

## Новый подход в технике имплантации кардиовертера-дефибриллятора у пациентов с ишемической болезнью сердца

Атабеков Т. А., Баталов Р. Е., Криволапов С. Н., Сазонова С. И., Хлынин М. С., Левинтас А. Д., Попов С. В.

**Цель.** Оптимизировать методику имплантации дефибриллирующего электрода (ДЭ) по результатам перфузионной сцинтиграфии миокарда (ПСМ) у пациентов с ишемической болезнью сердца (ИБС).

**Материал и методы.** В исследование включен 81 пациент (мужчин — 72, средний возраст  $64,0 \pm 8,7$  лет) с ИБС, имевших показания для имплантации кардиовертера-дефибриллятора (ИКД). Пациенты были разделены на 2 группы. Пациентам из первой группы до операции выполняли ПСМ, используя 740 МБк радиофармпрепарата  $^{99m}\text{Tc}$ -метокси-изобутил-изонитрил. В данной группе ДЭ имплантировали в септальную позицию — при наличии дефектов перфузии в апикальном сегменте, в апикальную позицию — при нарушении перфузии в септальном. Пациентам из второй группы имплантацию ИКД проводили на основании поиска оптимального места имплантации по общепринятым критериям. Определяли порог стимуляции (ПС), амплитуду желудочкового сигнала (АЖС), импеданс и шоковый импеданс в контрольные точки: на 1-й, 7-й, 30-й и 180-й день после операции. Сравнивали параметры ДЭ между двумя группами.

**Результаты.** Первую группу составили 45 (55,5%) пациентов (мужчин — 41, средний возраст  $62,2 \pm 8,8$  лет). У 28 (62,2%) больных данной группы ДЭ был имплантирован в апикальную позицию, а у 17 (37,8%) — в септальную. Вторую группу составили 36 (44,5%) пациентов (мужчин — 31, средний возраст  $66,3 \pm 8,2$  лет ( $p=0,03$ )). У 20 (55,5%) больных данной группы ДЭ был имплантирован в септальную позицию, а у 16 (44,5%) — в апикальную. Были выявлены статистически значимые различия по показателям: ПС и АЖС на всех контрольных точках ( $p=0,0001$ ), и импеданс на 1-й ( $p=0,003$ ), 30-й ( $p=0,0001$ ) и 180-й день ( $p=0,002$ ), соответственно.

**Заключение.** Оценка перфузионных нарушений миокарда правого желудочка позволяет уменьшить вероятность повышения ПС и снижения АЖС, тем самым увеличить срок службы ИКД и минимизировать нарушение детекции жизнеугрожающих желудочковых тахикардий в раннем и отдаленном периоде у пациентов с ИБС.

Российский кардиологический журнал. 2019;24(3):32–38  
http://dx.doi.org/10.15829/1560-4071-2019-3-32-38

**Ключевые слова:** кардиовертер-дефибриллятор,  $^{99m}\text{Tc}$ -метокси-изобутил-изонитрил, дефибриллирующий электрод, перфузионная сцинтиграфия миокарда, порог стимуляции, амплитуда желудочкового сигнала, импеданс.

**Конфликт интересов:** не заявлен.

Научно-исследовательский институт кардиологии, Томский национальный исследовательский медицинский центр Российской академии наук, Томск, Россия.

Атабеков Т. А.\* — аспирант, врач-хирург отделения хирургического лечения сложных нарушений ритма сердца и электрокардиостимуляции, ORCID: 0000-0003-2645-4142, Баталов Р. Е. — д.м.н., в.н.с. отделения хирургического лечения сложных нарушений ритма сердца и электрокардиостимуляции, ORCID: 0000-0003-1415-3932, Криволапов С. Н. — врач по рентген-эндоваскулярным диагностике и лечению отделения хирургического лечения сложных нарушений ритма сердца и электрокардиостимуляции, ORCID: 0000-0001-8121-8287, Сазонова С. И. — д.м.н., в.н.с. лаборатории радионуклидных методов исследования, ORCID: 0000-0003-2799-3260, Хлынин М. С. — к.м.н., н.с. отделения хирургического лечения сложных нарушений ритма сердца и электрокардиостимуляции, ORCID: 0000-0002-9885-5204, Левинтас А. Д. — ординатор лаборатории радионуклидных методов исследования НИИ кардиологии, ORCID: 0000-0003-4313-0975, Попов С. В. — д.м.н., профессор, академик РАН, директор, руководитель отделения хирургического лечения сложных нарушений ритма сердца и электрокардиостимуляции, зам. директора Томского НИМЦ по научной и лечебной работе, ORCID: 0000-0002-9050-4493.

\*Автор, ответственный за переписку (Corresponding author): kgma1011@mail.ru

$^{99m}\text{Tc}$ -МИБИ —  $^{99m}\text{Tc}$ -метокси-изобутил-изонитрил, SRS — общий индекс нарушения перфузии в покое, АЖС — амплитуда желудочкового сигнала, ВСС — внезапная сердечная смерть, ДЭ — дефибриллирующий электрод, ИБС — ишемическая болезнь сердца, ИКД — имплантируемый кардиовертер-дефибриллятор, ЖС — желудочковый сигнал, ЖТ — желудочковая тахикардия, ЖТА — желудочковая тахикардия, ЛЖ — левый желудочек, ПС — порог стимуляции, ПСМ — перфузионная сцинтиграфия миокарда, ФЖ — фибрилляция желудочков, ШИ — шоковый импеданс.

