area pacing, pacemaker-induced cardiomyopathy, atrioventricular block.

FOR REFERENCES. V.O. Kadachkin, D.A. Pilant, A.V. Rudenko, E.V. Z asim, O.N. Yermolina, K.V. Chadziuk, K.V. Drozdovsky. Left bundle branch area pacing in pediatric patients as an effective and safe method of surgical treatment of atrioventricular block: case series. *Neotlozhnaya kardiologiya i kardiovaskulyarnye riski* [Emergency cardiology and cardiovascular risks], 2026, vol. 10, no. 1, pp. 2767–2773.

Aim. To present the experience of surgical treatment of atrioventricular block by endocardial left bundle branch area pacing and to describe the clinical follow-up of 12 pediatric patients at the Republican Scientific and Practical Center for Pediatric Surgery.

Materials and Methods. This article reports the experience of permanent pacemaker implantation with a ventricular lead placed in the left bundle branch area in 12 pediatric patients with atrioventricular block. The mean age was 12.67 ± 3.27 years old, the mean weight was 48.64 ± 15.83 kg. The mean follow-up period was 10.58 ± 4.89 months (3 – 18 months). Before and after the surgical intervention, the QRS complex duration and a number of echocardiographic parameters were measured. Standard pacing parameters were also assessed during the implantation and after 3 months. The presence of peri- and postoperative complications was evaluated.

Results. Successful left bundle branch area pacing was achieved in all 12 patients. In all cases the criteria for left bundle branch capture were recorded:

the paced QRS displayed the pattern of the right bundle branch block in lead V1, mean V6 RWPT = 55.17 ± 8.87 ms, IPT V1-V6 = 43.50 ± 6.5 ms. Optimal and stable pacing parameters on the ventricular lead were noted during implantation and at the 3-month follow-up visit (mean threshold at 3 months: 0.54 ± 0.1 V; mean sensitivity: 13.33 ± 3.45 mV; mean impedance: 493.25 ± 92.12 Ohm). The paced QRS complex demonstrated physiological contraction of both ventricles (the mean duration of the paced QRS complex was 100.67 ± 11.14 ms). During the postoperative follow-up period, left ventricular dimensions and ejection fraction did not change significantly. No implantation-related complications occurred in the perioperative period.

Conclusion. Left bundle branch area pacing can be considered an effective and safe method of surgical treatment of atrioventricular block in pediatric patients, providing optimal pacing parameters, physiological ventricular contraction and potential prevention of pacemaker-induced cardiomyopathy, which necessitates further long-term observation.

Введение

Проблема выбора оптимального места постоянной кардиостимуляции остается одной из наиболее сложных задач в детской аритмологии [1]. Согласно данным различных исследований стандартная стимуляция верхушки правого желудочка, долгое время считавшаяся «золотым стандартом», ассоциирована с развитием внутрижелудочковой и межжелудочковой электрической и механической диссинхронии, что в долгосрочной перспективе у части пациентов может привести к патологическому ремоделированию миокарда, дилатации камер сердца, снижению фракции выброса (ФВ) левого желудочка (ЛЖ) и развитию сердечной недостаточности [2, 3]. Учитывая, что у пациентов детского возраста более высокая частота и ожидаемая продолжительность желудочковой стимуляции, вероятность развития электрокардиостимулятор-индуцированной (ЭКС-индуцированной) кардиомиопатии может быть выше. Следовательно, вышеуказанная группа пациентов нуждается в физиологической стимуляции сердца, и метод выбора должен быть направлен на сохранение синхронного сокращения камер сердца, систолической функции ЛЖ и профилактику развития ЭКС-индуцированной кардиомиопатии.

Важное значение для пациентов детского возраста имеет вопрос долговечности электрокардиостимулятора (ЭКС). Учитывая высокую частоту сердечных сокращений у детей и, соответственно, большее количество

стимулированных комплексов, оптимальные параметры стимуляции ЭКС (порог, чувствительность, сопротивление электродов) позволяют существенно продлить срок службы батареи [4]. Это уменьшает количество оперативных вмешательств по замене ЭКС в детском и подростковом возрасте, снижает риск инфекционных осложнений и сохраняет венозный доступ для возможных последующих реимплантаций.

