

ОРИГИНАЛЬНЫЕ СТАТЬИ

Уменьшение времени рентгеноскопии при имплантации кардиовертера-дефибриллятора, проводимой с учетом данных перфузионной сцинтиграфии миокарда, у пациентов с ишемической болезнью сердцаАтабеков Т. А.¹, Баталов Р. Е.¹, Криволапов С. Н.¹, Хлынин М. С.¹, Сазонова С. И.¹, Шварцман А. Д.¹, Суранова Г. Ж.², Попов С. В.¹

Цель. Оптимизировать технику имплантации кардиовертера-дефибриллятора (ИКД) у пациентов с ишемической болезнью сердца (ИБС) с целью уменьшения времени рентгеноскопии и снижения лучевой нагрузки на медицинский персонал.

Материал и методы. В исследование было включено 58 пациентов (мужчин — 52, средний возраст 64,5±8,5 лет) с ИБС, имевших показания для имплантации ИКД. Пациенты были разделены на 2 сопоставимые по клиническим характеристикам группы. Пациентам из первой группы до операции выполняли перфузионную однофотонную эмиссионную компьютерную томографию миокарда, используя 740 МБк радиофармпрепарата ^{99m}Tc-метокси-изобутил-изонитрила. В данной группе дефибриллирующий электрод (ДЭ) имплантировали в септальную позицию — при наличии дефектов перфузии в апикальном сегменте, в апикальную позицию — при нарушении перфузии в септальном сегменте. Пациентам из второй группы имплантацию ИКД проводили на основании поиска оптимального места имплантации по общепринятым критериям.

Результаты. Первую группу составили 27 (46,5%) больных (мужчин — 24, средний возраст 63,0±9,6 лет). 13 (48,1%) пациентам из этой группы ИКД имплантировали с целью первичной профилактики внезапной сердечной смерти (ВСС), 14 (51,9%) — с целью вторичной профилактики. У 14 (51,9%) больных данной группы ДЭ был имплантирован в апикальную позицию, а у 13 (48,1%) — в септальную. Вторую группу составил 31 (53,5%) пациент (мужчин — 28, средний возраст 65,7±7,4 лет). 13 (41,9%) пациентам из этой группы ИКД имплантировали с целью первичной профилактики ВСС, 18 (58,1%) — с целью вторичной профилактики. У 15 (48,3%) больных данной группы ДЭ был имплантирован в апикальную позицию, а у 16 (51,7%) — в септальную. Были выявлены статистически значимые различия по показателям время рентгеноскопии — 85,5±28,1 и 131,6±53,5 секунд ($p=0,0001$), лучевая нагрузка — 0,14±0,07 и 0,21±0,08 мЗв ($p=0,0004$), соответственно.

Заключение. Имплантация ИКД по результатам перфузионной сцинтиграфии миокарда пациентам с ИБС уменьшает время рентгеноскопии и тем самым уменьшает лучевую нагрузку на медицинский персонал.

Российский кардиологический журнал. 2018;23(11):65–69
<http://dx.doi.org/10.15829/1560-4071-2018-11-65-69>

Ключевые слова: кардиовертер-дефибриллятор, время рентгеноскопии, лучевая нагрузка, ^{99m}Tc-метокси-изобутил-изонитрил, дефибриллирующий электрод.

Конфликт интересов: не заявлен.

¹Научно-исследовательский институт кардиологии, Томский национальный исследовательский медицинский центр Российской академии наук, Томск, Россия; ²Международная высшая школа медицины, Бишкек, Кыргызстан.

Атабеков Т. А.* — аспирант, врач-хирург отделения хирургического лечения сложных нарушений ритма сердца и электрокардиостимуляции НИИ Кардиологии Томского НИМЦ, 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, Хлынин М. С. — к.м.н., н.с. отделения хирургического лечения сложных нарушений ритма сердца и электрокардиостимуляции, ORCID: 0000-0002-9885-5204, Сазонова С. И. — д.м.н., в.н.с. лаборатории радионуклидных методов исследования, ORCID: 0000-0003-2799-3260, Шварцман А. Д. — ординатор лаборатории радионуклидных методов исследования, ORCID: 0000-0003-4313-0975, Суранова Г. Ж. — н.с., ORCID: 0000-0002-9458-4873, Попов С. В. — д.м.н., профессор, академик РАН, директор, руководитель отделения хирургического лечения сложных нарушений ритма сердца и электрокардиостимуляции, зам. директора, ORCID: 0000-0002-9050-4493.