Рукопись получена 12.10.2018

Рецензия получена 05.12.2018

Принята к публикации 12.12.2018



## A new approach in cardioverter-defibrillator implantation in patients with coronary artery disease

Atabekov T. A., Batalov R. E., Krivolapov S. N., Sazonova S. I., Khlynyn M. S., Levintas A. D., Popov S. V.

**Aim.** Defibrillation lead implantation technique optimization using cardiac scintigraphy in patients with coronary artery disease (CAD).

**Material and methods.** In this study 81 patients (male — 72, age  $64,0 \pm 8,7$  years with CAD and indications for the cardioverter-defibrillator (ICD) implantation were examined. Patients were divided into two groups. In 1-st group before ICD implantation, patients underwent cardiac  $^{99m}\text{Tc}$ -methoxy-isobutyl-isonitrile scintigraphy for right ventricle wall perfusion disorders assessment. In this group defibrillating lead was implanted to the septal position, if the perfusion disorders were in the apical segments, and to the apical position, if perfusion disorders were in the septal segment. In 2-nd group lead was implanted using conventional approach. Defibrillating lead parameters (threshold, sense, impedance and shock impedance on 1-st, 7-th, 30-th and 180-th follow-up days) were compared.

**Results.** The 1-st group consisted of 45 (55,5%) patients (male — 41, age  $62,2 \pm 8,8$  years). In 28 (62,2%) cases in this group defibrillating lead was implanted to the apical and in 17 (37,8%) — to the septal position. The 2-nd group consisted of 36 (44,5%) patients (male — 31, age  $66,3 \pm 8,2$  years;  $p=0,03$ ). In 20 (55,5%) cases in this group defibrillating lead was implanted to the septal and in 16 (44,5%) — to the apical position.

There were significant differences between groups in terms of: threshold and sense at all follow-up days ( $p=0,0001$ ) and impedance on 1-st ( $p=0,003$ ), 30-th ( $p=0,0001$ ) and 180-th day ( $p=0,002$ ), respectively.

**Conclusion.** Assessment of right ventricular perfusion before ICD implantation can reduce threshold and raise sense, thereby prolong the ICD longevity and improve life-threatening ventricular tachyarrhythmia detection in the early and long-term period in patients with CAD.

Russian Journal of Cardiology. 2019;24(3):32–38  
http://dx.doi.org/10.15829/1560-4071-2019-3-32-38

**Key words:** cardioverter-defibrillator,  $^{99m}\text{Tc}$ -methoxy-isobutyl-isonitrile, defibrillating lead, cardiac scintigraphy, threshold, sense, impedance.

**Conflicts of Interest:** nothing to declare.

Tomsk National Research Medical Center, Tomsk, Russia.

Atabekov T.A. ORCID: 0000-0003-2645-4142, Batalov R.E. ORCID: 0000-0003-1415-3932, Krivolapov S.N. ORCID: 0000-0001-8121-8287, Sazonova S.I. ORCID: 0000-0003-2799-3260, Khlynyn M.S. ORCID: 0000-0002-9885-5204, Levintas A.D. ORCID: 0000-0003-4313-0975, Popov S.V. ORCID: 0000-0002-9050-4493.

Received: 12.10.2018 Revision Received: 05.12.2018 Accepted: 12.12.2018

Имплантация кардиовертера-дефибриллятора (ИКД) является стандартным методом первичной и вторичной профилактики внезапной сердечной смерти. ИКД снижает смертность за счет эффективного купирования жизнеугрожающих аритмий, таких как желудочковая тахикардия (ЖТ) и фибрилляция желудочков (ФЖ) [1]. Одним из требований для обоснованных срабатываний устройств является адекватная детекция внутрисердечного сигнала. Диагностический алгоритм ИКД разделяет зоны детекции ЖТ и ФЖ по частоте регистрации электрического сигнала желудочков в минуту.

Дисфункция или повреждение дефибриллирующего электрода на электрограмме может проявляться высокочастотным шумом, который аппарат интерпретирует как собственную желудочковую активность в зоне детекции желудочковых тахикардий. По данным Powell B, et al., 27% необоснованных срабатываний приходится на долю детекции шумов, артефактов, избыточной или недостаточной чувствительности внутрисердечного сигнала [2]. Чувствительность (сенсинг) электрода является важнейшим параметром, определяющим эффективность работы ИКД. В настоящее время производителями устройств созданы различные автоматические алгоритмы сенсинга, которые позволяют фильтровать посторонние шумы, предотвратить гиперчувствительность (оверсенсинг) Т-волны и диагностировать повреждения дефибриллирующего электрода [3]. Важным критерием для детекции желудочковых тахикардий (ЖТА) является достаточная амплитуда желудочковой электрограммы. Если амплитуда внутрисердечной электрограммы меньше запрограммированной чувствительности, может возникнуть замедленное или полное отсутствие детекции ЖТА. Рекомендации по имплантации ИКД указывают на то, что амплитуда желудочкового сигнала на синусовом ритме должна быть не менее 5,0 мВ [4]. В этом же исследовании авторы предполагают, что для надежной детекции ЖТ или ФЖ базовая амплитуда желудочкового сигнала должна быть более 7,0 мВ [4].

Несмотря на различия в сроке службы устройств разных производителей, немаловажное значение имеет амплитуда стимуляции, которая, прежде всего, зависит от ее порога, в особенности у пациентов с брадикардиями и нарушением атриовентрикулярного проведения [5, 6]. Как показывают исследования, высокие амплитуда и частота стимуляции значительно сокращают срок службы ИКД [7].