В последнее десятилетие в клиническую практику активно внедряются методы физиологической эндокардиальной стимуляции проводящей системы сердца у взрослых и представляют собой эффективную и безопасную альтернативу стандартной эндокардиальной стимуляции (стимуляция пучка Гиса, области левой ножки пучка Гиса (ЛНПГ)) [5, 6].

Стимуляция пучка Гиса представляет собой наиболее физиологическую методику кардиостимуляции, целью которой является прямое проведение электрического импульса по нативной проводящей системе. Однако ввиду анатомических особенностей расположения пучка Гиса отмечен ряд недостатков имплантации в эту область: высокие пороги стимуляции, соответственно, преждевременное истощение батареи ЭКС, низкая чувствительность, высокий риск дислокации электрода, увеличенное время флюороскопии и время оперативного вмешательства [7]. Также с течением времени есть вероятность развития более дистальной блокады в проводящей системе сердца [8]. В отличие от пучка

Гиса, анатомические преимущества ЛНПГ обусловлены субэндокардиальным расположением сети волокон проводящей системы в толще миокарда. Широкая целевая зона имплантации электрода в сочетании с отсутствием электрической изоляции волокон позволяет достичь адекватных параметров стимуляции [9, 10]. По данным многоцентровых исследований стимуляция области ЛНПГ По данным многоцентровых исследований, стимуляция области ЛНПГ является эффективной и безопасной методикой эндокардиальной электрокардиостимуляции у взрослых пациентов с атриовентрикулярной (АВ) блокадой, обеспечивающая физиологическую активацию обоих желудочков с оптимальными параметрами стимуляции ЭКС, сопоставимая по безопасности и риску осложнений со стандартной методикой [11, 12]. Сходные данные серии случаев представлены и по физиологической эндокардиальной электрокардиостимуляции у детей [13–15].

Цель работы

Представить опыт хирургического лечения АВ-блокады путем эндокардиальной стимуляции области ЛНПГ и клинического наблюдения 12 пациентов детского возраста на базе РНПЦ детской хирургии.

Материалы и методы

В период с 2024 по 2026 год выполнено 12 операций установки постоянного эндокардиального ЭКС детям с имплантацией желудочкового электрода (ЖЭ) в область ЛНПГ.

При анализе этиологии АВ-блокады было выявлено, что у 6 пациентов (50%) АВ-блокада развилась вторично после хирургической коррекции врожденного порока сердца (ВПС): 4 пациента после пластики дефекта межжелудочковой перегородки, 1 пациент – коррекция полной формы АВ коммуникации, 1 пациент – коррекция ВПС при аномалии Эбштейна. У 5 пациентов был выставлен диагноз приобретенной полной АВ-блокады (41,7%), у 1 пациента – врожденная полная АВ-блокада (8,3%). Ожидаемый процент желудочковой стимуляции у всех пациентов составлял более 20%. Троем пациентам (25%) выполнена реимплантация ЭКС по причине дисфункции эпикардиальных электродов, девяти пациентам (75%) выполнена первичная имплантация.

Выбор методики в пользу имплантации эндокардиального ЖЭ в область ЛНПГ у пациента основывался на ожидаемом высоком проценте желудочковой стимуляции, оценке риска развития ЭКС-индуцированной кар-

диомиопатии и технической возможности с учетом размеров и строения межжелудочковой перегородки, наличия в ней фиброзных изменений, расположения заплаты после коррекции ВПС. В зависимости от размеров пациента имплантация проводилась с использованием бесстилетных желудочковых электродов Medtronic SelectSecure 3830 69 см и 74 см на доставочных системах C315S5 и C315HIS соответственно по стандартной общепринятой методике с непрерывным мониторингом электрокардиограммы (ЭКГ) в 12 отведениях, а также параметров стимуляции и тока повреждения на программаторе и ЭФИ-системе.

Средний возраст пациентов составил $12,67 \pm 3,27$ лет (8–17 лет), вес $48,64 \pm 15,83$ кг (27–70 кг). Соотношение мужского и женского пола составило 1:1 (6 мальчиков и 6 девочек). Средний период наблюдения составил $10,58 \pm 4,89$ мес. (3–18 месяцев).

