

<https://doi.org/10.35336/VA-2023-1-03>

<https://elibrary.ru/DXLIZP>

## ИМПЛАНТАЦИЯ ЭЛЕКТРОДА ДЛЯ ПОСТОЯННОЙ СТИМУЛЯЦИИ ПРОВОДЯЩЕЙ СИСТЕМЫ СЕРДЦА: ЗАЛОГ УСПЕХА - В ДОСТАВЛЯЮЩЕМ ИНТРОДЬЮСЕРЕ

<sup>1</sup>М.В.Горев, <sup>2</sup>Ш.Г.Нардая, <sup>2</sup>С.В.Петелько, <sup>2,3</sup>Ю.И.Рачкова, <sup>2,3</sup>О.В.Макарычева, <sup>2</sup>Н.А.Гайдукова, <sup>2</sup>О.А.Сергеева, <sup>2,3</sup>Ф.Г.Рзаев

<sup>1</sup>АО «Семейный доктор», Россия, Москва, Баррикадная ул., д. 19 стр. 3; <sup>2</sup>ГБОУ «Городская клиническая больница имени И.В.Давыдовского Департамента здравоохранения города Москвы», Россия, Яузская ул., д. 11; <sup>3</sup>ФГБОУ ВО «Московский государственный медико-стоматологический университет имени А.И. Евдокимова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Москва, Десятская ул., д. 20/1.

**Цель.** Проанализировать эффективность различных методик для успешной имплантации электродов в пучок Гиса.

**Материал и методы исследования.** С 2018 по 2022 гг в нашей клинике выполнены попытки имплантации электрода в пучок Гиса у 32 пациентов: на стилете - у 6 (19%) пациентов; на стилете через доставочный интродьюсер (ДИ) - у 9 (28%) пациентов; через управляемый ДИ - у 10 (31%) пациентов; через модифицированный ДИ - у 12 (37%) пациентов.

**Результаты.** Длительность операции и интраоперационные параметры имплантированных электродов не отличались при использовании различных методик имплантации. Процент успешных имплантации был значительно выше при использовании модифицированного ДИ C304 SelectSite (91,7%) по сравнению с тремя другими методиками (44%),  $p=0,006$ .

**Выводы.** Эффективность имплантации электрода в пучок Гиса в значительной степени зависит от методики операции.

**Ключевые слова:** электрокардиостимуляция; техника имплантации; пучок Гиса; интродьюсер; брадикардия

**Конфликт интересов:** отсутствует.

**Финансирование:** отсутствует.

**Рукопись получена:** 23.06.2022 **Исправленная версия получена:** 21.07.2022 **Принята к публикации:** 27.09.2022

**Ответственный за переписку:** Горев Максим Васильевич, E-mail: DrGorevMV@gmail.com

М.В.Горев - ORCID ID 0000-0003-1300-4986, Ш.Г.Нардая - ORCID ID 0000-0001-9921-1323, С.В.Петелько - ORCID ID 0000-0002-5767-6533, Ю.И.Рачкова - ORCID ID 0000-0002-7378-2686, О.В.Макарычева - ORCID ID 0000-0003-4180-0445, Н.А.Гайдукова - ORCID ID 0000-0003-3965-7854, О.А.Сергеева - ORCID ID 0000-0001-6833-8938, Ф.Г.Рзаев - ORCID ID 0000-0002-4094-7771

**Для цитирования:** Горев МВ, Нардая ШГ, Петелько СВ, Рачкова ЮИ, Макарычева ОВ, Гайдукова НА, Сергеева ОА, Рзаев ФГ. Имплантация электрода для постоянной стимуляции проводящей системы сердца: залог успеха - в доставляющем интродьюсере. *Вестник аритмологии*. 2023;30(1): 19-24. <https://doi.org/10.35336/VA-2023-1-03>.

## CARDIAC CONDUCTION SYSTEM PACING LEAD IMPLANTATION: DELIVERY TOOL IS THE CLUE TO SUCCESS

<sup>1</sup>M.V.Gorev, <sup>2</sup>Sh.G. Nardaia, <sup>2</sup>S.V.Petelko, <sup>2,3</sup>Iu.I. Rachkova, <sup>2,3</sup>O.V.Makarycheva, <sup>2</sup>N.A.Gaidukova, <sup>2</sup>O.A.Sergeeva, <sup>2,3</sup>F.G.Rzaev

<sup>1</sup>AO Family Doctor JSC, Russia, Moscow, 19 Barrikadnaya str, build. 3; <sup>2</sup>Clinical City Hospital named after I.V. Davydovsky, Russia, Moscow, 11 Yauzskaya str; <sup>3</sup>Moscow State University of Medicine and Dentistry named after A.I. Evdokimov, Russia, 20/1 Delegatskaya str.