Также важным является выбор позиции для имплантации электрода. На сегодняшний день,

местами позиционирования электрода являются апикальная и септальная позиции [8]. Часть исследователей отдают предпочтение апикальной стимуляции [9]. По данным Gerald C, et al., расположение электрода в септальной позиции имеет схожую эффективность [10]. В настоящее время имплантацию ИКД выполняют, ориентируясь на интраоперационные критерии: порог стимуляции (ПС) менее 1,0 В и амплитуда желудочкового сигнала (АЖС) более 5,0 мВ. При данной методике имплантации очень высок риск позиционирования дефибриллирующего электрода (ДЭ) в зону рубца или ишемизированного миокарда, в частности, у пациентов после перенесенного инфаркта, что в отдаленном периоде может отразиться на основных параметрах ДЭ. Соответственно остается открытым вопрос выбора позиции для имплантации ДЭ, которая позволит достичь детекции оптимального желудочкового сигнала и порога стимуляции.

На сегодняшний день предложены методы оценки нежизнеспособного миокарда с помощью эхокардиографии, компьютерной и магнитно-резонансной томографии [11]. Однако наиболее простым и воспроизводимым методом выявления ишемических нарушений миокарда на сегодняшний день остается перфузионная сцинтиграфия [12].

Мы предположили, что имплантация ДЭ по результатам оценки нарушений перфузии миокарда позволит достичь вышеуказанных целей.

Цель: оптимизировать методику имплантации дефибриллирующего электрода по результатам перфузионной сцинтиграфии миокарда у пациентов с ИБС.

### Материал и метод

81 пациент был включен в исследование (женщин — 9, мужчин — 72, средний возраст  $64,0 \pm 8,7$  лет) с ИБС, функциональным классом стенокардии напряжения от I до III, сердечной недостаточности от I до III по классификации New-York Heart Association, имевших показания для имплантации ИКД. Пациенты были разделены на 2 группы. Клиническая характеристика больных представлена в таблице 1.

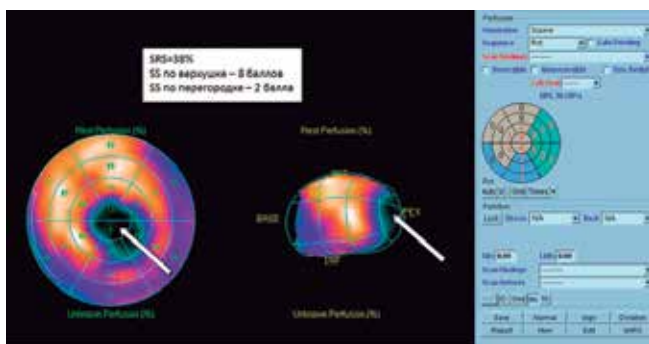
Пациентам первой группы помимо стандартных методов диагностики до имплантации устройства дополнительно выполняли перфузионную однофотонную эмиссионную компьютерную томографию миокарда в условиях физиологического покоя в соответствии с действующими рекомендациями Европейского общества ядерной медицины [12], используя

Таблица 1

Клиническая характеристика пациентов

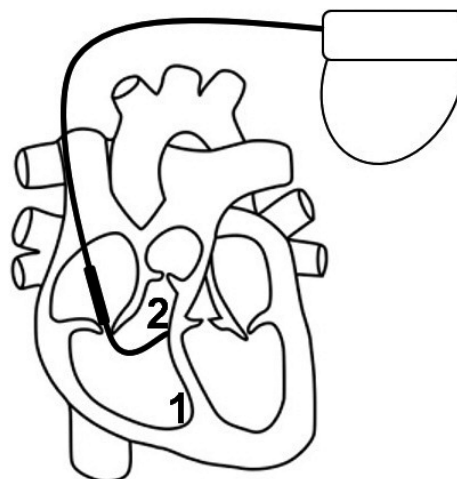
Показатель	1-я группа	2-я группа	p-value
Количество пациентов, n	45	36	-
Гендерная структура, м/ж	41/4	31/5	0,7
Возраст, лет	62,2±8,8	66,3±8,2	0,03
Первичная профилактика ВСС, n (%)	28 (62,2%)	15 (41,7%)	0,1
Вторичная профилактика ВСС, n (%)	17 (37,8%)	21 (58,3%)	0,1
АГ I-III степени, n (%)	31 (68,8%)	20 (55,5%)	0,3
Сахарный диабет, n (%)	5 (11,1%)	8 (22,2%)	0,3
Ожирение (I-III степени по ВОЗ), n (%)	15 (33,3%)	18 (50%)	0,2
Постинфарктный кардиосклероз, n (%)	45 (100%)	36 (100%)	0,8
АКШ/ЧКВ в анамнезе, n (%)	35 (77,7%)	21 (58,3%)	0,1
Фракция выброса левого желудочка (%)	37,7±13,0	47,7±14,5	0,002
ААТ (БАБ + амиодарон), n (%)	45 (100%)	36 (100%)	0,9

**Сокращения:** ВСС — внезапная сердечная смерть, АГ — артериальная гипертензия, АКШ/ЧКВ — аортокоронарное шунтирование/чрескожные вмешательства, ААТ — антиаритмическая терапия, БАБ — бета-адреноблокатор.



**Рис. 1.** Результаты перфузионной сцинтиграфии миокарда с  $^{99m}\text{Tc}$ -МИБИ, выполненной в условиях физиологического покоя, пациента Д. 58 лет с показаниями для имплантации ИКД.

**Примечание:** на изображениях имеет место гипо-аперфузия верхушки, апикальных отделов задней и боковой области левого желудочка (ЛЖ) (указана стрелкой), а также гипоперфузия средних и базальных отделов задней и боковой стенки ЛЖ (SRS=38%). Минимальные изменения в области перегородки (SS=2), аперфузия верхушки (SS=8).