Критерии успешной стимуляции области ЛНПГ оценивались по следующим параметрам: морфология стимулированного комплекса QRS в отведении V1 по типу блокады правой ножки пучка Гиса (БПНПГ), время активации левого желудочка по отведению V6 (V6 RWPT) менее 80 мс, межпиковый интервал V1-V6 (IPT V1-V6) более 33 мс. Также оценивались параметры стимуляции ЭКС (порог, чувствительность, сопротивление на желудочковом эндокардиальном электроде) непосредственно при имплантации и через 3 месяца после имплантации.

До и после оперативного вмешательства измерялись длительность комплекса QRS, фракция выброса (ФВ) в В-режиме и индексированный конечно-диастолический размер левого желудочка (иКДР ЛЖ). Параметры стимуляции ЭКС, ФВ в В-режиме и иКДР ЛЖ оценивались через 3 месяца после имплантации ЭКС. Также оценивалось наличие пери- и послеоперационных осложнений. Количественные показатели представлены в виде среднего значения и стандартного отклонения.

Результаты

По данным анализа эхокардиографии и ЭКГ, средний иКДР ЛЖ до имплантации постоянного ЭКС равнялся $3,18 \pm 0,66$ см/м², средняя ФВ ЛЖ составила $64,5 \pm 6,05\%$, средняя длительность комплекса QRS у пациентов до стимуляции достигала $110,25 \pm 35,89$ мс. Средний иКДР ЛЖ после хирургической операции с имплантацией ЖЭ в область ЛНПГ (через 3 месяца) равнялся $3,15 \pm 0,57$ см/м², средняя ФВ ЛЖ составила $65,5 \pm 4,74\%$, средняя длительность стимулированного комплекса QRS составила $100,67 \pm 11,14$ мс (таблица 1).

Таблица 1.
Характеристика
пациентов (1-12).
Показатели до и после
имплантации ЖЭ
в область ЛНПГ

Table 1.
Patient profiles (1-12).
Parameters before
and after the implantation
of a ventricular lead
in the left bundle
branch area

№	Возраст, лет; Age, years	Пол; Gender	Вес, кг; Weight, kg	ФВ ЛЖ до/после, %; LVEF before/after, %	иКДР до/после, см/м ² ; LVEDDi before/after, cm/m ²	QRS до/после, мс; QRS before/after, ms
1	11	Ж(Ф)	43	53/59	3,25/3,25	160/110
2	8	М(М)	27	71/69	5,06/4,43	90/90
3	16	Ж(Ф)	62	63/64	2,55/2,8	120/96
4	8	М(М)	28	70/66	3,27/4,02	90/77
5	15	М(М)	60	66/71	2,74/2,55	80/100
6	12	Ж(Ф)	70	74/75	2,9/2,84	90/110
7	13	М(М)	48	69/68	3,68/3,48	120/110
8	16	Ж(Ф)	55	66/67	2,93/2,99	90/110
9	11	М(М)	29	61/62	2,9/2,81	100/110
10	17	Ж(Ф)	60	57/60	2,98/2,81	200/110
11	14	М(М)	53	62/63	2,74/2,67	85/90
12	11	Ж(Ф)	49	62/62	3,24/3,13	98/95
M ± SD	12,67 ± 3,27	–	48,64 ± 15,83	64,50 ± 6,05/ 65,50 ± 4,74	3,18 ± 0,66/ 3,15 ± 0,57	110,25 ± 35,89/ 100,67 ± 11,14

Примечания: М – среднее значение, ± SD – стандартное отклонение.

Notes: M – mean, ± SD – standard deviation.

По данным проверки и программирования имплантируемых устройств получены следующие данные. Во время хирургической операции с имплантацией ЖЭ в область ЛНПГ средний порог стимуляции на ЖЭ составил $0,48 \pm 0,06$ В, средняя чувствительность (амплитуда R-волны) – $12,08 \pm 4,17$ мВ, среднее сопротивление – $566,5 \pm 111,09$ Ом. При контрольном осмотре через 3 месяца средний порог стимуляции на ЖЭ составил $0,54 \pm 0,1$ В, средняя чувствитель-

ность – $13,33 \pm 3,45$ мВ, среднее сопротивление – $493,25 \pm 92,12$ Ом. Во всех случаях подтверждены критерии эффективности стимуляции области ЛНПГ: верифицирован паттерн БПНПГ в V1, средний показатель V6 RWPT = $55,42 \pm 8,66$ мс (отражает время активации левого желудочка, в норме составляет менее 80 мс), IPT V1-V6 = $43,08 \pm 6,56$ мс (отражает разницу в активации левого и правого желудочков, в норме более 33 мс) (таблица 2).