*Автор, ответственный за переписку (Corresponding author):
 kgamma1011@mail.ru

ИКД — кардиовертер-дефибриллятор, ИБС — ишемическая болезнь сердца, ДЭ — дефибриллирующий электрод, ВСС — внезапная сердечная смерть.

Рукопись получена 29.03.2018

Рецензия получена 27.04.2018

Принята к публикации 11.05.2018

Reducing fluoroscopy time during cardioverter-defibrillator implantation, performed with considering of myocardium perfusion scintigraphy results in patients with coronary artery diseaseAtabekov T. A.¹, Batalov R. E.¹, Krivolapov S. N.¹, Khlynin M. S.¹, Sazonova S. I.¹, Shvarzman A. D.¹, Suranova G. Zh.², Popov S. V.¹

Aim. Implantable cardioverter-defibrillator (ICD) implantation technique optimization in patients with coronary artery disease (CAD) in order to reduce fluoroscopy time and total radiation dose to staff.

Material and methods. Patients with CAD and indications for the ICD implantation were examined. Patients were divided into two groups. In first group before ICD implantation, patients underwent cardiac ^{99m}Tc-methoxy-isobutyl-isonitriole 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 second group lead was implanted using conventional approach. Fluoroscopy duration and radiation dose were compared.

Results. There were 58 patients (male-52, female-6, age-64,5±8,5 years) enrolled. The first group consisted of 27 (46,5%) patients. For 13 (48,1%) patient ICD was implanted for primary, and 14 (51,9%) one for secondary sudden

cardiac death (SCD) prevention. In 14 (51,9%) cases in this group defibrillating lead was implanted to the apical and in 13 (48,1%) — to the septal position. The 2-nd group consisted of 31 (53,5%) patients. For 13 (41,9%) patient ICD was implanted for primary, and 18 (58,1%) one for secondary SCD prevention. In 15 (48,3%) cases in this group defibrillating lead was implanted to the apical and in 16 (51,7%) — to the septal position. There were significant differences between groups in terms of fluoroscopy duration — 85,5±28,1 and 131,6±53,5 sec ($p=0,0001$) and radiation dose — 0,14±0,07 and 0,21±0,08 ($p=0,0004$) mSv, respectively.

Conclusion. Assessment of right ventricular perfusion before ICD implantation reduce fluoroscopy time and total radiation exposure to staff.

Russian Journal of Cardiology. 2018;23(11):65–69
<http://dx.doi.org/10.15829/1560-4071-2018-11-65-69>

Key words: cardioverter-defibrillator, fluoroscopy time, radiation exposure to staff, ^{99m}Tc-methoxy-isobutyl-isonitrile, defibrillating lead.

Conflicts of interest: nothing to declare.

¹Tomsk National Research Medical Center RAS, Tomsk, Russia; ²Pathological Physiology Department, International School of Medicine, Bishkek, Kyrgyzstan.

Atabekov T.A. ORCID: 0000-0003-2645-4142, Batalov R.E. ORCID: 0000-0003-1415-3932, Krivolapov S.N. ORCID: 0000-0001-8121-8287, Khlynin M.S. ORCID: 0000-0002-9885-5204, Sazonova S.I. ORCID: 0000-0003-2799-3260, Shvarzman A.D. ORCID: 0000-0003-4313-0975, Suranova G.Zh. ORCID: 0000-0002-9458-4873, Popov S.V. ORCID: 0000-0002-9050-4493.