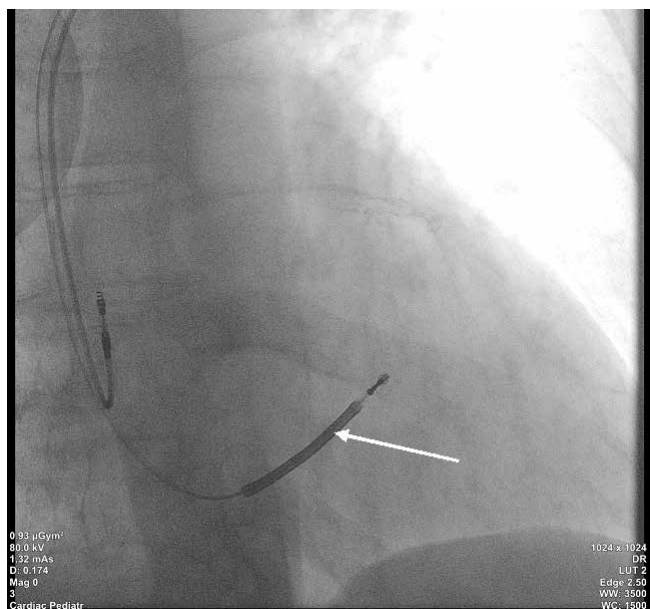
**Рис. 2.** Схематическое изображение имплантации дефибриллирующего электрода в септальную позицию.

**Примечание:** 1 — апикальный сегмент правого желудочка с нарушенной перфузией, 2 — дефибриллирующий электрод имплантирован в септальную позицию.

740 МБк радиофармпрепарата  $^{99m}\text{Tc}$ -метокси-изобутил-изонитрил ( $^{99m}\text{Tc}$ -МИБИ) (“Технетрил”,  $^{99m}\text{Tc}$ , ОАО “Диамед”, Россия). Запись сцинтиграмм проводилась на гамма-камере “Philips-Forte” с высокоразрешающими коллиматорами, в матрицу 64x64 пиксела. Оценку распределения перфузионного радиофармпрепарата в миокарде выполняли с помощью программы QPS (Cedars Sinai Medical Center, США), с построением 17 сегментарной карты полярных координат левого желудочка типа “бычий глаз”. Анализ локальных нарушений перфузии миокарда в каждом сегменте проводили по 5-балльной шкале (от 0 до 4) и определяли общий индекс нарушения перфузии в покое (SRS), рассчитанный как сумма баллов в гипоперфузируемых сегментах, выраженная в процентах от максимально возможной суммы баллов во всех 17 сегментах полярной карты (68 баллов)

миокарда. При обработке сцинтиграмм отдельно оценивали нарушения перфузии миокарда в апикальных и септальных сегментах (по 5-балльной шкале (от 0 до 4)), являющихся общими для левого и правого желудочков, и эти результаты были включены в последующий анализ (рис. 1) [13, 14]. Детальная оценка нарушения перфузии в других областях левого желудочка (ЛЖ) проведена не была. Пациентам из второй группы проводились только стандартные методы диагностики.

Имплантацию ИКД проводили под рентгеноскопическим контролем на ангиографической установке типа “С-дуга” Siemens Arcadis Avantio, Германия. Имплантация ИКД проводилась в режиме пульсирующей рентгенографии 4 кадра в секунду со значением



**Рис. 3.** Рентгенограмма пациента Д. 58 лет.

**Примечание:** на изображении дефибриллирующий электрод (указан стрелкой) имплантирован в область перегородки правого желудочка.

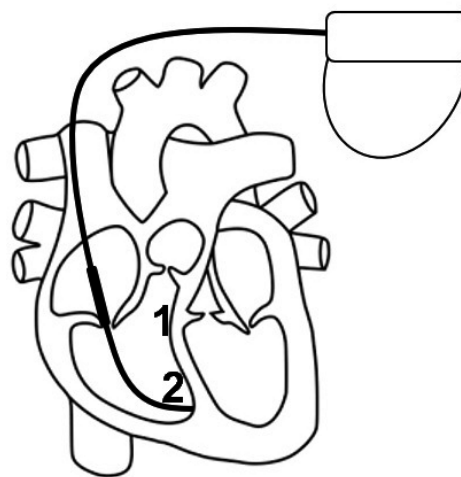
дозы излучения “Low”, исходя из низких требований к качеству визуализации, с автоматическим подбором значений силы тока (mA) и напряжения (kV).

В первой группе имплантация ИКД проводилась с учетом перфузионных нарушений миокарда правого желудочка. Проведение ДЭ с активной фиксацией в полость правого желудочка и его установку производили следующим образом: в септальную позицию — при наличии дефектов перфузии в апикальных сегментах (рис. 2, 3) [13, 14], в апикальную позицию — при нарушении перфузии в септальном сегменте (рис. 4, 5) [13, 14]. В случаях сочетанного ишемического повреждения перегородочной и апикальной областей электрод устанавливали в область наименьшего повреждения, определенную по 5-балльной сцинтиграфической шкале [13, 14]. По общепринятым критериям проводилась оценка ПС в 1,0 В и амплитуды ЖС более 5,0 мВ с помощью анализатора системы стимуляции Medtronic, США [15].

Во второй группе имплантацию ИКД проводили на основании общепринятых критериев [15].