Таблица 2.
Характеристика
пациентов (1-12).
Параметры электро-
кардиостимуляции
на ЖЭ в момент
имплантации
и через 3 месяца
после имплантации ЖЭ
в область ЛНПГ

Table 2.
Patient profiles (1-12).
Ventricular lead pacing
parameters during
the implantation
and at the 3-month
follow-up visit after
the implantation
of a ventricular lead
in the left bundle
branch area

№	Порог стимуляции при имплантации / наблюдение, В; Pacing threshold during implantation / follow-up, V	Амплитуда R-волны при имплантации / наблюдение, мВ; R-wave amplitude during implantation / follow-up, mV	Сопротивление при имплантации / наблюдение Ом; Impedance during implantation / follow-up, Ohm	V6 RWPT, мс; V6 RWPT, ms	IPT V1-V6, мс; IPT V1-V6, ms
1	0,5/0,5	6/8	640/570	53	44
2	0,5/0,5	11/15	602/584	47	45
3	0,5/0,5	12/15	650/586	46	50
4	0,3/0,5	6/8	420/410	56	33
5	0,5/0,75	11/11	750/670	45	45
6	0,5/0,5	11/15	567/533	55	50
7	0,4/0,5	8/11	444/402	52	54
8	0,5/0,5	20/20	590/416	50	45
9	0,5/0,5	15/15	710/428	72	35
10	0,5/0,75	15/12	450/410	70	35
11	0,5/0,5	15/15	438/420	63	45
12	0,5/0,5	15/15	538/490	53	41
M ± SD	0,48 ± 0,06/ 0,54 ± 0,1	12,08 ± 4,17/ 13,33 ± 3,45	566,58 ± 111,12/ 493,25 ± 92,12	55,17 ± 8,87	43,50 ± 6,5

Примечания: V6 RWPT – время от начала стимула до вершины зубца R в отведении V6, IPT V1-V6 – время между вершинами зубца R в отведениях V1-V6, М – среднее значение, ± SD – стандартное отклонение.

Notes: V6 RWPT – R-wave peak time in lead V6, IPT V1-V6 – interpeak time between V1 and V6, M – mean, ± SD – standard deviation.

Критериями стимуляции (захвата) области ЛНПГ у взрослых считаются $V6\text{ RWPT} < 80\text{ мс}$ и $\text{IPT V1-V6} > 33\text{ мс}$, очевидно, что у детей из-за меньших размеров сердца эти значения могут быть ниже. По нашим данным, среднее значение $V6\text{ RWPT}$ составило $55,17 \pm 8,87\text{ мс}$, а среднее значение $\text{IPT V1-V6} - 43,50 \pm 6,5\text{ мс}$, что сопоставимо с данными других авторов [9, 13, 15]. Учитывая вариативность размеров пациентов детского возраста, продолжающийся активный рост, требуется разработка индивидуализированных критериев захвата области ЛНПГ для повышения точности верификации метода в клинической практике. Также следует в будущем оценить преимущества использования данного типа ЖЭ у пациентов детского возраста ввиду его меньшего диаметра (около 1,4 мм) и вероятного снижения риска сосудистых осложнений.

Следует отметить, что в периоде наблюдения пери- и послеоперационные осложнения, связанные с имплантацией ЖЭ в область ЛНПГ, отсутствовали.

Ниже приведены рентгенограммы и ЭКГ двух пациентов после успешной имплантации ЖЭ в область ЛНПГ.

У первого пациента (мальчик 15 лет, вес – 60 кг, рост – 163 см) выполнена первичная имплантация ЭКС и эндокардиальных электродов (рис. 1). По данным ЭКГ до им-