**Aim.** To analyze the success rate and other intraprocedural parameters of implantation His bundle pacing lead using different approaches.

**Methods.** Since 2018 to 2022 we have tried His bundle lead implantation in 32 pts. During implantation 4 different approaches were used: on-stylet in 6 pts (19%), on-stylet over the delivery tool - in 9 pts (28%), over the C304 SelectSite (Medtronic, USA) delivery tool in 10 pts (31%), over the modified C304 SelectSite delivery tool in 12 pts (37%).

**Results.** Four studied implantation approaches did not differ by means of procedure duration as well as lead parameters. The success rate of implantation using modified C304 SelectSite delivery tool was higher than using other 3 techniques (91,7% vs 44%,  $p=0,006$ ).

**Conclusion.** His bundle lead implantation success depends significantly on chosen implantation technique.

**Key words:** cardiac pacing; implantation technique; His bundle; introducer; bradycardia

**Conflict of interests:** none.

**Funding:** none.

**Received:** 23.06.2022 **Revision Received:** 21.07.2022 **Accepted:** 27.09.2022

**Corresponding author:** Maxim Gorev, E-mail: DrGorevMV@gmail.com

M.V.Gorev - ORCID ID 0000-0003-1300-4986, Sh.G.Nardaia - ORCID ID 0000-0001-9921-1323, S.V.Petelko - ORCID ID 0000-0002-5767-6533, Iu.I. Rachkova - ORCID ID 0000-0002-7378-2686, O.V.Makarycheva - ORCID ID 0000-0003-4180-0445, N.A.Gaidukova - ORCID ID 0000-0003-3965-7854, O.A.Sergeeva - ORCID ID 0000-0001-6833-8938, F.G.Rzaev - ORCID ID 0000-0002-4094-7771

**For citation:** Gorev MV, Nardaia ShG, Petelko SV, Rachkova IuI, Makarycheva OV, Gaidukova NA, Sergeeva OA, Rzaev FG. Cardiac conduction system pacing lead implantation: delivery tool is the clue to success. *Journal of Arrhythmology*. 2023;30(1): 19-24. <https://doi.org/10.35336/VA-2023-1-03>.

Стимуляция проводящей системы сердца становится все более распространенным способом постоянной электрокардиостимуляции (ЭКС). Впервые описание имплантации электрода в пучок Гиса сделано P.Deshmuk с соавт. в 2000 г [1]. Первые процедуры выполнялись неспециализированными инструментами и характеризовались неудовлетворительными интраоперационными показателями. В дальнейшем появились работы, описывающие новые техники имплантации с использованием различных доставляющих устройств и электродов. С целью определения наиболее эффективной методики имплантации электродов в область пучка Гиса мы проанализировали собственный опыт выполнения этих операций и сопоставили его с данными других авторов.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В период с 2018 по 2022 гг в нашем учреждении у 32 пациентов выполнены операции имплантации ЭКС с установкой электрода в пучок Гиса. Средний возраст пациентов (22 (66%) - мужчины) -  $69 \pm 15$  лет.