Received: 29.03.2018 **Revision Received:** 27.04.2018 **Accepted:** 11.05.2018

На сегодняшний день, имплантация кардиовертера-дефибриллятора (ИКД) является основным методом профилактики внезапной сердечной смерти (ВСС). При этом, крайне важным является выбор места имплантации дефибриллирующего электрода (ДЭ). Наиболее распространенными позициями для имплантации ДЭ являются апикальная и септальная позиции [1]. Выбор места имплантации ДЭ проводится на основании стандартных критериев (определение порога стимуляции (ПС) и дефибрилляции, амплитуды желудочкового сигнала (ЖС) и импеданса электрода) [2]. Зачастую поиск оптимальной зоны для имплантации электрода с использованием вышеперечисленных методов увеличивает время рентгеноскопии, что может пагубно отразиться на здоровье оператора. В настоящее время имплантацию ИКД невозможно представить без использования рентгеновской визуализации. Однако при проведении операции хирург подвержен лучевой нагрузке. Наибольшее рентгеновское излучение получают незащищенные части тела, в частности, руки (прямое воздействие) и голова (рассеянное). В конечном итоге это может нанести ущерб здоровью оператора вследствие повышения радиационного риска, начиная от катаракты и заканчивая злокачественными новообразованиями [3, 4]. Так, предполагаемый риск развития рака, связанный с радиационным воздействием, при одном рентгеноэндоваскулярном вмешательстве колеблется от 1:1000 до 1:2000 [5]. В связи с этим, предпринимаются различные меры для снижения радиационного облучения для всех типов интервенционных процедур на сердце. Но даже несмотря на новые разработки, позволяющие проводить операцию без использования рентгеноскопии, она по-прежнему является наиболее часто используемой техникой [6]. Были предложены протоколы снижения дозы облучения, суть которых заключается в изменениях настройки рентгеновской системы (подбор более низкой частоты кадров, дозы на кадр и т.д.) [7].

На сегодняшний день предложена новая техника имплантации электрода [8, 9]. Данная технология позволяет имплантировать ДЭ в зону наименьшего ишемического повреждения, оцененного перфузионной сцинтиграфией миокарда [8, 9]. Это в конечном итоге позволило уменьшить вероятность повышения ПС, снижения амплитуды ЖС, тем самым минимизировать нарушение детекции и количество немотивированных срабатываний ИКД [8, 9].

Мы предположили, что оценка дефекта перфузии миокарда в септальном и апикальном сегментах правого желудочка до операции позволит сократить время рентгеноскопии, зависящую от массо-ростовых характеристик пациента, и тем самым уменьшить лучевую нагрузку на медицинский персонал во время имплантации ИКД.

Цель работы: оптимизировать технику имплантации ДЭ для уменьшения времени рентгеноскопии и снижения лучевой нагрузки на медицинский персонал.

Материал и методы

В исследование были включены пациенты с ИБС, постинфарктным кардиосклерозом, функциональным классом стенокардии напряжения от I до III, сердечной недостаточностью от I до III по классификации New-York Heart Association, имевшие показания для имплантации ИКД. Клиническая характеристика больных представлена в таблице 1. Всем больным до имплантации устройства были проведены стандартные методы диагностики, далее пациенты были разделены на 2 сопоставимые по клиническим характеристикам группы.

Больным из первой группы дополнительно выполняли перфузионную однофотонную эмиссионную компьютерную томографию миокарда в условиях физиологического покоя в соответствии с действующими рекомендациями Европейского общества ядерной медицины [10], используя 740 МБк радиофармпрепарата ^{99m}Tc-метокси-изобутил-изонитрил (^{99m}Tc-МИБИ) ("Технетрил", ^{99m}Tc", ОАО "Диамед", Россия). Запись сцинтиграмм осуществляли на двудетекторной гамма-камере "Philips-Forte", оснащенной 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

Таблица 1

Клиническая характеристика пациентов

Показатель	Значение
Количество пациентов, n	58
Гендерная структура, м/ж	52/6
Возраст, лет	64,5±8,5
Первичная профилактика ВСС, n (%)	31 (53,4%)
Вторичная профилактика ВСС, n (%)	27 (46,6%)
Артериальная гипертензия, n (%)	39 (67,2%)
Сахарный диабет, n (%)	11 (18,9%)
Ожирение (I-III ст. по ВОЗ), n (%)	26 (44,8%)
Постинфарктный кардиосклероз, n (%)	58 (100%)
АКШ/ЧКВ в анамнезе, n (%)	42 (72,4%)
Фракция выброса левого желудочка (%)	43,8±13,6
ААТ (БАБ+амиодарон), n (%)	58 (100%)

Сокращения: ВСС — внезапная сердечная смерть, АКШ — аортокоронарное шунтирование, ЧКВ — чрескожные коронарные вмешательства, ААТ — антиаритмическая терапия, БАБ — бета-адреноблокаторы.

