

© А.С. САТЮКОВА, З.Г. ПАНАГОВ, 2025

© АННАЛЫ АРИТМОЛОГИИ, 2025

УДК 616.12-008.318-089

DOI: 10.15275/annaritmol.2025.3.3

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ПРОГРАММАТОРА И ИМПЛАНТИРОВАННОГО ЭЛЕКТРОКАРДИОСТИМУЛЯТОРА: ЧТО ВАЖНО ДЛЯ КЛИНИЧЕСКОЙ ПРАКТИКИ?

Тип статьи: обзорная статья

А.С. Сатюкова, З.Г. Панагов

ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр сердечно-сосудистой хирургии им. А.Н. Бакулева» Минздрава России, Рублевское ш., 135, Москва, 121552, Российская Федерация

Сатюкова Анна Сергеевна, заведующая отделом экспертизы качества медицинской помощи, кардиолог; orcid.org/0000-0001-5948-1193

Панагов Залим Григорьевич, мл. науч. сотр., кардиолог; orcid.org/0000-0003-2018-9077, e-mail: zgpanagov@bakulev.ru

Взаимодействие программатора и имплантированного электрокардиостимулятора играет важную роль в поддержании эффективности лечения пациентов с нарушениями сердечного ритма. Использование современных программаторов значительно повышает качество медицинской помощи пациентам с имплантированными электрокардиостимуляторами. Адекватное взаимодействие обеспечивает индивидуальный подход к каждому случаю, позволяя врачу адаптировать лечение таким образом, чтобы оно было максимально эффективным и безопасным для пациента.

Ключевые слова: программатор, связь, электрокардиостимулятор, режим, стимуляция

INTERACTION OF A PROGRAMMER AND AN IMPLANTED PACEMAKER: WHAT IS IMPORTANT FOR CLINICAL PRACTICE?

A.S. Satyukova, Z.G. Panagov

Bakoulev National Medical Research Center for Cardiovascular Surgery, Moscow, 121552, Russian Federation

Anna S. Satyukova, Head of Department, Cardiologist; orcid.org/0000-0001-5948-1193

Zalim G. Panagov, Junior Researcher, Cardiologist; orcid.org/0000-0003-2018-9077, e-mail: zgpanagov@bakulev.ru

The interaction of the programmer and the implanted pacemaker plays an important role in maintaining the effectiveness of treatment of patients with cardiac arrhythmias. The use of modern programmers significantly improves the quality of medical care for patients with implanted pacemakers. Adequate interaction ensures an individual approach to each case, allowing the doctor to adapt the treatment in such a way that it is as effective and safe as possible for the patient.

Keywords: programmer, communication, pacemaker, mode, stimulation

Введение

Электрокардиостимуляторы (ЭКС) представляют собой электронные устройства, стимулирующие сердце электрическими импульсами для поддержания или восстановления адекватного сердцебиения. В 1952 г. американский кардиолог Поль Морис Золль описал эффективный метод поддержки пациентов с нарушениями

проводимости сердца с помощью искусственного, электрического внешнего ЭКС. Стимуляция сердца осуществлялась с помощью подкожных электродов и, соответственно, могла поддерживаться только в течение ограниченного периода времени. В 1957 г. при полной поперечной блокаде сердца использовались электроды, прикрепленные непосредственно к сердцу. Эти

ранние наблюдения навели на мысль о том, что электрическую недостаточность сердца можно контролировать. В конечном итоге это привело к разработке полностью имплантируемых ЭКС компаниями Chardack, Gage и Greatbatch. С тех пор сделано несколько усовершенствований в области кардиостимуляции, и современный постоянный ЭКС представляет собой устройство, вводимое подкожно.

Большое значение имеет также адекватное программирование устройства, индивидуально выполненное под конкретного пациента и его клиническую ситуацию. Освещение видов взаимодействия между программатором и самим ЭКС как в отечественной, так и в мировой литературе имеет существенные ограничения.

Важнейшим свойством имплантируемого электронного устройства является программируемость, которая заключается в стабильном и обратимом (при необходимости) изменении основных параметров. Для пациентов с постоянными имплантированными ЭКС это неотъемлемое звено во взаимодействии с врачом и медицинским центром.

