

ОБЗОРЫ ЛИТЕРАТУРЫ

Возможности и безопасность применения физиотерапии у пациентов с имплантированными антиаритмическими устройствами

© *Б.Г. Искендеров, Т.В. Лохина, М.Г. Иванчукова*

Пензенский институт усовершенствования врачей — филиал ФГБОУ ДПО Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования Минздрава России, г. Пенза, Российская Федерация

Широкое применение имплантируемых антиаритмических устройств — электрокардиостимуляторов, кардиовертеров-дефибрилляторов и кардиоресинхронизирующей терапии, способствовало увеличению выживаемости пациентов, и тем самым неуклонному росту этой популяции. С учетом преобладания коморбидных состояний, особенно в пожилом возрасте, у пациентов с имплантируемыми антиаритмическими устройствами возникает потребность в использовании физиотерапевтических методов, что свидетельствует об актуальности данной проблемы. В обзорной статье обсуждаются возможности и безопасность применения различных методов физиотерапии, создающих электромагнитные поля, потенциально способные вызвать электромагнитную интерференцию у пациентов с имплантируемыми антиаритмическими устройствами. Следствием электромагнитной интерференции может стать внезапное прекращение электростимуляции или немотивированный запуск электрошоковой терапии, которое чревато возникновением нарушений сердечного ритма вплоть до внезапной остановки сердца. Особое внимание уделено описанию технических характеристик имплантируемых антиаритмических устройств и методов физиотерапии, представляющих повышенный риск возникновения электромагнитной интерференции, а также анализу причин и последствий электромагнитной интерференции и мер безопасности.

Ключевые слова: имплантируемые антиаритмические устройства, обзор, электрокардиостимулятор, электромагнитная интерференция, физиотерапия.

Для цитирования: Искендеров Б.Г., Лохина Т.В., Иванчукова М.Г. Возможности и безопасность применения физиотерапии у пациентов с имплантированными антиаритмическими устройствами. *Физиотерапия, бальнеология и реабилитация*. 2019;18(3):183–190.
doi: <https://doi.org/10.17816/1681-3456-2019-18-3-183-190>

Для корреспонденции: Лохина Т.В.; E-mail: ltv-13@mail.ru

Источник финансирования. Авторы заявляют об отсутствии финансирования при проведении исследования.

Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Участие авторов. Все авторы внесли существенный вклад в проведение поисково-аналитической работы и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию до публикации.

Поступила 15.02.2019

Принята в печать 17.05.2019

POSSIBILITIES AND SAFETY OF PHYSIOTHERAPY IN PATIENTS WITH IMPLANTED CARDIAC DEVICES

© *B.G. Iskenderov, T.V. Lokhina, M.G. Ivanchukova*

Penza Institute for Advanced Medical Education — affiliate of Russian Medical Academy of Continuing Professional Education of the Ministry of Health of the Russian Federation; 440060, Penza, Russian Federation

Widespread implantation of cardiac devices, i.e. cardiac pacemakers, cardioverter-defibrillators and cardiac resynchronisation devices improved patients' survival. It has resulted in increase in number of ageing patients with cardiac devices who need physiotherapeutic treatment due to accompanied comorbidities. Hence the study of the interaction between functions of cardiac devices and physiotherapeutic treatment techniques is particularly relevant. The use and safety of physiotherapeutic treatment techniques producing electromagnetic field which in turn eventually cause harm of the cardiac devices are being discussed in present review article. The possible adverse effects of such interaction are abrupt failure to stimulate or triggering of shock therapy with consequent arrhythmic events including cardiac arrest. The technical characteristics particularly associated with electromagnetic interference are discussed here in detail. The attention is also paid to analysis of possible causes and effects of electromagnetic interference and safety measures as well.

Key words: implantable cardiac devices, abstract, pacemaker, electromagnetic interference, physiotherapy.

For citation: Iskenderov BG, Lokhina TV, Ivanchukova MG. Possibilities and safety of physiotherapy in patients with implanted cardiac devices. *Russian Journal of the Physical Therapy, Balneotherapy and Rehabilitation*. 2019;18(3): 183–190. (in Russ.) DOI: <https://doi.org/10.17816/1681-3456-2019-18-3-183-190>

For correspondence: Tatiana V. Lokhina; E-mail: ltv-13@mail.ru

Acknowledgments. The study had no sponsorship.