### Методики имплантации

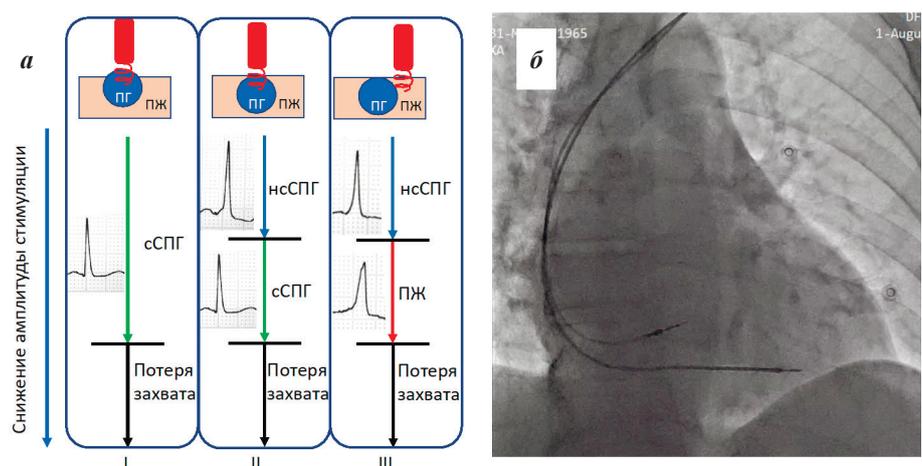
#### 1. Имплантация на стилете

При данной технике имплантации применяются эндокардиальные электроды с активным механизмом фиксации. Для имплантации в область пучка Гиса используется стандартный J-образный стилет с относительно длинным коленом, изогнутым вручную кнаружи и несколько септально (рис. 1). Электрод вводится в полость правого предсердия, в него вставляется сформированный стилет, и затем с помощью продольных смещений и поворотов стилета вокруг своей оси выполняется картирование межпредсердной и межжелудочковой перегородки в области атриовентрикулярной (АВ) борозды с последующей фиксацией электрода стандартным способом в обла-

сти регистрации потенциала пучка Гиса и селективного или неселективного захвата проводящей системы (рис. 2) при стимуляции с дистального полюса имплантируемого электрода. Данная методика позволяет довольно легко позиционировать электрод в области АВ узла и пучка Гиса, но недостаточная жесткость системы (даже при использовании жесткого стилета) мешает введению фиксирующей спирали электрода непосредственно в ткань АВ узла или пучка Гиса. В нашем исследовании с помощью данной методики производились попыт-



**Рис. 1.** Модификация стандартного J-образного стилета для имплантации в пучок Гиса: а - стандартный J-образный стилет для имплантации электрода с активной фиксацией в предсердную позицию, б - модифицированный стилет с дополнительным изгибом кнаружи и в направлении перегородки для имплантации в пучок Гиса.



**Рис. 2.** Варианты захвата пучка Гиса (ПГ) и желудочкового миокарда при различных амплитудах стимуляции (а): I - истинная селективная стимуляция ПГ (сСПГ), II - порог стимуляции желудочкового миокарда выше порога СПГ, III - порог СПГ выше порога стимуляции желудочкового миокарда, где ПЖ - миокард правого желудочка, сСПГ - селективная СПГ, нсСПГ - неселективная СПГ. Рентгенограмма в прямой проекции пациента с электродами, имплантированными в область пучка Гиса и верхушки правого желудочка (б).

ки имплантации электродов Ingevity MRI 7742 (Boston Scientific, USA) - у 1 пациента, CapsureFix Novus 5076 (Medtronic, USA) - у 3 пациентов, Crystalline Fix Pro (Vitatron, Netherlands) - у 1 пациента, Tendril STS 2088TC (Abbott, USA) - у 1 пациента.

### 2. Имплантация на стилете через доставочный интродьюсер (ДИ)

Доставочные интродьюсеры для имплантации левожелудочкового электрода в венозную систему сердца могут использоваться и при стимуляции пучка Гиса. Использование ДИ придает системе достаточную жесткость, а применение стилета с септальным изгибом позволяет имплантировать электрод практически под прямым углом к эндокарду. Это повышает качество фиксации электрода и способствует снижению порога стимуляции. Важным моментом является соответствие длины ДИ и длины электрод [2]. Недостаточная величина «амортизационной» петли повышает риск дислокации или микродислокации электрода во время удаления ДИ. В нашей работе с помощью данной методики имплантировались электроды CapsureFix Novus 5076 (Medtronic, USA) - у 3 пациентов, Crystalline Fix Pro (Vitatron, Netherlands) - у 1 пациента, Ingevity MRI 7742 (Boston Scientific, USA) - у 2 пациентов, Tendril STS 2088TC (Abbott, USA) - у 3 пациентов. В качестве ДИ в этой группе использовались устройства для имплантации электродов в коронарный синус Acuity Pro CS-EH (Boston Scientific, USA).

### 3. Имплантация бесстилетного электрода через управляемый ДИ

При этой методике бесстилетный электрод 3830 SelectSecure 4Fr (Medtronic, USA) с помощью управ-

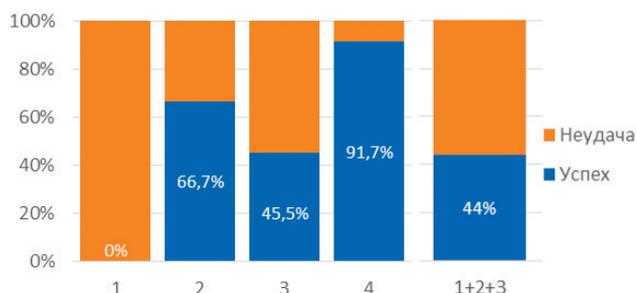


Рис. 3. Успех имплантации электрода в пучок Гиса при использовании различных методик.