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). Детальная оценка нарушения перфузии в других областях левого желудочка проведена не была.

Имплантацию ИКД проводили под рентгеноскопическим контролем на ангиографической установке типа “С-дуги” Siemens Arcadis Avantic, Германия. Имплантация ИКД проводилась в режиме пульсирующей рентгеноскопии 4 кадра в секунду со значением дозы излучения “Low”, исходя из низких требований к качеству визуализации, с автоматическим подбором значений силы тока (mA) и напряжения (kV). ДЭ с активной фиксацией проводили в полость правого желудочка и устанавливали следующим

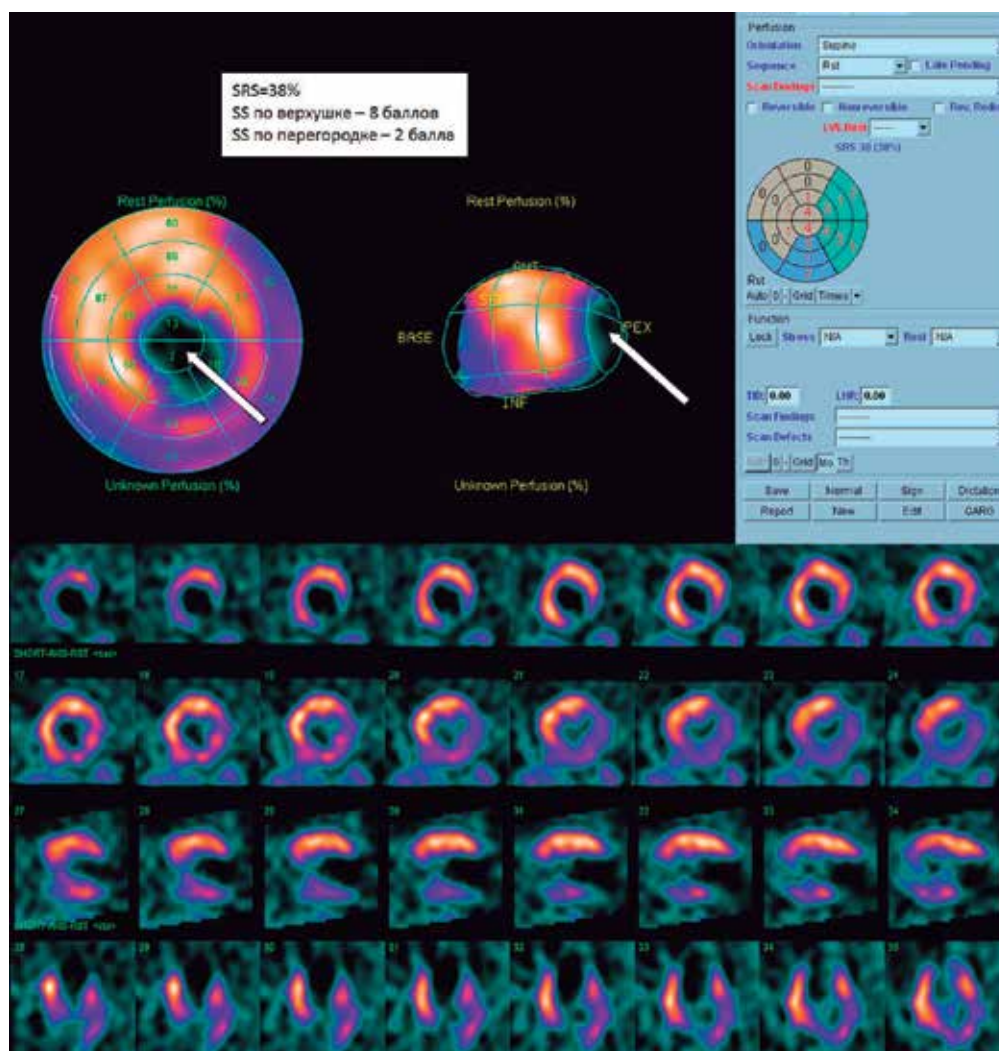


Рис. 1. Результаты перфузионной сцинтиграфии миокарда с ^{99m}Tc -МИБИ, выполненной в условиях физиологического покоя, пациента Д. 58 лет, имеющего показания для имплантации кардиовертера-дефибриллятора.