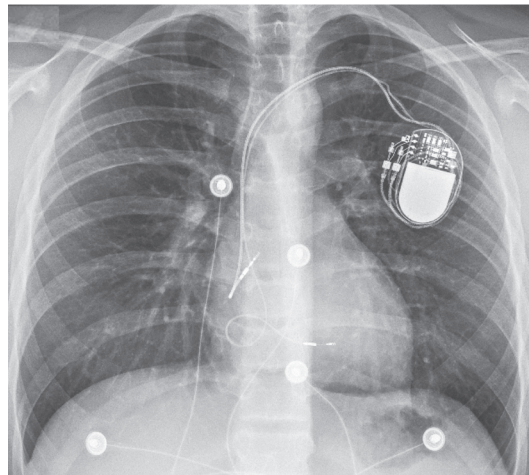


Рисунок 1. Рентгенкартина в прямой проекции после имплантации двухкамерного эндокардиального ЭКС. Эндокардиальные электроды установлены в ушко правого предсердия и в область ЛНПГ

Figure 1. X-ray image in AP projection after implantation of a two-chamber endocardial pacemaker. The endocardial leads are implanted in the right atrium and in the left bundle branch area

плантации ЭКС комплекс QRS составил 80 мс, после имплантации ЖЭ в область ЛНПГ стимулированный комплекс QRS имеет паттерн БПНПГ и составил 100 мс, $V6\text{ RWPT} - 55\text{ мс}$, $\text{IPT V1-V6} - 50\text{ мс}$ (рис. 2).

У второго пациента (девочка 11 лет, вес – 29 кг, рост – 145 см) выполнена замена эпикардиального ЭКС и электродов на эндокардиальные (рис. 3). По данным ЭКГ во время стимуляции эпикардиального ЭКС комплекс QRS составил 120 мс, после эндокардиальной имплантации ЖЭ в область ЛНПГ

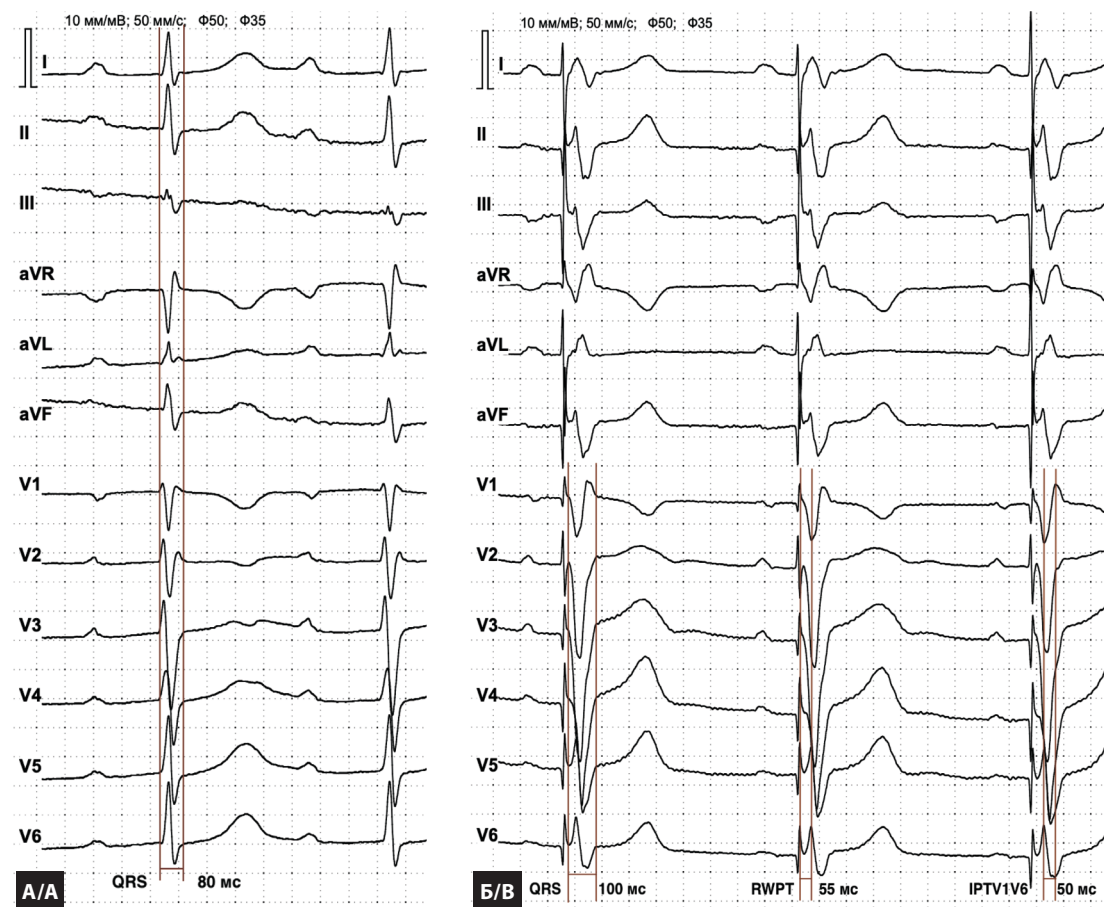
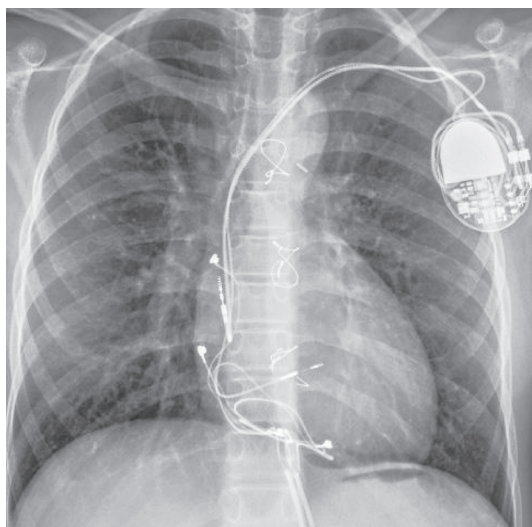