Примечание: здесь и далее ДИ - доставочный интродьюсер, 1 - на стилете, 2 - стилет+ДИ, 3 - управляемый ДИ, 4 - модифицированный управляемый ДИ.

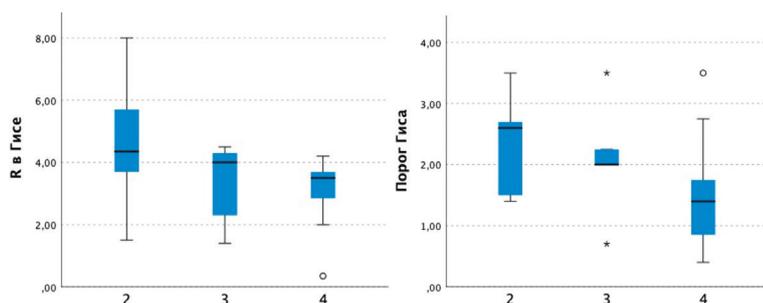


Рис. 4. Параметры детекции спонтанной активности (а) и захвата пучка Гиса (б) при имплантации электрода с использованием различных методик.

ляемого ДИ C304 SelectSite (Medtronic, USA) вводится в полость правого предсердия или правого желудочка и фиксируется в области регистрации электрограммы пучка Гиса. После этого ДИ удаляется разрезанием.

### 4. Имплантация бесстилетного электрода через модифицированный управляемый ДИ

Создание септального изгиба на ДИ C304 Select Site значительно облегчает картирование пучка Гиса и надежную фиксацию электрода. В связи с утратой септального изгиба через 5-7 мин пребывания ДИ в сосудистом русле, у некоторых пациентов повторная модификация доставочного устройства выполнялась до 2-4 раз.

#### Успех имплантации

Конечной точкой имплантации электрода в пучок Гиса считалась надежная (отсутствие признаков интраоперационной дислокации, в том числе после провокационных проб с кашлем и глубоким вдохом) фиксация электрода с удовлетворительным порогом стимуляции пучка Гиса (не выше 3,5 В при длительности импульса 0,4 мс). При отсутствии возможности имплантировать электрод в пучок Гиса с описанными параметрами выполнялась фиксация электрода в области межжелудочковой перегородки. После фиксации электрода в пучке Гиса отмечались различные варианты сочетания захвата пучка Гиса и желудочкового миокарда при разных амплитудах стимуляции (рис. 2).

#### Статистическая обработка

Статистическая обработка данных производилась с использованием программного обеспечения SPSS Statistics 26.0 (IBM, USA). Нормальность определения анализировалась с помощью теста Шапиро-Уилка. Количественные данные представлены в виде среднего арифметического и стандартного отклонения. Категориальные данные представлены в виде количества пациентов и доли, выраженной в процентах. Сравнение групп по категориальным параметрам выполнялось с использованием точного критерия Фишера. Сравнение по количественным параметрам выполнялось с помощью теста Манна-Уитни. Для сравнения более двух групп применялся критерий Крускала-Уоллиса. Статистически значимыми считались отличия при уровне  $p < 0,05$ .

## ПОЛУЧЕННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

### Характеристика пациентов и выполненных процедур имплантации

Показанием для имплантации ЭКС являлись:

- приобретенная АВ блокада 1-3 степени - 22 (70%) пациента: у 15 человек (48%) - на фоне синусового ритма, у 7 (22%) - на фоне фибрилляции предсердий;
- имплантация ЭКС перед радиочастотной аблацией АВ узла по поводу тахисистолической формы фибрилляции предсердий - 7 (22%) пациентов;
- вазовагальные обмороки по кардиоингибиторному механизму 2Б типа по VASIS - 1 пациент (3%);
- синдром слабости синусового узла - 1 пациент (3%);
- врожденная АВ блокада 3 степени - 1 пациент (3%).

Среднее значение фракции выброса левого желудочка составило  $56 \pm 11\%$ . У 10 пациентов (30%) выполнена имплантация однокамерного ЭКС, у 19 (60%) - двухкамерного, у одной пациентки (3,3%) - бивентрикулярного устройства. У 4 пациентов (3 с двухкамерными и 1 - с бивентрикулярным ЭКС) были имплантированы страховочные электроды в межжелудочковую перегородку. У остальных пациентов электрод в пучке Гиса был единственным, стимулирующим желудочки.