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).

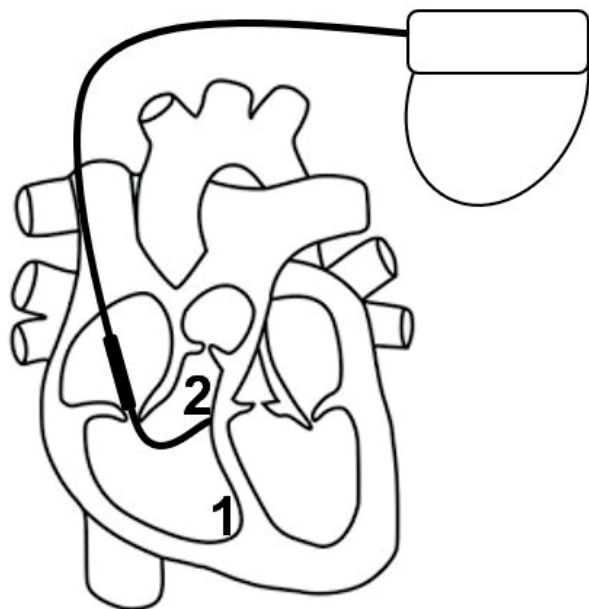


Рис. 2. Имплантация дефибрилирующего электрода в септальную позицию.
Примечание: 1 — апикальный сегмент правого желудочка с нарушенной перфузией, 2 — дефибрилирующий электрод имплантирован в септальную позицию.

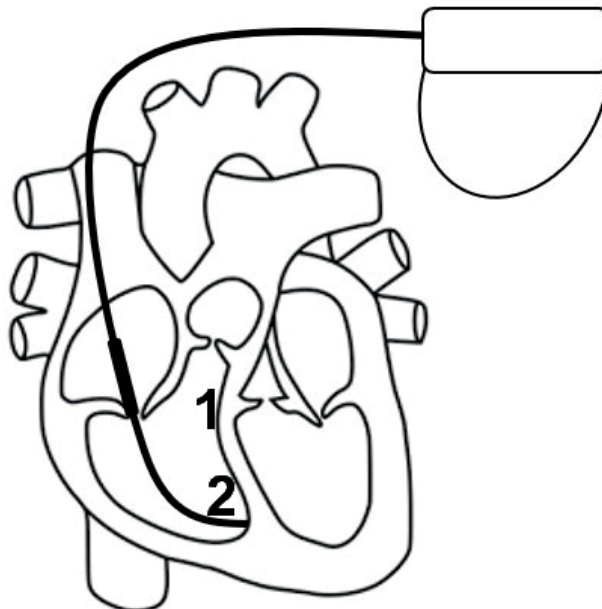


Рис. 3. Имплантация дефибрилирующего электрода в апикальную позицию.
Примечание: 1 — септальный сегмент правого желудочка с нарушенной перфузией, 2 — дефибрилирующий электрод имплантирован в апикальную позицию.

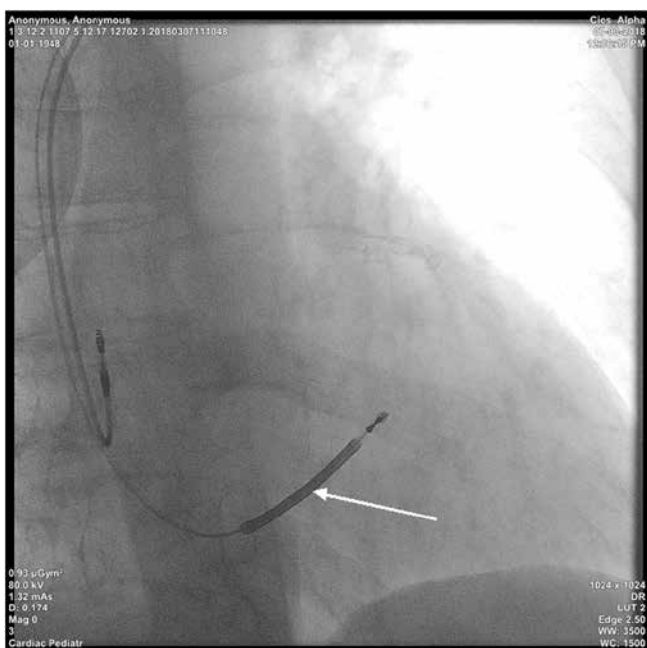


Рис. 4. Рентгенограмма пациента Д. 58 лет.
Примечание: на изображении дефибрилирующий электрод (указан стрелкой) имплантирован в область перегородки правого желудочка.