Рисунок 2. Данные ЭКГ пациента до (панель А) и после (панель Б) имплантации ЖЭ в область ЛНПГ

Figure 2. ECG data of the patient before (panel A) and after (panel B) implantation of a ventricular lead in the left bundle branch area

Рисунок 3.
Рентгенкартина
в прямой проекции
после имплантации
двухкамерного
эндокардиального ЭКС.
Эндокардиальные
электроды установлены
в ушко правого
предсердия и в область
ЛНПГ, эпикардиальные
электроды не удалены

Figure 3.
X-ray image
in AP projection
after implantation
of a two-chamber
endocardial pacemaker.
The endocardial leads
are implanted in the right
atrial auricle and in the
left bundle branch area,
the epicardial leads
are not removed



стимулированный комплекс QRS имеет паттерн БПНПГ и составил 90 мс, V6 RWPT – 55 мс, IPT V1-V6 – 35 мс (рис. 4).

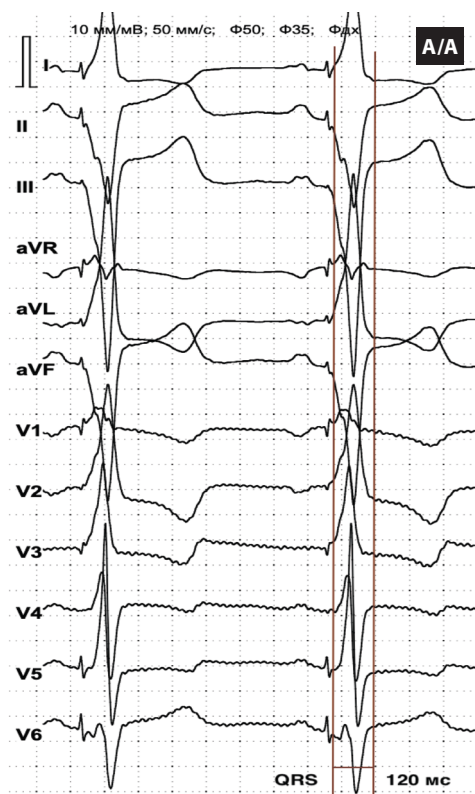


Рисунок 4.
Данные ЭКГ пациента
до (панель А)
и после (панель Б)
имплантации
желудочкового
электрода
в область ЛНПГ

Figure 4.
ECG data of the patient
before (panel A)
and after (panel B)
implantation
of a ventricular lead
in the left bundle
branch area

Заключение

Стимуляция области ЛНПГ у детей, как альтернатива стандартной эндокардиальной правожелудочковой кардиостимуляции, является технически выполнимым, эффективным и безопасным методом хирургического лечения АВ-блокады. Этот метод обеспечивает долговременную, физиологическую активацию обоих желудочков с оптимальными стабильными параметрами стимуляции и демонстрирует высокий потенциал в снижении риска развития ЭКС-индуцированной кардиомиопатии, повторных вмешательств в течение жизни у пациентов детского возраста.