Важность адекватной и рациональной программируемости имплантированных ЭКС обусловлена несколькими факторами:

1. Улучшение качества лечения. Современные ЭКС обладают множеством режимов стимуляции сердца, которые могут адаптироваться к индивидуальным потребностям пациента. Программируемые устройства позволяют подбирать оптимальные параметры терапии индивидуально для каждого пациента, обеспечивая максимальную эффективность лечения и комфорт.

2. Экономичность и ресурсосбережение. Возможность программирования позволяет сократить количество необходимых визитов пациентов к врачу для коррекции режима работы устройства. Это экономит время врача и снижает нагрузку на систему здравоохранения. Например, дистанционное наблюдение

за состоянием пациента и работа ЭКС могут осуществляться с помощью специальных телеметрических систем.

3. Обеспечение надежности и безопасности. Программирование ЭКС включает проверку правильности функционирования устройства, диагностику состояния батареи и выявление возможных проблем с электродами. Регулярное обновление программного обеспечения и настройка параметров обеспечивают надежность и безопасность работы устройства.

На сегодняшний день общепринятой тактикой является трансвенозная или эпикардальная установка ЭКС. Однако новые исследования проводятся с целью выявить эффективность бессвинцовых внутрисердечных ЭКС, обладающих определенными преимуществами перед традиционными устройствами. Подобные ЭКС представлены с 2012 г. для пациентов с врожденными пороками сердца, имеющих ограничения венозного доступа. Устройство вводится в правый желудочек с помощью управляемого катетера через бедренную вену [1].

Общие принципы программирования имплантированного ЭКС

Программирование и адекватную настройку ЭКС важно проводить не только после непосредственной имплантации, но и регулярно на протяжении всего срока службы устройства. За имплантацией ЭКС, выполненной по клиническим и электрофизиологическим показаниям, следует его программирование для достижения конечных клинических целей (рис. 1).

Современные ЭКС обладают спектром функций, обеспечивающих достижение вышеупомянутых целей. Тем не менее для достижения и удержания целей программирования пациентам с имплантированными ЭКС необходимо проходить регулярную проверку параметров устройства каждые 3, 6 и 12 мес [2].

Специалист, выполняющий программирование ЭКС, должен владеть информацией о клини-



Рис. 1. Клинические цели программирования ЭКС

ческом профиле пациента (показания к электрокардиостимуляции, сопутствующая патология, прием лекарственных препаратов и т. д.). Пациента и имплантированное устройство следует рассматривать как единое целое, а процесс программирования необходимо адаптировать к конкретной клинической ситуации.

Согласно многоцентровому реестру, проведенному в Нидерландах, 14% ЭКС после имплантации оставлены в заводских настройках на 6 мес наблюдения. Значительное увеличение срока службы наблюдалось у устройств, прошедших хотя бы одно перепрограммирование ($134,4 \pm 31,4$ мес), по сравнению с устройствами, не прошедшими перепрограммирование ($103,4 \pm 32,3$ мес, $p=0,0005$) [3]. Следует отметить, что, вероятно, в менее социально-экономически развитых странах доля не перепрограммируемых ЭКС выше.

В крупном исследовании OPTI-MIND показано, что только у 41% пациентов из 981 с имплантированным ЭКС программирование обеспечивало физиологическую стимуляцию. Также авторами показано, что ненужной электрокардиостимуляции правого желудочка подвергалось 38% пациентов [4].

В другом британском исследовании показано, что среди 168 проверенных имплантированных ЭКС дисфункция выявлена только в одном случае [5]. Возможно, результаты таких исследований зависят от мощности медицинского учреждения, первичного программирования и опыта медицинского персонала в данной области.

Таким образом, адекватное программирование, выполненное опытным персоналом, является залогом достижения всех клинических целей имплантации ЭКС.

Виды взаимодействия программатора и имплантированного ЭКС

С началом эры неинвазивного программирования имплантируемых устройств и внедрением универсальных программаторов клиническая практика динамического наблюдения и регулярных тестирований сделала огромный шаг вперед [6]. Изучение видов/типов взаимодействия программатора и имплантированного ЭКС носит локальный, зачастую учебный характер.

Следует выделить три вида связи между программатором и имплантированным ЭКС: магнитную, радиочастотную и ультразвуковую. На рисунке 2 представлены виды связей и их краткая характеристика (рис. 2).