образом: в септальную позицию — при наличии дефектов перфузии в апикальных сегментах (рис. 2), в апикальную позицию — при нарушении перфузии в септальном сегменте (рис. 3). В случаях сочетанного ишемического повреждения перегородочной и апикальной областей, электрод устанавливали в область наименьшего повреждения, определенную по 5-балль-

ной скинтиграфической шкале (рис. 4). По общепринятым критериям проводилась оценка ПС в 1,0 В и амплитуды ЖС более 5,0 мВ с помощью анализатора системы стимуляции Medtronic, США [2]. Оценивали время рентгеноскопии и лучевую нагрузку во время имплантации ДЭ.

Пациентам из второй группы имплантацию ИКД проводили на основании поиска оптимального места имплантации по общепринятым критериям [2].

Статистический анализ результатов проводили с помощью пакета программ Statistica 10.0. Для оценки нормальности распределения признака использовали критерий Колмогорова-Смирнова. Вычисляли среднее арифметическое значение (M), стандартное отклонение (SD). Для оценки достоверности межгрупповых различий использовали критерий Манна-Уитни для независимых выборок.

Результаты

В исследование включено 58 пациентов (мужчин — 52, женщин — 6, средний возраст $64,5 \pm 8,5$ лет). Первую группу составили 27 (46,5%) больных (мужчин — 24, женщин — 3, средний возраст $63,0 \pm 9,6$ лет). Средняя масса составила $83,3 \pm 9,6$ кг, рост — $170,6 \pm 8,9$ см. Вторую группу составил 31 (53,5%) пациент (мужчин — 28, женщин — 3, средний возраст $65,7 \pm 7,4$ лет) со средней массой $80,9 \pm 16,4$ кг, ростом — $170,9 \pm 8,4$ см. Достоверных различий по массо-ростовым показателям не было.

По результатам скинтиграфического исследования миокарда у всех 27 (100%) больных из первой группы были диагностированы дефекты перфузии,

при этом в среднем SRS составил $22,48 \pm 14,06\%$. Сочетанное ишемическое повреждение септальной и апикальной областей ЛЖ было выявлено у 23 больных (85,1%). Среди них у 12 (52,1%) отмечено преимущественное повреждение перегородочной области: количество пораженных сегментов составило $2,67 \pm 1,75$ (min 2, max 6), степень повреждения — $4,0 \pm 3,18$ баллов (min 2, max 17), а преимущественное повреждение верхушки — у 11 (47,9%) обследованных лиц: количество пораженных сегментов $2,0 \pm 0$ (min 2, max 2), степень повреждения — $3,8 \pm 3,2$ баллов (min 2, max 8). 13 (48,1%) пациентам из этой группы ИКД имплантирован с целью первичной, а 14 (51,9%) — с целью вторичной профилактики ВСС. У 14 (51,9%) больных данной группы ДЭ был имплантирован в апикальную позицию, а у 13 (48,1%) — в септальную. 13 (41,9%) пациентам из второй группы ИКД имплантирован с целью первичной, а 18 (58,1%) — с целью вторичной профилактики ВСС. На основании общепринятых критериев у 15 (48,3%) больных данной группы ДЭ был имплантирован в апикальную позицию, а у 16 (51,7%) — в септальную [2].

Среднее значение времени рентгеноскопии в первой группе составило $85,5 \pm 28,1$ с., лучевая нагрузка — $0,14 \pm 0,07$ мЗв, во второй — $131,6 \pm 53,5$ с. ($p=0,0001$) и $0,21 \pm 0,08$ мЗв ($p=0,0004$), соответственно.

Обсуждение

Рентгеноскопия по-прежнему является важным средством визуализации во время имплантации устройств. Чтобы избежать пагубного влияния, вызванного излучением, лучевая нагрузка медицинского персонала должна быть как можно меньше. Поскольку трудно достичь полного экранирования во время этих процедур, уменьшение времени рентгеноскопии и как следствие, лучевой нагрузки, является самым эффективным способом снижения прямого и рассеянного воздействия излучения на оператора.