Необходима дальнейшая клиническая оценка данной методики, разработка индивидуализированных критериев эффективности стимуляции проводящей системы сердца для пациентов детского возраста в рамках многоцентровых рандомизированных клинических исследований для широкого внедрения в клиническую практику.

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

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

Финансирование. Исследование проведено без спонсорской поддержки.

Financing. The study was performed without external funding.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Permanent cardiac pacing in children: choosing the optimal pacing site: a multicenter study / J. Janoušek, I. van Geldorp, S. Krupičková [et al.] // Circulation. – 2013. – Vol. 127, № 5. – P. 613–623.
2. Physiology of Left Ventricular Septal Pacing and Left Bundle Branch Pacing / J. Rijks, J. Luermans, L. Heckman [et al.] // Card Electrophysiol Clin. – 2022. – Vol. 14, № 2. – P. 181–189.

3. Гарилов, А.С. Структурно-функциональное состояние сердца у пациентов молодого возраста с желудочковой электрокардиостимуляцией в отдаленном послеоперационном периоде / А. С. Гарилов, И. В. Патеюк // Неотложная кардиология и кардиоваскулярные риски. – 2023. Т. 7, № 2. – С. 1918–1927.
4. Left bundle branch area pacing in children: case series / E. Jędrzejczyk-Patej, M. Mazurek, O. Kowalski [et al.] // *Eur Heart J Case Rep.* – 2025. – Vol. 9, № 2.
5. EHRA clinical consensus statement on conduction system pacing implantation: endorsed by the Asia Pacific Heart Rhythm Society (APHRS), Canadian Heart Rhythm Society (CHRS), and Latin American Heart Rhythm Society (LAHRS) / H. Burri, M. Jastrzębski, O. Cano [et al.] // *Europace.* – 2023. – Vol. 25, № 4. – P. 1208–1236.
6. ESC Guidelines on cardiac pacing and cardiac resynchronization therapy / M. Glikson, J. Nielsen, M. Kronborg [et al.] // *Eur Heart J.* – 2021. – Vol. 42, № 35. – P. 3427–3520.
7. Left bundle branch pacing is the best approach to physiological pacing / S. Padala, K. Ellenbogen // *Heart Rhythm O2.* – 2020. – Vol. 1, № 1. – P. 59–67.
8. His Bundle Pacing / P. Vijayaraman, M. Chung, G. Dandamudi [et al.] // *J Am Coll Cardiol.* – 2018. – Vol. 72, № 8. – P. 927–947.
9. Conduction system pacing in pediatric and congenital heart disease / H. Chubb, D. Mah, A. Dubin [et al.] // *Front Physiol.* – 2023. – Vol. 24, № 14. – P. 1154629.
10. Left Bundle Branch Pacing: Current Knowledge and Future Prospects / P. Liu, Q. Wang, H. Sun [et al.] // *Front Cardiovasc Med.* – 2021. – Vol. 8. – P. 630399.
11. Left bundle branch area pacing outcomes: the multicentre European MELOS study / M. Jastrzębski, G. Kiełbasa, O. Cano [et al.] // *Eur Heart J.* – 2022. – Vol. 43, № 40. – P. 4161–4173.
12. Left bundle branch area pacing vs right ventricular pacing for atrioventricular block: the MELOS RELOADED study / M. Jastrzębski, G. Kiełbasa, O. Cano [et al.] // *Eur Heart J.* – 2026. – Vol. 47, № 13. – P. 1541–1550.
13. Preliminary study on left bundle branch area pacing in children: Clinical observation of 12 cases / D. Wenlong, G. Baojing, D. Chencheng [et al.] // *J Cardiovasc Electro-physiol.* – 2022. – Vol. 33, № 7. – P. 1558–1566.
14. Case report: Challenges and implications of conduction system pacing in pediatrics: Case series / R. Ploneda Valencia, M. Levinstein Jacinto, C. Sánchez Contreras [et al.] // *Front. Pediatr.* – 2023. – Vol. 11. – P. 1160335.
15. Conduction system pacing in a pediatric population: a case series / J. Francis, B. Ziad, F. Charafeddine [et al.] // *Authorea.* – 2024.