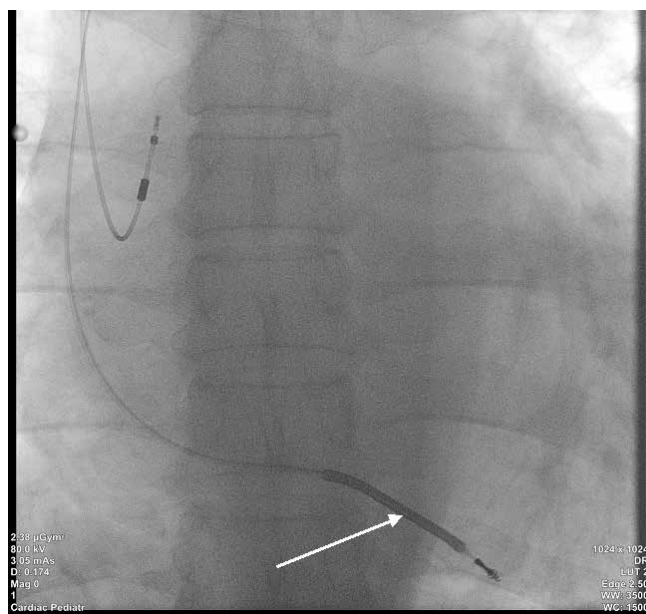
Оценка параметров электрода, а именно ПС, АЖС, импеданс и шоковый импеданс (ШИ) проводилась в 1-й день после операции, 7-й, 30-й и 180-й день после операции. Параметры ДЭ сравнивали между двумя группами.

Статистический анализ результатов проводили с помощью пакета программ Statistica 10.0, StatSoft, USA. Для оценки нормальности распределения признака использовали критерий Колмогорова-Смирнова. Вычисляли среднее арифметическое значение



**Рис. 4.** Схематическое изображение имплантации дефибриллирующего электрода в апикальную позицию.

**Примечание:** 1 — септальный сегмент правого желудочка с нарушенной перфузией, 2 — дефибриллирующий электрод имплантирован в апикальную позицию.



**Рис. 5.** Рентгенограмма пациента Б. 64 лет.

**Примечание:** на изображении дефибриллирующий электрод (указан стрелкой) имплантирован в область верхушки правого желудочка.

(M), стандартное отклонение (SD), медиану (Me) и квартили [Q<sub>1</sub>, Q<sub>3</sub>]. Для оценки достоверности межгрупповых различий использовали критерий Манна-Уитни для независимых выборок.

Исследование было выполнено в соответствии с принципами Хельсинкской Декларации и со стандартами Good Clinical Practice. Протокол исследования был одобрен Этическим комитетом. До включения пациентов в исследование у всех участников было получено информированное письменное согласие.



Таблица 2

Параметры дефибриллирующего электрода  
на 1-й день после операции

Показатель	1-я группа М <sub>е</sub> [Q <sub>1</sub> ; Q <sub>3</sub> ]	2-я группа М <sub>е</sub> [Q <sub>1</sub> ; Q <sub>3</sub> ]	p-value
ПС, В	0,5 [0,4; 0,5]	0,8 [0,7; 1,0]	0,0001
АЖС, мВ	12,00 [10,00; 12,50]	8,00 [7,00; 9,50]	0,0001
Импеданс, Ом	525,0 [470,0; 570,0]	482,5 [445,5; 503,0]	0,003
ШИ, Ом	54,0 [49,0; 62,0]	57,0 [45,0; 68,0]	0,5

**Сокращения:** ААТ — антиаритмическая терапия, АГ — артериальная гипертензия, АКШ/ЧКВ — аортокоронарное шунтирование/чрескожное вмешательство, БАБ — бета-адреноблокаторы, ВСС — внезапная сердечная смерть.

Таблица 3

Параметры дефибриллирующего электрода  
на 7-й день после операции

Показатель	1-я группа М <sub>е</sub> [Q <sub>1</sub> ; Q <sub>3</sub> ]	2-я группа М <sub>е</sub> [Q <sub>1</sub> ; Q <sub>3</sub> ]	p-value
ПС, В	0,7 [0,5; 0,8]	1,2 [0,9; 1,3]	0,0001
АЖС, мВ	11,50 [9,20; 12,50]	6,25 [5,25; 7,00]	0,0001
Импеданс, Ом	545,0 [480,0; 575,0]	532,0 [501,0; 552,0]	0,7
ШИ, Ом	55,0 [49,0; 63,0]	51,0 [48,5; 56,5]	0,06

**Сокращения:** АЖС — амплитуда желудочкового сигнала, ПС — порог стимуляции, ШИ — шоковый импеданс.

Таблица 4

Параметры дефибриллирующего электрода  
на 30-й день после операции

Показатель	1-я группа М <sub>е</sub> [Q <sub>1</sub> ; Q <sub>3</sub> ]	2-я группа М <sub>е</sub> [Q <sub>1</sub> ; Q <sub>3</sub> ]	p-value
ПС, В	0,5 [0,3; 0,6]	1,2 [0,9; 1,3]	0,0001
АЖС, мВ	13,5 [11,00; 14,50]	6,00 [5,00; 7,10]	0,0001
Импеданс, Ом	530,0 [486,0; 562,0]	603,0 [577,0; 638,5]	0,0001
ШИ, Ом	53,0 [49,0; 59,0]	57,5 [52,5; 64,0]	0,06

**Сокращения:** АЖС — амплитуда желудочкового сигнала, ПС — порог стимуляции, ШИ — шоковый импеданс.

Таблица 5

Параметры дефибриллирующего электрода  
на 180-й день после операции

Показатель	1-я группа М <sub>е</sub> [Q <sub>1</sub> ; Q <sub>3</sub> ]	2-я группа М <sub>е</sub> [Q <sub>1</sub> ; Q <sub>3</sub> ]	p-value
ПС, В	0,5 [0,4; 0,6]	1,1 [0,8; 1,1]	0,0001
АЖС, мВ	13,70 [11,90; 15,00]	6,55 [5,85; 9,55]	0,0001
Импеданс, Ом	520,0 [445,0; 546,0]	570,0 [477,5; 624,5]	0,002
ШИ, Ом	55,0 [50,0; 64,0]	57,0 [51,5; 63,5]	0,2