Conflict of interest. The authors declare no apparent or potential conflicts of interest related to the publication of this article.

Received 15.02.2019

Accepted 17.05.2019

Численность пациентов с имплантированными антиаритмическими устройствами (ИАУ) во всем мире постоянно растет благодаря широкому применению электрокардиостимуляторов (ЭКС), имплантируемых кардиовертеров-дефибрилляторов (ИКД) и кардиоресинхронизирующей терапии (КРТ), а также за счет увеличения продолжительности жизни населения планеты [1–3]. Ежегодно в странах Европы имплантируется в среднем около 800 ЭКС на 1 млн взрослого населения, а во всем мире — суммарно около 700 тыс. ЭКС [4]. В России проводится около 40 тыс. имплантаций ЭКС, более 2 тыс. имплантаций ИКД и около 1 тыс. КРТ в год [5].

У пациентов с ИАУ одним из важных аспектов реабилитации является определение показаний к физиотерапевтическому лечению, т. е. выбор безопасного метода физиотерапии и контроль работы ИАУ во время процедуры и после нее [6–8]. Актуальность данного вопроса связана с необходимостью использования различных методов физиотерапии у пациентов с ИАУ из-за частого выявления коморбидных заболеваний, особенно в пожилом возрасте [9]. О влиянии физиотерапевтических процедур с использованием источников электромагнитных полей для ИАУ сообщалось на протяжении десятилетий [10–14]. Однако степень безопасности физиотерапии у пациентов с ИАУ до сих пор неясна. При нехватке убедительных данных о безопасности физиотерапевты склонны придерживаться консервативного подхода и отказываться от применения этого метода в лечении пациентов [10–12]. Однако, как показано, использование ИАУ, продлевая жизнь большинства пациентов, способствует увеличению популяции этой категории населения во всем мире, и это предполагает, что все большее число пациентов с ИАУ будет нуждаться в различных методах физиотерапии [2, 11, 15, 16].

Несмотря на это, среди специалистов преобладает мнение о нецелесообразности применения физиотерапии у пациентов с ИАУ из-за потенциального риска нарушения эффективности этих устройств и непредсказуемой реакции пациента [10, 17–19]. Поэтому пациенты с ИАУ нередко и необоснованно лишаются возможности получить определенную пользу от применения физиотерапии. Современные положения о показаниях и противопоказаниях к отдельным методам физиотерапии у пациентов с ИАУ в основном базируются на клинических рекоменда-

циях международных медицинских сообществ и фирм-производителей этих устройств [4, 7, 12, 17].

Необходимо отметить, что практически все современные модели имплантируемых ЭКС — биоуправляемые, т. е. воспринимают внутри- и внесердечные электрические потенциалы и обеспечивают работу ЭКС в режимах ингибируемой и/или синхронизирующей электростимуляции (ЭС) камер сердца [2, 3, 5, 20]. Кроме того, используемые в настоящее время ИАУ представляют собой сложные программируемые устройства, обладающие большим количеством терапевтических и диагностических функций, и поэтому нуждаются в профилактическом техническом контроле, а при необходимости в программировании различных параметров их работы, как с целью оптимизации терапевтической эффективности, так и для устранения некоторых осложнений [4, 21, 22].

Как известно, удельный вес физиологических режимов ЭС с применением мультифокальных и частотно-адаптивных ЭКС в ведущих странах мира составляет более 50%, которые существенно увеличивают толерантность пациентов к физической нагрузке и их выживаемость по сравнению с фиксированной и однокамерной желудочковой ЭС [1, 2, 20]. Разработка мультисенсорных систем обеспечивает надежную частотную адаптацию современных ЭКС и, тем самым, расширяет их терапевтические возможности в поддержании высокой физической активности пациентов [4, 21, 23, 24]. В Российской Федерации доля двухкамерных частотно-адаптивных ЭКС составляет 33,7% [5]. Еще одним достижением последних лет в совершенствовании ИАУ является создание имплантируемых «безэлектродных» ЭКС, которые из-за отсутствия электродов, минимальных размеров и внутрисердечного расположения самого аппарата, делают эти системы менее уязвимыми к внешним электромагнитным воздействиям [25].