REFERENCES

1. Janoušek J., van Geldorp I.E., Krupičková S., et al. Permanent cardiac pacing in children: choosing the optimal pacing site: a multicenter study. *Circulation.* 2013, vol. 127, no. 5, pp. 613–623. doi: 10.1161/CIRCULATIONAHA.112.115428.
2. Rijks J., Luermans J., Heckman L., et al. Physiology of Left Ventricular Septal Pacing and Left Bundle Branch Pacing. *Card Electrophysiol Clin.* 2022, vol. 14, no. 2, pp. 181–189. doi: 10.1016/j.ccep.2021.12.010.
3. Harypau A., Patsiyuk I. Structural and functional state of the heart in young patients with ventricular pacing in the long-term postoperative period. *Emergency Cardiology and Cardiovascular Risks.* 2023, vol. 7, no. 2, pp. 1918–1927. doi: 10.51922/2616-633X.2023.7.2.1918. (in Russian).
4. Jędrzejczyk-Patej E., Mazurek M., Kowalski O., et al. Left bundle branch area pacing in children: case series. *Eur Heart J Case Rep.* 2025, vol. 9, no. 2. doi: 10.1093/ehjcr/ytaf020.
5. Burri H., Jastrzębski M., Cano Ó., et al. EHRA clinical consensus statement on conduction system pacing implantation: endorsed by the Asia Pacific Heart Rhythm Society (APHRS), Canadian Heart Rhythm Society (CHRS), and Latin American Heart Rhythm Society (LAHRS). *Europace.* 2023, vol. 25, no. 4, pp. 1208–1236. doi: 10.1093/eurheartj/ehad043.
6. Glikson M., Nielsen J.C., Kronborg M.B., et al. ESC Guidelines on cardiac pacing and cardiac resynchronization therapy. *Eur Heart J.* 2021, vol. 42, no. 35, pp. 3427–3520. doi: 10.1093/eurheartj/ehab364.
7. Padala S.K., Ellenbogen K.A. Left bundle branch pacing is the best approach to physiological pacing. *Heart Rhythm O2.* 2020, vol. 1, no. 1, pp. 59–67. doi: 10.1016/j.hroo.2020.03.002.
8. Vijayaraman P., Chung M.K., Dandamudi G., et al. His Bundle Pacing. *J Am Coll Cardiol.* 2018, vol. 72, no. 8, pp. 927–947. doi: 10.1016/j.jacc.2018.06.017.
9. Chubb H., Mah D., Dubin A.M., Moore J. Conduction system pacing in pediatric and congenital heart disease. *Front Physiol.* 2023, vol. 24, no. 14, pp. 1154629. doi: 10.3389/fphys.2023.1154629.
10. Liu P., Wang Q., Sun H., et al. Left Bundle Branch Pacing: Current Knowledge and Future Prospects. *Front Cardiovasc Med.* 2021, vol. 8, pp. 630399. doi: 10.3389/fcvm.2021.630399.
11. Jastrzębski M., Kiełbasa G., Cano O., et al. Left bundle branch area pacing outcomes: the multicentre European MELOS study. *Eur Heart J.* 2022, vol. 43, no. 40, pp. 4161–4173. doi: 10.1093/eurheartj/ehac445.
12. Jastrzębski M., Kiełbasa G., Cano O., et al. Left bundle branch area pacing vs right ventricular pacing for atrioventricular block: the MELOS RELOADED study. *Eur Heart J.* 2026, vol. 47, no. 13, pp. 1541–1550. doi: 10.1093/eurheartj/ehaf699.
13. Wenlong D., Baojing G., Chencheng D., Jianzeng D. Preliminary study on left bundle branch area pacing in children: Clinical observation of 12 cases. *J Cardiovasc Electro-physiol.* 2022, vol. 33, no. 7, pp. 1558–1566. doi: 10.1111/jce.15520.
14. Ploneda Valencia R.G., Levinstein Jacinto M., Sánchez Contreras C.A., et al. Case report: Challenges and implications of conduction system pacing in pediatrics: Case series. *Front Pediatr.* 2023, vol. 11, pp. 1160335. doi: 10.3389/fped.2023.1160335.
15. Francis J., Ziad B., Charafeddine F., et al. Conduction system pacing in a pediatric population: a case series. *Authorea.* 2024. doi: 10.22541/au.172488296.60208526/v1.

Послупила 24.04.2026