**Сокращения:** АЖС — амплитуда желудочкового сигнала, ПС — порог стимуляции, ШИ — шоковый импеданс.

## Результаты

Первую группу составили 45 (55,5%) пациентов (мужчин — 41, женщин — 4, средний возраст 62,2±8,8 лет. Фракция выброса ЛЖ в этой группе составила — 35,0% [30,0; 45,0]. Вторую группу составили 36 (44,5%) пациентов (мужчин — 31, женщин — 5, средний возраст 66,3±8,2 лет (p=0,03)). Фракция выброса ЛЖ — 43,5% [36,5; 63,5] (p=0,002).

По результатам сцинтиграфического исследования миокарда у всех 45 (100%) больных из первой группы были диагностированы дефекты перфузии, при этом в среднем SRS составил 20,00% [13,00; 32,00]. Сочетанное ишемическое повреждение септальной и апикальной областей ЛЖ было выявлено у 38 больных (84,4%). Среди них преимущественное повреждение верхушки правого желудочка отмечено у 21 (55,3%) пациента: степень повреждения — 4,0 балла [1,0; 7,0]. У 17 (44,7%) отмечено преимущественное повреждение перегородочной области: степень — 2,0 балла [1,0; 3,0].

Двадцати восемью (62,2%) пациентам из этой группы ИКД имплантирован с целью первичной, а 17 (37,8%) — вторичной профилактики ВСС. На основании результатов перфузионной сцинтиграфии миокарда у 28 (62,2%) больных данной группы ДЭ был имплантирован в септальную позицию, а у 17 (37,8%) — в апикальную.

Двадцать одному (58,3%) пациенту из второй группы ИКД имплантирован с целью вторичной, а 15 (41,7%) — первичной профилактики ВСС. На осно-

вании общепринятых критериев у 20 (55,5%) больных данной группы ДЭ был имплантирован в септальную позицию, а у 16 (44,5%) — в апикальную [15].

При сравнении первой и второй групп была выявлена статистическая значимость по показателям: ПС (p=0,0001), АЖС (p=0,0001) и импеданс (p=0,003) на 1-й день (табл. 2), ПС (p=0,0001) и АЖС (p=0,0001) на 7-й день (табл. 3), ПС (p=0,0001), АЖС (p=0,0001) и импеданс (p=0,0001) на 31-й день (табл. 4), ПС (p=0,0001), АЖС (p=0,0001) и импеданс (p=0,002) на 180-й день (табл. 5), соответственно. По остальным показателям статистической значимости не выявлено.

На 180-й день у 15 (33,3%) пациентов из первой группы и у 13 (36,15%) пациентов из второй группы процент желудочковой стимуляции составил более 50%. К данному сроку у 5 (11,1%) пациентов из первой группы документированы срабатывания устройства: 3 (60%) — антитахикардийной стимуляции желудочков и 2 (40%) — шоковой терапии. Во всех случаях терапия, проводимая ИКД, была эффективна. Нарушений детекции и необоснованных срабатываний в первой группе не выявлено.

Во второй группе документированы 4 (11,1%) срабатывания устройства, из них у 2 (50%) пациентов — ЖТА успешно купирована антитахикардийной стимуляцией желудочков и у 2 (50%) пациентов ИКД необоснованно нанес “разряд” по наджелудочковой тахикардии. Стоит отметить, что у 2 пациентов с необоснованными шоками АЖС была менее 5,0 мВ, ещё

у 17 (47,2%) пациентов из этой же группы АЖС составила менее 7,0 мВ. Дислокаций и повреждений электрода в обеих группах выявлено не было.

### Обсуждение

Поскольку ПС имеет тенденцию изменяться в зависимости от физической активности пациента, состояния электролитного баланса, приема некоторых медикаментов, рекомендуется программировать амплитуду стимуляции в 2 раза выше порогового его значения. Амплитуда спонтанного сигнала из желудочка и предсердия также имеет тенденцию меняться в зависимости от степени физической активности пациента, положения тела, состояния электролитного баланса, приема некоторых лекарственных препаратов и т.д. Как показывают некоторые исследования, чувствительность камер сердца должна быть в два раза выше значения, которое соответствует амплитуде желудочкового или предсердного сигнала [16].

Порог стимуляции — величина, зависящая от различных факторов. В первые часы после имплантации электрода ПС небольшой, по некоторым исследованиям составляет от 0,1 В до 1,0 В, и он называется острым. Повышение ПС напрямую зависит от выраженности соединительнотканной инкапсуляции в области контакта верхушки электрода с эндомиокардом, где происходит местный воспалительный процесс, в результате которого формируется более или менее выраженная соединительнотканная капсула. Это явление встречается, когда электрод проходит период “созревания”, после чего ПС увеличивается в течение первых 2 недель вследствие продолжающегося асептического “контактного” воспалительного процесса в эндомиокарде вокруг кончика электрода. Через 2–3 месяца после имплантации ПС остается стабильным (постоянным) и называется хроническим. ПС зависит также от полярности стимуляции (униполярная или биполярная), степени выраженности соединительнотканной капсулы, которая образуется вокруг кончика электрода, и ишемических изменений самого миокарда. По данным Gozubuyuk G, et al., некоторые лекарственные препараты способны повышать ПС [17]. Из всех антиаритмических препаратов, препараты IC класса вызывают наибольшее увеличение ПС [18]. Изучение влияния антиаритмических препаратов II и III классов (бета-адреноблокаторы и амиодарон) на ПС не выявило его изменений, прием соталола также не влиял на хронический ПС [19]. В частности, у пациентов с перенесенным инфарктом миокарда наличие рубца или ишемизированного миокарда в зоне имплантации электрода может в отдаленном периоде отразиться на его параметрах (повышение ПС, снижение АЖС). Такая реакция на ишемию миокарда может возникнуть в результате изменения скорости проведения, изменении направления рас-

пространения возбуждения. В связи с этим, установке электрода в камерах сердца нужно придать весьма серьезное значение, в особенности не использовать зону ишемизированного миокарда как место для имплантации электрода ИКД.