Также следует отметить, что большинство имплантируемых ЭКС имеют базовую функцию монополярной ЭС, которая уязвима для ЭМИ [26, 27]. С целью устранения ЭМИ и гиперсенсинга были разработаны флотирующие предсердные электроды биполярной конфигурации для режимов VAT и VDD [2, 4, 5]. При использовании этих электродов импеданс сенсинга составляет наименьший для детекции предсердных сигналов. Это, в свою очередь, позволяет использовать наименьшую чувствительность ЭКС, что делает его менее восприимчивым для

внешних электромагнитных сигналов. Кроме того, при применении биполярного электрода, регистрируемый уровень девиации сегмента *ST* и амплитуда зубца *T* на 40% ниже, чем при монополярной ЭС, что снижает риск возникновения ЭМИ и ингибиции (подавления) ЭКС [7, 16, 28]. Также необходим регулярный контроль ИКД, поскольку применяемые лечебно-диагностические методы, способные потенциально индуцировать ЭМИ, могут спровоцировать электрошоковую терапию за счет восприятия частых низковольтных импульсов [29–31].

При анализе причин ЭМИ выделяют пациент-связанные факторы, характеристики физиотерапевтического метода и факторы, связанные с техническими свойствами ИАУ. Так, при определении риска ЭМИ и ее последствий для пациентов, нуждающихся в физиотерапии, необходимо оценить ЭКС-зависимость пациента с помощью теста ингибиции ЭС [10, 12, 15, 26]. Пациенты, оперированные по поводу симптоматической брадикардии и имевшие синкопальные приступы, обычно оказываются ЭКС-зависимыми. Как известно, около 20% от общего числа пациентов с ЭКС является ЭКС-зависимыми [3, 6, 9, 23]. Необходимо отметить, что ЭМИ представляет угрозу для жизни не только самого пациента, но и для окружающих его людей, особенно в условиях непрерывного производственного процесса [10, 11, 29, 35].

Среди потенциальных причин возникновения ЭМИ необходимо отметить электрические характеристики ИАУ [32–35]. В настоящее время используемые модели ЭКС имеют напряжение стимулирующего импульса от 2,0 до 5,0 вольт и амплитуду детектирующих кардиальных или некардиальных (внешних) сигналов для восприятия и управления искусственным ритмом сердца от 1,5 до 3,5 вольт [2, 3, 20, 22]. Это может вызвать ингибицию ЭКС или запуск немотивированной электрошоковой терапии ИКД во время физиотерапевтической процедуры. Кроме того, известно, что биоуправляемые ЭКС по сравнению с асинхронными режимами более уязвимы к электромагнитным помехам [13, 16, 26]. У пациентов с частотно-адаптивными (сенсорными) ЭКС восприятие внешних электрических сигналов, подаваемых оборудованием для электротерапии, способно провоцировать пейсмекерную тахикардию [24, 34, 36]. Также показано, что монополярные системы ЭКС и ИКД чаще, чем биполярные системы подвергаются неблагоприятным влияниям ЭМИ, индуцируемой физиотерапевтическим оборудованием [12, 19, 28]. При изолированной предсердной и двухкамерной предсердно-желудочковой ЭС нередко возникает нарушение чувствительности и/или захвата импульса предсердного канала ЭС из-за его низких электрических параметров [3, 8, 22].

Ограничения функциональных возможностей пациентов с ЭКС и сужение сферы их жизнедеятель-

ности также связаны с невозможностью выполнения некоторых видов физиотерапии [9, 23, 26]. Следует отметить, что показания и противопоказания к проведению физиотерапевтического лечения у пациентов с ИАУ в большей степени зависят от характеристик конкретного метода физиотерапии [17, 36]. Использование методов физиотерапии, основанной на биологических и терапевтических эффектах, которые создаются постоянным и импульсным электрическим током, магнитным полем и электромагнитными полями высокой частоты, представляют высокий риск для работы ИАУ [18, 37, 38]. Клиническими последствиями ЭМИ со стороны имплантированных ЭКС могут быть сердцебиение и/или конкуренция собственного и искусственного ритмов, головокружение, синкопе и даже внезапная смерть, возникающие во время физиотерапевтической процедуры [10, 14, 39, 40].