Литература/References

- 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.
- Grossley 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.
- Heidbuchel H, Wittkamp FH, Vano E, et al. Practical ways to reduce radiation dose for patients and staff during device implantations and electrophysiological procedures. *Europace.* 2014;16(7):946-64.
- Roguin A, Goldstein J, Bar O, et al. Brain and neck tumors among physicians performing interventional procedures. *Am J Cardiol.* 2013;111(9):1368-72.
- Picano E. Informed consent and communication of risk from radiological and nuclear medicine examinations: how to escape from a communication inferno. *BMJ.* 2004;329:849-51.
- Sommer P, Bertagnoli L, Kircher S, et al. Safety profile of near-zero fluoroscopy atrial fibrillation ablation with non-fluoroscopic catheter visualization: experience from 1000 consecutive procedures. *Europace.* 2018. doi:10.1093/europace/eux378.
- Attanasio P, Mirdamadi M, Wielandts JY, et al. Safety and efficacy of applying a low-dose radiation fluoroscopy protocol in device implantations. *Europace.* 2017;19(8):1364-8.
- 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;9(1):5-10. (In Russ.) Атабеков Т.А., Баталов Р.Е., Сазонова С.И. и др. Выбор места имплантации дефибриллирующего электрода по результатам перфузионной сцинтиграфии миокарда у пациентов с ишемической болезнью сердца. *Вестник аритмологии.* 2018;9(1):5-10.
- Atabekov TA, Sazonova SI, Batalov RE, et al. The possibilities of myocardium scintigraphy with ^{99m}Tc -MIBI and ^{123}I -MIBG for the ICD defibrillate electrode location in patients with CAD: the comparative study. *Russian Electronic Journal of Radiology.* 2018;8(1):75-84. (In Russ.) Атабеков Т.А., Сазонова С.И., Баталов Р.Е. и др. Сравнительное исследование возможности применения результатов сцинтиграфии миокарда с ^{99m}Tc -МИБИ и ^{123}I -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.
- Hesse B, Tagil K, Cuocolo A, et al. EANM/ESC procedural guidelines for myocardial perfusion imaging in nuclear cardiology. *European Journal of Nuclear Medicine and Molecular Imaging.* 2005;32(7):855-97.
- Ector J, Dragusin O, Adriaenssens B, et al. Obesity is a major determinant of radiation dose in patients undergoing pulmonary vein isolation for atrial fibrillation. *J Am Coll Cardiol.* 2007;50(3):234-42.
- De Ponti R. Reduction of radiation exposure in catheter of atrial fibrillation: lesson learned. *World J Cardiol.* 2015;7:442-50.

Основные факторы, влияющие на лучевую нагрузку: параметры трубки рентгеновского оборудования, масса пациента [11] и время рентгеноскопии [12]. Из вышеперечисленных факторов наиболее изменяемыми являются параметры оборудования и время рентгеноскопии. На сегодняшний день, предложена оптимизация параметров рентгеновской визуализации, которая представляет собой изменение настроек рентген-аппарата [8].

По нашим данным, у пациентов из первой группы имплантация ДЭ в зону наименьшего ишемического повреждения, оцененного на перфузионной сцинтиграфии миокарда до операции, без интраоперационного поиска оптимальной зоны позволила уменьшить время рентгеноскопии ($p=0,0001$) и тем самым уменьшить лучевую нагрузку ($p=0,0004$) на оператора. В то же время, во второй группе имплантация электрода по стандартным критериям (порог стимуляции менее 1,0 В и чувствительность более 5,0 мВ), требует значительного времени, что связано с поиском оптимальной зоны.

Аналогичных исследований, опубликованных в доступной литературе, нами найдено не было. На наш взгляд, наиболее близкой по сути является научная работа, предлагающая протокол снижения дозы облучения, суть которого в изменениях настройки рентгеновской системы с подбором более низкой частоты кадров и дозы на кадр [7].

Заключение

Оценка дефектов перфузии до операции позволяет уменьшить время рентгеноскопии и тем самым уменьшить лучевую нагрузку на медицинский персонал во время имплантации ИКД у пациентов с ишемической болезнью сердца.

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