В клинической практике зачастую проводится визуальная оценка размера ишемизированной ткани миокарда по количеству гипо- и акинетичных сегментов при помощи эхокардиографии. Однако данный метод является оператор-зависимым. Визуализация рубцовых изменений миокарда также возможна с использованием магнитно-резонансной томографии [11]. Применение данного метода, несмотря на высокую точность и информативность, ограничено высокой стоимостью и сложностью кардиологических протоколов. Наиболее простым и воспроизводимым методом выявления нарушения кровоснабжения миокарда на сегодняшний день остается перфузионная скintiграфия миокарда [12], позволяющая выполнять количественную оценку нарушения перфузии. По нашим предположениям у пациентов с ИБС основные параметры ДЭ (ПС, АЖС и импеданс) зависят от выраженности ишемического повреждения сердечной мышцы, а результаты радионуклидного исследования сердца могут послужить дополнительным критерием для выбора места имплантации ДЭ.

В исследовании было проведено сравнение основных показателей ДЭ (ПС, АЖС, импеданс электрода и шоковый импеданс) у пациентов, которым имплантация ИКД проводилась с использованием результатов перфузионной скintiграфии миокарда и без их использования.

По литературным данным проводились аналогичные исследования, по результатам которых было продемонстрировано, что имплантация ИКД с учетом количественной радионуклидной оценки выраженности нарушения перфузии миокарда позволяет уменьшить вероятность повышения ПС и снижения АЖС в ранние сроки (до одного месяца) [13, 14].

Результаты проведенного нами анализа подтвердили значительно более высокую эффективность имплантации ИКД у больных, которым выбор места установки ДЭ был оптимизирован в соответствии с данными радионуклидного обследования сердца. Нами были получены статистически достоверные различия между двумя группами по показателям ПС и АЖС в раннем и отдаленном периодах. Стоит отметить, что максимальные значения ПС и минимальные АЖС были зарегистрированы на 7-й день после операции, что соответствует периоду “созревания” электрода. Как было сказано выше, по импедансу также были получены достоверные различия, однако чрезмерно высоких или низких его значений не зарегистрировано, что говорит о отсутствии нарушения целостности электрода или дефекта изоляции. При

изменении импеданса электрода с разницей 200 Ом в ту или другую сторону по сравнению с предыдущим значением, особенно в сочетании с нарушениями ПС и/или АЖС, потребовало бы тщательной оценки, но по результатам нашего исследования таких разбросов в значении импеданса не было.

Стоит отметить, что у более чем 30% пациентов как первой, так и второй группы, процент желудочковой стимуляции составил более 50%, что говорит о дополнительном разряде батареи. В первой группе ПС был минимальный, соответственно, амплитуда стимуляции была меньших значений, расход энергии был существенно ниже, чем во второй. Cronin E. et al. было показано, что увеличение частоты стимуляции правого желудочка повышает количество обоснованных срабатываний ИКД [20].

Также проведенный анализ показал, что у пациентов, которым ИКД имплантирован на основании общепринятых критериев, имеется тенденция к снижению АЖС. Современные данные свидетельствуют о том, что значение данного показателя не должно быть ниже 5,0 мВ, а оптимальным считать не менее 7,0 мВ [4]. В то же время, по нашим данным у 17

(47,2%) пациентов из второй группы АЖС составила менее 7,0 мВ, что повышает риск формирования так называемого “undersensing”, в результате которого повышается риск того, что аппарат не сможет вовремя и корректно распознать жизнеугрожающую желудочковую аритмию и сохранит риск внезапной сердечной смерти, даже при имплантированном ИКД.

### Заключение

Результаты проведенного исследования свидетельствуют о том, что имплантация ИКД с учетом количественной радионуклидной оценки выраженности нарушения перфузии миокарда в апикальной и септальной сегментах позволяет уменьшить риск повышения ПС и снижения АЖС, тем самым увеличить срок службы ИКД и минимизировать нарушения детекции жизнеугрожающих желудочковых тахикардий в раннем и отдаленном периоде у пациентов с ИБС.

**Конфликт интересов:** все авторы заявляют об отсутствии потенциального конфликта интересов, требующего раскрытия в данной статье.