По данным разработчиков ИАУ и медицинских ассоциаций, к физиотерапевтическим методам, вызывающим минимальный риск возникновения ЭМИ, относятся [17]: мануальная терапия/растяжение, акупунктура (за исключением электроакупунктуры), магнитотерапия, пульсовая радиотерапия (если не выполняется через ложе ЭКС), лазеротерапия, ультразвуковая терапия, гипербарическая кислородная терапия, фототерапия. Наоборот, не рекомендуется использовать такие методы физиотерапии, как интерференционная электротерапия, микротоковая электротерапия, чрескожная электронейростимуляция, короткоимпульсная электроаналгезия и диатермия.

Физиотерапевтические устройства, создающие электромагнитные поля, могут вызвать следующие нарушения системы ЭС: ингибиция (подавление) ЭКС; снижение или повышение чувствительности ЭКС (гипо- и гиперсенсинг); автоматическое переключение ЭКС в асинхронный режим ЭС; учащение частоты импульсов (эффект наружного магнита); снижение амплитуды импульса и т. д. [16, 19, 30, 34]. Влияние ЭМИ иногда проявляется возвратом в резервный режим ЭС, преходящим повышением порога ЭС или потерей захвата импульса, а также повреждением генератора и электронной схемы, требующие замены (реимплантации) ЭКС [18, 41].

Однако эти индуцированные изменения зависят от: применяемой мощности электрического тока; расстояния между ЭКС и участком тела, подвергающимся различным видам физиотерапевтического воздействия; расположения ЭКС и стимулирующих электродов относительно электромагнитного поля; функциональных параметров ЭКС [11, 13, 25, 36]. Поэтому нередко возникает необходимость устранения индуцированных нарушений ЭС путем перепрограммирования параметров ЭКС [28, 40, 42].

Необходимо отметить, что крупных рандомизированных сравнительных клинических исследований

по изучению риска возникновения ЭМИ у пациентов с ИАУ при использовании различных методов физиотерапии не проводилось. Рекомендации о возможности и безопасности применения того или другого метода физиотерапии у данной категории пациентов основываются на отдельных клинических наблюдениях или исследованиях с малой выборкой. Тем не менее большинство фирм-производителей ИАУ такие методы физиотерапии, как диатермия, чрескожная электронейростимуляция и интерференционная электротерапия, рассматривают противопоказанными для пациентов с ИАУ [19, 27, 40].

При коротковолновой диатермии применяется радиочастотное электромагнитное излучение, создаваемое постоянным или импульсным током. По этой причине данное лечение потенциально опасно использовать у пациентов с ИАУ [7, 8, 27, 43]. Однако результаты исследований по использованию различных видов диатермии у пациентов с ИАУ противоречивы и противопоказания основаны на консенсусе, а не на доказательствах [13, 17, 44]. Возможными последствиями ЭМИ при использовании диатермии являются: снижение амплитуды и отсутствие захвата импульса, учащение частоты импульсов ЭКС, ингибция ЭКС или переход в асинхронный режим ЭС, риск немотивированной ИКД-терапии, повреждение электронной схемы ЭКС из-за эффекта нагрева [12]. Эти индуцированные изменения ЭКС после прекращения процедуры нередко возвращаются к исходным параметрам [10, 16, 30]. Тем не менее Американское управление по контролю качества пищевых продуктов и лекарственных препаратов (The US Food and Drug Administration) распространила предупреждение против использования диатермии у пациентов с ЭКС и ИКД после двух смертельных исходов, возникших во время диатермии [33].

Клинические случаи, конкретно относящиеся к применению интерференционной электротерапии у пациентов с ИАУ, единичны [45]. В одном клиническом наблюдении у пациента с двухкамерной предсердно-желудочковой ЭС (режим DDD) во время процедуры был выявлен переход в асинхронный режим ЭС и развитие пейсмекерной желудочковой тахикардии, как следствие восприятия высокочастотных внешних сигналов, имитирующих предсердные волны [10]. Эти изменения оказались временными, и после прекращения процедуры восстанавливались исходные параметры ЭКС.