Для имплантации электрода в пучок Гиса использовались следующие методики:

- на стилете - 6 (19%) пациентов;
- на стилете через ДИ - 9 (28%) пациентов;
- через управляемый ДИ - 10 (31%) пациентов;
- через модифицированный ДИ - 12 (37%) пациентов.

У 5 пациентов использовались две методики: после неэффективной имплантации на стилете (1 методика) проводилась попытка имплантации с помощью доставочного устройства и стилета (2 методика).

#### Успех имплантации

В соответствии с применяемыми методиками, пациенты были разделены на 4 группы. Эффективность различных методик имплантации электрода в область пучка Гиса варьировала от 0% при имплантации на стилете (1 группа) до 92% при имплантации с помощью модифицированного управляемого ДИ (4 группа), хотя статистическая значимость выявленных различий отсутствовала (рис. 3). Эффективность имплантации электрода в пучок Гиса с помощью модифицированного ДИ C304 SelectSite была выше, чем при использовании иных методик, (91,7% против 44%,  $p=0,006$ ) (рис. 3).

#### Параметры электрода при успешной имплантации

В данном разделе изучались только результаты успешных имплантаций электрода в область пучка Гиса. Амплитуда желудочковой активности ( $p=0,203$ ) и порог захвата пучка Гиса ( $p=0,161$ ) и соотношение порогов захвата пучка Гиса и желудочкового миокарда между группами значимо не отличались (рис. 4, 5).

#### Длительность операции и рентгеноскопии

При сравнении групп пациентов по длительности операции ( $p=0,07$ ) и времени рентгеноскопии ( $p=0,519$ ) статистически значимые отличия отсутствовали (рис. 6).

## ОБСУЖДЕНИЕ ПОЛУЧЕННЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ

#### Выбор методики имплантации

С момента первого описания имплантации постоянного ЭКС в область пучка Гиса P.Deshmukh с соавт. в 2000 г. техника операции претерпела значительные изменения [1]. Первые процедуры выполнялись с использованием электроанатомического картирования для уточнения локализации пучка Гиса. Дополнительное использование трехмерной электроанатомической навигации увеличивало продолжительность и стоимость операции, при этом не повышая эффективность. В нашей клинике также выполнялись попытки электро-анатомического картирования пучка Гиса, но данное направление не нашло применения в рутинной прак-

тике в связи с большой продолжительностью процедуры и необходимостью дополнительного сосудистого доступа для введения картирующего катетера.

Первые операции, выполнявшиеся по методике имплантации на стилете, имели низкую эффективность (35-67%), требовали большого количества времени операции и рентгеноскопии [1, 3-5]. Наиболее вероятно это связано с тем, что стилет не может обеспечить достаточную степень прижатия электрода к эндокарду и надежное внедрение фиксирующей спирали в миокард. Основным преимуществом имплантации электрода на стилете является стоимость, сопоставимая с обычной системой для постоянной электрокардиостимуляции. Появление управляемой доставочной системы C304 SelectSite и бесстилетного электрода 3830 SelectSecure позволило значительно упростить и ускорить методику имплантации, хотя характерной чертой стимуляции пучка Гиса оставались высокие пороги стимуляции [6], что наиболее вероятно связано с отсутствием септального изгиба. Эта особенность препятствует эффективной фиксации электрода перпендикулярно эндокарду. Тем не менее, управляемый ДИ C304 SelectSite, за счет возможности изменения кривизны позволяет достигать АВ борозды при различных анатомических особенностях, особенно при выраженной атриомегалии.

Разработка специализированного доставочного неуправляемого ДИ с дополнительным изгибом в направлении межжелудочковой перегородки C315His (Medtronic, USA) сделала процедуру высокоэффективной, быстрой и простой [2, 7, 8]. В то же время у некоторых пациентов анатомические особенности (прежде всего - дилатация правого предсердия) не позволяют эффективно имплантировать электрод в проводящую систему, так как ДИ C315His является неуправляемым и применим лишь при относительно небольших размерах сердца.