### Литература/References

- Epstein AE, DiMarco JP, Ellenbogen KA, et al. ACC/AHA/HRS, 2008 guidelines for device-based therapy of cardiac rhythm abnormalities: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines. *Journal of the American College of Cardiology*. 2008;51(21):1-62. doi:10.1016/j.jacc.2008.02.032.
- Powell BD, Asirvatham SJ, Perschbacher DL, et al. Noise, artifact and oversensing related inappropriate ICD shock evaluation: ALTITUDE noise study. *Pacing Clin Electrophysiol*. 2012;35(7):863-9. doi:10.1111/j.1540-8159.2012.03407.x.
- Beau S, Greer S, Ellis CR, et al. Performance of an ICD algorithm to detect lead noise and reduce inappropriate shocks. *J Interv Card Electrophysiol*. 2016;45(2):225-32. doi:10.1007/s10840-015-0081-6.
- Swerdlow CD, Russo AM, Degroot PJ. The dilemma of ICD implant testing. *Pacing Clin Electrophysiol*. 2007;30(5):675-700. doi:10.1111/j.1540-8159.2007.00730.x.
- von Gunten S, Schaar BA, Yap SC, et al. Longevity of implantable cardioverter defibrillators: a comparison among manufacturers and over time. *Europace*. 2016;18(5):710-7. doi:10.1093/Europace/euv296.
- Manolis AS, Maounis T, Koulouris S, Vassilikos V. “Real life” longevity of implantable cardioverter-defibrillator devices. *Clinical Cardiology*. 2017;40(9):759-64. doi:10.1002/clc.22729.
- Schaer BA, Koller MT, Sticherling C, et al. Longevity of implantable cardioverter-defibrillators, influencing factors, and comparison to industry-projected longevity. *Heart Rhythm*. 2009;6(12):1737-43. doi:10.1016/j.hrthm.2009.09.013.
- Amit G, Wang J, Connolly SJ, et al. Apical versus non-apical lead: is ICD lead position important for successful defibrillation? *J Cardiovasc Electrophysiol*. 2016;27(5):581-6. doi:10.1111/jce.12952.
- Osorio APS, Warpechowski S Neto, Ley ALG, et al. Analysis of Dyssynchrony and ventricular function in right univentricular stimulation at different positions. *Braz J Cardiovasc Surg*. 2017;32(6):492-7. doi:10.21470/1678-9741-2017-0056.
- Kaye GC, Eng LK, Hunt BJ, et al. A comparison of right ventricular non-apical defibrillator lead position with traditional right ventricular apical position: a single center experience. *Heart, Lung and Circulation*. 2015; 24:179-84. doi:10.1016/j.hlc.2014.08.008.
- Pang BJ, Joshi SB, Lui EH, et al. Validation of conventional fluoroscopic and ECG criteria for right ventricular pacemaker lead position using cardiac computed tomography. *Pacing Clin Electrophysiol*. 2014;37(4):495-504. doi:10.1111/pace.12301.
- Hesse B, Tagil K, Cuocolo A, et al. EANM/ESC procedural guidelines for myocardial perfusion imaging in nuclear cardiology. *Eur J Nucl Med Mol Imaging*. 2005;32(7):855-97. doi:10.1007/s00259-005-1779-y.
- Atabekov TA, Batalov RE, Sazonova SI, et al. Selection of site of the defibrillating electrode implantation guided by myocardial perfusion scintigraphy in patients with coronary heart disease. *Journal of arrhythmology*. 2018;91:5-10. (In Russ.) Атабеков Т.А., Баталов Р.Е., Сазонова С.И. и др. Выбор места имплантации дефибриллирующего электрода по результатам перфузионной скинтиграфии миокарда у пациентов с ишемической болезнью сердца. *Вестник аритмологии*. 2018;91:5-10.
- Atabekov TA, Sazonova SI, Batalov RE, et al. The possibilities of myocardium scintigraphy with 99mTc-MIBI and 123I-MIBG for optimization of the ICD defibrillate lead location in patients with CAD: the comparative study. *REJR*. 2018;8(1):75-84 (In Russ.) Атабеков Т.А., Сазонова С.И., Баталов Р.Е. и др. Сравнительное исследование возможности применения результатов скинтиграфии миокарда с 99mTc-миби и 123I-мибг для оптимизации выбора места имплантации дефибриллирующего электрода кардиовертера-дефибриллятора у больных ИБС. *Российский Электронный Журнал Лучевой Диагностики*. 2018;8(1):75-84. doi:10.21569/2222-7415-2018-8-1-75-84.
- Crossley Gh, Boyce K, Roelke M, et al. A prospective randomized trial of defibrillation thresholds from the right ventricular outflow tract and the right ventricular apex. *Pacing Clin Electrophysiol*. 2009;32(2):166-71. doi:10.1111/j.1540-8159.2008.02198.x.
- Zaman JAB, Chua K, Sovari A, et al. Early diagnosis of defibrillation lead dislodgement. *JACC: Clinical Electrophysiology*. 2018;4(8):1075-88. doi:10.1016/j.jacep.2018.03.015.
- Gozubuyuk G, Koc M, Kaypakli O, Sahin D. Increased hs-CRP and decreased 1,25-dihydroxyvitamin D are associated with increased left ventricle lead threshold. *J Interv Card Electrophysiol*. 2016;47(2):177-83. doi:10.1007/s10840-016-0152-3.
- Stevens SK, Haffajee CI, Naccarelli GV, et al. Effects of oral propafenone on defibrillation and pacing thresholds in patients receiving implantable cardioverter-defibrillators. *Propafenone Defibrillation Threshold Investigators*. *J Am Coll Cardiol*. 1996;28(2):418-22. PMID:8800119.
- Abbond J, Ehrlich J. Antiarrhythmic drug therapy to avoid implantable cardioverter defibrillator shocks. *Arrhythm Electrophysiol Rev*. 2016;5(2):117-21. doi:10.15420/AER.2016.10.2.
- Cronin E, Jones P, Seth M, Varma N. Right ventricular pacing increases risk of appropriate implantable cardioverter-defibrillator shocks asymmetrically. *Circ Arrhythm Electrophysiol*. 2017;10:1-7. doi:10.1161/CIRCEP.116.004711.