Магнитная связь – вид связи, который осуществляется путем непрямого неинвазивного контакта магнитного пульта программатора и электронной системой имплантированного устройства. Изначально данная связь обеспечивалась передачей энергии на геркон в имплантированном ЭКС, который замыкался и размыкался синхронно с навязыванием ритма. Геркон – механическое устройство, подверженное отказу и делающее эту связь ненадежной и медленной. Так как изменение настроек ЭКС возможно при тесном контакте с любым магнитом, помещенным вблизи герконового переключателя, не исключены неблагоприятные клинические результаты. Альтернативой герконовому переключателю стала катушка в ЭКС, обеспечивающая связь между программатором и имплантированным устройством с помощью индуктивного соединения [7].

Радиочастотная связь – вид связи, при которой программатор и имплантированное устройство обмениваются информацией при помощи радиосигналов. Является эффективным спосо-



Рис. 2. Виды взаимодействия программатора и имплантированного ЭКС

бом передачи параметров на имплантированный ЭКС. Преимущество этой связи – двоичная кодировка, позволяющая очень простыми комбинациями битов создавать большое количество переменных программирования. Радиочастотный канал связи программатора характеризуется высокими частотами сигнала, обеспечивающими быструю передачу данных и надежную связь между программатором и ЭКС. Преимуществами высокочастотного радиоканала связи являются высокая скорость передачи данных (что важно для быстрой диагностики и коррекции работы устройства), надежность и устойчивость к внешним воздействиям (таким как электромагнитные помехи), а также возможность дистанционного мониторинга состояния пациента и работы устройства, что упрощает процесс обслуживания. Однако использование высокочастотного канала требует соблюдения определенных мер предосторожности, включая защиту от электромагнитных воздействий и обеспечение безопасности пациента. Выбор оптимальной частоты и мощности сигнала также важен для минимизации риска побочных эффектов и повышения эффективности работы устройства. В настоящее время в отечественных моделях программаторов данный вид связи не реализован.

Ультразвуковая связь – вид связи, при которой между программатором и имплантированным устройством необходима среда, абсолютно свободная от воздуха. Ввиду технических сложностей в осуществлении в настоящий момент не используется.

Существует два основных способа (метода) взаимодействия программатора и имплантированного ЭКС:

1. Прямой, или контактный метод предполагает непосредственное взаимодействие программатора с антенной устройства через специальный индуктор. К преимуществам метода относят высокую точность передачи сигналов и отсутствие помех. Недостатки метода включают необходимость физического контакта, неудобства для пациента и ограничение области применения (не подходит для дистанционной диагностики).

2. Дистанционный, или телеметрический метод позволяет передавать сигналы между программатором и устройством беспроводным способом. Метод отличается простотой использования, отсутствием ограничений по расстоянию

и универсальностью. Современные модели ЭКС оснащаются телеметрическими системами, позволяющими проводить диагностику и коррекцию работы устройства даже на расстоянии.

Кроме описанных видов связей и методов взаимодействия выделяют три уровня сложности диагностического обследования: первый – оценка эффективности работы аппарата; второй – углубленная диагностика и выбор оптимального режима работы; третий – проведение электрофизиологических исследований для оценки проводящей системы сердца. Эти уровни определяют степень детализации исследования и зависят от конкретной клинической ситуации и целей диагностики.

Понятие о «диспрограммировании» и «непредсказуемом программировании»

В настоящее время каждый производитель имплантируемых устройств располагает своими программаторами с регулярно обновляемыми функциями. Общее свойство всех современных программаторов – функция телеметрической передачи информации (во встроенную память ЭКС для получения обратной информации при регулярных тестированиях для динамичной оценки состояния и функционирования устройства) [8].

«Непредсказуемое программирование» («cross-programming») – редкое явление, представляющее собой перепрограммирование имплантируемого устройства одного производителя программатором другого производителя; служит проявлением так называемого ложного программирования [9].

«Диспрограммирование» («dysprogramming») – также вид «ложного» программирования, возникающий вследствие воздействия аномальных источников помех, вызывающий серьезное нарушение работы имплантированного устройства, приводящий к неадекватному навязыванию ритма, что может стать причиной жизнеугрожающих аритмий [9].