Ограничения имеющихся доставочных систем привели к развитию новых методик имплантации электродов

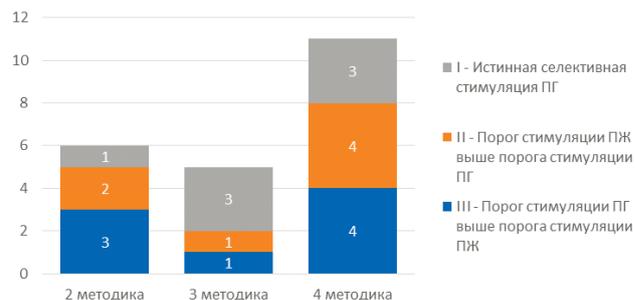


Рис. 5. Распределение пациентов по типу захвата пучка Гиса при 2, 3 и 4 методиках имплантации.

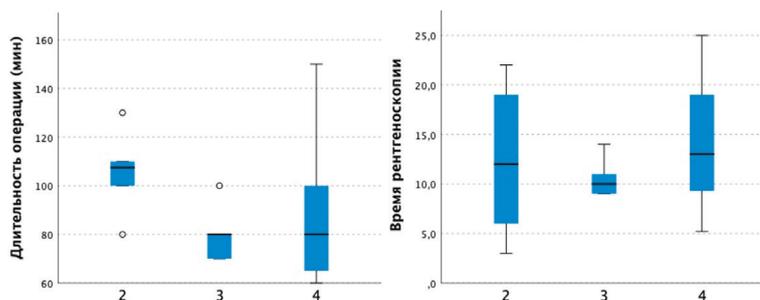


Рис. 6. Длительность операции (а) и рентгеноскопии (б) при использовании различных методик имплантации электрода.

в пучок Гиса. Одной из них является использование телескопической системы с введением неуправляемого ДИ с септальным изгибом С315His через ДИ для коронарного синуса [9]. Еще одна альтернативная методика имплантации, предложенная М.Orlov с соавт. в 2019 г. подразумевает одновременное использование ДИ и стилета [10]. Очевидным преимуществом данной методики является возможность имплантации любого эндокардиального электрода с активной фиксацией. С другой стороны, использование ДИ увеличивает стоимость процедуры, а необходимость одновременного управления ДИ, стилетом и электродом во время фиксации последнего значительно повышает сложность манипуляций и риск осложнений. В последние годы появились сообщения о возможности имплантации в проводящую систему стилетных электродов Solia (Biotronik, Germany), имеющих выдвигаемую спираль, с помощью специализированных ДИ с септальным изгибом Selectra 3D (Biotronik, Germany) [11, 12].

Преимущества и недостатки методик имплантации электродов в пучок Гиса, которые использовались нами в данном исследовании представлены в табл.1.

#### Успех имплантации

На протяжении периода становления имплантации в пучок Гиса в нашей клинике использовались различные методики, начиная с имплантации стандартных электродов с активной фиксацией на модифицированном стилете [2], заканчивая использованием модифицированной управляемой доставочной системы. Основным мотивом для смены методики служил интраоперационный успех имплантации. По данным F.Zanon с соавт., имплантация с помощью ДИ позволяет достичь успеха с большей вероятностью, чем имплантация на стилете [7]. Это соотношение было подтверждено и в нашей клинике (рис. 3). Из-за недостаточного успеха имплантации через ДИ на стилете (группа 2) и с использованием управляемого ДИ С304 SelectSite (группа 3) были предприняты попытки ручной модификации управляемой доставочной системы с приданием ей септального изгиба. Это повысило эффективность имплантации до 92% в течение 12 последующих операций и сделало данную методику более эффективной, чем остальные. Во время единственной

имплантации, которая была учтена как неэффективная в 4 группе, удалось добиться селективной стимуляции пучка Гиса, но в связи с порогом стимуляции выше 3,5 В электрод был переустановлен в область левой ножки пучка Гиса с удовлетворительными параметрами.

У части пациентов во 2 и 3 группах попытки имплантации выполнялись на фоне АВ блокады 3 степени с замещающим идиовентрикулярным ритмом. Они составили значимый вклад в статистику неэффективной имплантации в связи с отсутствием антеградного потенциала пучка Гиса. Картирование пучка Гиса в отсутствие спонтанного АВ проведения является значимой проблемой физиологической стимуляции, которая в настоящее время не имеет однозначного решения. Описаны способы картирования ретроградной активации при стимуляции желудочков, но в повседневной практике их использование затруднительно [13].

#### Параметры электрода

На параметры электрода в значительной степени влияет точка фиксации электрода [14-16]. Так O.Tang с соавт. показали, что более дистальное (желудочковое) положение электрода ассоциируется с большей амплитудой желудочкового сигнала, чем при фиксации с предсердной стороны кольца трехстворчатого клапана [14]. Похожие данные получены X.Liu с соавт., у пациентов с более дистальной фиксацией электрода отмечалось увеличение амплитуды зубца R, а также снижение порога стимуляции [15]. В нашем исследовании амплитуда спонтанной активности была незначимо ниже в 3 и 4 группах. В свете описанных выше исследований это может быть обусловлено более проксимальным (предсердным) положением электрода. Кроме того, данные отличия могут быть вызваны анатомическими особенностями расположения пучка Гиса по отношению к эндокарду [17] и различной глубиной внедрения фиксирующей спирали.

Тип захвата пучка Гиса также зависит от места фиксации электрода. По данным Y.Hu с соавт. имплантация в дистальный (желудочковый) отдел пучка Гиса снижает вероятность селективного захвата по сравнению со стимуляцией его проксимального отдела [18].

По нашим данным изолированный селективный захват пучка Гиса (без возможности стимуляции желудоч-

*Таблица 1.*

*Достоинства и недостатки различных методик имплантации электрода в пучок Гиса*

	Методика			
	1	2	3	4
Достоинства	Цена, стандартные инструменты	Фиксация перпендикулярно эндокарду	Возможность адаптации кривизны к различным вариантам анатомии	Возможность адаптации кривизны к различным вариантам анатомии, фиксация перпендикулярно эндокарду, возможность имплантации в ЛНПГ
Недостатки	Большое время имплантации, трудность манипуляций, низкая вероятность успеха, проксимальное положение электрода, невозможность имплантации в ЛНПГ	Высокая цена, дополнительный инструмент, трудность манипуляций, двумя инструментами (стиллет и ДИ)	Высокая цена	Высокая цена

Примечание: ЛНПГ - левая ножка пучка Гиса

кового миокарда) был наиболее распространен в группе имплантации с помощью ДИ С304 SelectSite. Учитывая довольно высокий порог стимуляции пучка Гиса в этой группе и относительно низкую амплитуду зубцов R, мы предполагаем, что при использовании данной методики электрод фиксируется под острым углом и довольно поверхностно в области пенетрирующей части пучка Гиса.

#### Длительность операции и рентгеноскопии

Продолжительность операции по имплантации электрода в пучок Гиса зависит от нескольких факторов: опыта хирурга в выполнении электрофизиологических исследований и знаний рентгеновской анатомии сердца, опыта в имплантации электродов в пучок Гиса, а также технического оснащения. В то время как первые описанные в литературе операции продолжались до 3 часов и требовали тщательного рентгеноскопического контроля

(до 35 мин рентгеноскопии) [1, 6], в настоящее время по данным некоторых авторов длительность не отличается от традиционной имплантации ЭКС при минимальном использовании рентгеноскопии вплоть до выполнения операции по безрентгеновской методике [19]. В нашем исследовании значимая разница в длительности операций и времени рентгеноскопии отсутствовала, наиболее вероятно в связи с малым объемом групп.

#### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Эффективность имплантации электрода в пучок Гиса в значительной степени зависит от методики операции. Имплантация электродов в пучок Гиса с помощью доставочных устройств открывает возможность использования стимуляции проводящей системы в качестве альтернативы традиционной электрокардиостимуляции.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Deshmukh P, Casavant DA, Romanyshyn M, Anderson K. Permanent, direct His-bundle pacing: a novel approach to cardiac pacing in patients with normal His-Purkinje activation. *Circulation*. 2000;101(8): 869-77. <https://doi.org/10.1161/01.cir.101.8.869>.
2. Горев МВ, Нардая ШГ, Петелько СВ, и др. Описание техники процедуры и редкого интраоперационного осложнения при постоянной стимуляции пучка Гиса. *Вестник аритмологии*. 2020;27(4): 46-51. [Gorev M V, Nardaya SG, Petelko SV, et al. Procedure technique and rare intraprocedural complication during permanent His bundle pacing. *J Arrhythmology*. 2021;27(4):46-51. (In Russ.)]. <https://doi.org/10.35336/VA-2020-4-46-51>.
3. Barba-Pichardo R, Manovel Sánchez A, Fernández-Gómez JM, et al. Ventricular resynchronization therapy by direct His-bundle pacing using an internal cardioverter defibrillator. *Europace*. 2013;15(1): 83-88. <https://doi.org/10.1093/europace/eus228>.
4. Barba-Pichardo R, Morriña-Vázquez P, Fernández-Gómez JM, et al. Permanent His-bundle pacing: Seeking physiological ventricular pacing. *Europace*. 2010;12(4): 527-533. <https://doi.org/10.1093/europace/euq038>.
5. Barba-Pichardo R, Morriña-Vázquez P, Venegas-Gamero J, et al. The Potential and Reality of Permanent His Bundle Pacing. *Rev Española Cardiol (English Ed)*. 2008;61(10): 1096-1099. [https://doi.org/10.1016/s1885-5857\(09\)60014-1](https://doi.org/10.1016/s1885-5857(09)60014-1).
6. Zanon F, Baracca E, Aggio S, et al. A feasible approach for direct his-bundle pacing using a new steerable catheter to facilitate precise lead placement. *J Cardiovasc Electrophysiol*. 2006;17(1): 29-33. <https://doi.org/10.1111/j.1540-8167.2005.00285.x>.
7. Zanon F, Ellenbogen KA, Dandamudi G, et al. Permanent His-bundle pacing : a systematic literature review and meta-analysis. *Europace*. 2018;20(11): 1819-1826. <https://doi.org/10.1093/europace/euy058>.
8. Dandamudi G, Vijayaraman P. How to perform permanent His bundle pacing in routine clinical practice. *Hear Rhythm*. 2016;13(6): 1362-1366. <https://doi.org/10.1016/j.hrthm.2016.03.040>.
9. Vijayaraman P, Ellenbogen KA. Approach to permanent His bundle pacing in challenging implants. *Hear Rhythm*. 2018;15(9): 1428-1431. <https://doi.org/10.1016/j.hrthm.2018.03.006>.
10. Orlov MV, Casavant D, Koulouridis I, et al. Permanent His-bundle pacing using stylet-directed, active-fixation leads placed via coronary sinus sheaths compared to conventional lumen-less system. *Hear Rhythm*. 2019;16(12): 1825-1831. <https://doi.org/10.1016/j.hrthm.2019.08.017>.
11. le Polain de Waroux JB, Wielandts JY, Gillis K, et al. Repositioning and extraction of stylet-driven pacing leads with extendable helix used for left bundle branch area pacing. *J Cardiovasc Electrophysiol*. 2021;32(5): 1464-1466. <https://doi.org/10.1111/jce.15030>.
12. De Pooter J, Calle S, Timmermans F, Van Heuverswyn F. Left bundle branch area pacing using stylet-driven pacing leads with a new delivery sheath: A comparison with lumen-less leads. *J Cardiovasc Electrophysiol*. 2021;32(2): 439-448. <https://doi.org/10.1111/jce.14851>.
13. Suga K, Kato H, Inden Y, et al. Permanent His-bundle pacing using distal His-bundle electrogram-guided approach in patients with atrioventricular block. *Pacing Clin Electrophysiol*. 2021;44(11): 1907-1917. <https://doi.org/10.1111/pace.14363>.
14. Tang O, Zhou H, Yuan C, Cheng Y, Lv J. Effect of implantation site of the His bundle pacing leads on pacing parameters: a single-center experience. *BMC Cardiovasc Disord*. 2021;21(1): 1-9. <https://doi.org/10.1186/s12872-020-01842-1>.
15. Liu X, Gu M, Hua W, et al. Comparison of electrical characteristics and pacing parameters of pacing different parts of the His-Purkinje system in bradycardia patients. *J Interv Card Electrophysiol*. 2022;63(1): 175-183. <https://doi.org/10.1007/s10840-021-00962-8>.
16. Vijayaraman P, Dandamudi G, Subzposh FA, et al. Imaging-Based Localization of His Bundle Pacing Electrodes: Results From the Prospective IMAGE-HBP Study. *JACC Clin Electrophysiol*. 2021;7(1): 73-84. <https://doi.org/10.1016/j.jacep.2020.07.026>.
17. Kawashima T, Sasaki H. A macroscopic anatomical investigation of atrioventricular bundle locational variation relative to the membranous part of the ventricular septum in elderly human hearts. *Surg Radiol Anat*. 2005;27(3): 206-213. <https://doi.org/10.1007/s00276-004-0302-7>.
18. Hu Y, Gu M, Hua W, et al. Electrical characteristics of pacing different portions of the His bundle in bradycardia patients. *Europace*. 2020;27-35. <https://doi.org/10.1093/europace/ea309>.
19. Zanon F, Marcantoni L, Zuin M, et al. Electrogram-only guided approach to His bundle pacing with minimal fluoroscopy: A single-center experience. *J Cardiovasc Electrophysiol*. 2020;31(4): 805-812. <https://doi.org/10.1111/jce.14366>.