Имеются многочисленные исследования и рекомендации разных профессиональных сообществ, приходящих к единому мнению, что для профилактики «ложного» программирования необходимо использовать программатор «родного» производителя. В то же время специалисты в области электрокардиостимуляции считают, что современные программаторы и имплантируемые устройства делают «cross-programming» практически казуистическим [10, 11].

Заключение

В настоящее время определенный производитель имплантируемых ЭКС имеет собственный программатор с регулярно обновляемыми функциями. Пациент и имплантированное устройство являются единым целым, а процесс программирования необходимо адаптировать к конкретной ситуации. Программируемость современных ЭКС значительно повышает качество медицинской помощи пациентам с нарушениями ритма и проводимости сердца, улучшает клинические результаты и облегчает работу кардиологической команды. Адекватное программирование, выполненное опытным персоналом, является залогом достижения всех клинических целей имплантации ЭКС.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Библиографический список/References

1. Piro A., Lavalle C., Della Rocca D.G. et al. Leadless pacing: presente e futuro della stimolazione cardiaca. *Ital. Cardiol.* 2019; 20 (1): 32–40. DOI: 10.1714/3079.30718
2. Michael G., Jens C.Ni., Mads B.K. et al. 2021 ESC Guidelines on cardiac pacing and cardiac resynchronization therapy. *Eur. Heart J.* 2021; 42 (35): 3427–3520. DOI: 10.1093/eurheartj/ehab364
3. Benkemoun H., Sacrez J., Lagrange Ph. et al. Optimizing pacemaker longevity with pacing mode and settings programming: results from a pacemaker multicenter registry. *Pacing Clin. Electrophysiol.* 2012; 35 (4): 403–408. DOI: 10.1111/j.1540-8159.2011.03318.x
4. Biffi M., Raciti G. Pacemaker programming, physiologic pacing settings, and clinical outcomes in real-world practice: results from the OPTI-MIND Clinical Study. *J. Innov. Card. Rhythm Management.* 2016; 7 (1): 2229–2237. DOI:10.19102/icrm.2016.070101
5. Jones M.A., Wong K.C.K., Qureshi N. et al. A pacemaker magnet check alone is sufficient for the majority of patients postpacemaker implant. *Pacing Clin. Electrophysiol.* 2014; 37 (12): 1619–1623. DOI: 10.1111/pace.12475
6. Минаев Д.И., Бажин М.А., Сатюкова А.С. и др. Программаторы для имплантируемых электрокардиостимуляторов: история вопроса, перспективы развития. *Анналы аритмологии.* 2023; 20 (3): 167–175. DOI: 10.15275/annaritm.2023.3.5
7. Mond H.G., Sloman J.G. The cardiac pacemaker clinic: Memories from a bygone era. *Heart, Lung Circ.* 2021; 30 (2): 216–224. DOI: 10.1016/j.hlc.2020.08.020
8. Аванесян Г.А., Филатов А.Г., Яхьяев Я.Б. и др. Сердечная ресинхронизирующая терапия. Эволюция левожелудочковой стимуляции. *Анналы аритмологии.* 2023; 20 (3): 159–166. DOI: 10.15275/annaritm.2023.3.4
9. Перлова Е.В., Смирнова Т.С., Мурман М.В. и др. Непредсказуемое перепрограммирование электрокардиостимулятора одного российского производителя программатором другого российского производителя. *Вестник аритмологии.* 2018; 93: 43–48. DOI: 10.25760/VA-2018-93-43-48
10. Канаметов Т.Н., Панагов З.Г., Джидзалова Д.Х. и др. Кардиоресинхронизирующая терапия у пациента после транскатетерной имплантации аортального клапана (TAVI). *Анналы аритмологии.* 2023; 20 (2): 87–94. DOI: 10.15275/annaritm.2023.2.3
11. Голухова Е.З. Отчет о лечебной и научной работе Национального медицинского исследовательского центра сердечно-сосудистой хирургии им. А.Н. Бакулева Минздрава России за 2024 год. Перспективы дальнейшего развития. *Сердечно-сосудистые заболевания. Бюллетень НЦССХ им. А.Н. Бакулева РАМН.* 2025; 26 (спецвыпуск): 5–130. DOI: 10.24022/1810-0694-2025-26S

Поступила 04.08.2025
Принята к печати 20.08.2025