Чрескожная электронейростимуляция (ЧЭНС) является, пожалуй, самым изученным методом физиотерапии с точки зрения его взаимодействия с ИАУ [46, 47]. Исследование возможных эффектов взаимодействия ЧЭНС и имплантируемых ЭКС показало, что ЧЭНС можно безопасно использовать у пациентов с современными ЭКС, имеющими защитную экранировку, а также при наличии биполярных ЭКС

со сниженной чувствительностью [19, 28, 48]. Однако описаны единичные клинические наблюдения, демонстрирующие возникновение ЭМИ, индуцированной ЧЭНС. При этом выявлено снижение чувствительности (гипосенсинг) предсердного и/или желудочкового каналов ЭС и ингибция ЭКС, а также возникновение немотивированной ИКД-терапии, что объясняется восприятием серий низковольтных сигналов, которые интерпретировались как фибрилляция желудочков [36, 40, 42].

О безопасности лазерной терапии у пациентов с ИАУ известно немного. Изучение возможного влияния устройств, используемых для лазерной терапии, на функции ИАУ показало, что создаваемое электрическое и магнитное поля вокруг прибора и в зоне лечения были ниже установленного порога ИАУ [49]. Обеспечение необходимого расстояния между лазерным блоком и пациентом с ИАУ представляется разумным способом избежать чрезмерного воздействия электромагнитных помех. Кроме того, из-за однократного быстрого разряда в системе импульсного света изменения напряженности электромагнитного поля оказываются слишком быстрыми для влияния на работу ИАУ. Предполагают, что применение лазера не представляет опасности для пациента с ИАУ и его относительная безопасность сопоставима с ультразвуком, постоянным током, термомолечением и фототерапией [12, 17].

В современных ЭКС применяются различные меры по повышению их помехоустойчивости [50, 51]. Так, неблагоприятные эффекты ЭМИ при использовании физиотерапевтических процедур могут быть предотвращены за счет специальных технологий, разрабатываемых в последние годы некоторыми фирмами-производителями ИАУ [10, 14, 26, 33]. Важной является экранировка электронной схемы ЭКС, т. е. размещение ее внутри герметичного корпуса из титана или нержавеющей стали, часто имеющие дополнительное изоляционное покрытие, что делает ЭКС невосприимчивым к электромагнитным полям [48]. Кроме того, широко используются полосовые фильтры, защищающие ЭКС от высокочастотных полей, и тем самым, предотвращающие детекцию (восприятие) внешних электрических сигналов, которые способны вызвать ЭМИ [19, 28]. Также применяются устройства, автоматически переводящие биоуправляемые ЭКС в асинхронный режим ЭС при наличии интенсивной помехи [40, 52].

Кроме того, возникновение ЭМИ во время физиотерапевтических процедур может быть предотвращено при соблюдении мер предосторожности, связанных с методикой проведения физиотерапии. В частности, при выполнении процедуры ЧЭНС электроды рекомендуется размещать как можно ближе друг к другу [36, 42, 44, 48]. Следует постоянно поддерживать высокую частоту тока (более 30 Гц),

электроды размещать как можно дальше от ЭКС или ИКД — не менее 15 см [12, 17]. Риск возникновения ЭМИ практически исключается, если физиотерапия проводится при расположении электродов в области конечностей [6, 10, 26]. Если использование физиотерапии планируется в домашних условиях, то необходимо предварительно проверить риск возникновения ЭМИ в клинике [43, 51].

Для предупреждения возникновения ЭМИ в ходе электротерапии у ЭКС-независимых пациентов изучали эффект целенаправленного отключения ЭС путем снижения амплитуды импульса ниже порога захвата и/или уменьшения частоты импульсов с появлением спонтанного ритма сердца [33]. При этом не отмечалось существенного ухудшения самочувствия пациентов. Кроме того, использование наружного магнита, помещенного над ложем ЭКС, может предупредить ингибицию ЭКС во время физиотерапевтической процедуры, приводя R- и P-запрещаемые режимы ЭС в асинхронные режимы с фиксированной частотой импульсов [13, 18].

С целью минимизации риска ЭМИ рекомендуется перед физиотерапией проводить временное перепрограммирование ИАУ:

- 1) ЭКС или ИКД программировать на биполярный режим работы;
- 2) оценить необходимость асинхронной ЭС, в том числе путем использования наружного магнита;
- 3) запрограммировать ЭКС на минимальную чувствительность, если это не вызывает конкуренции спонтанного и искусственного водителей ритма;
- 4) запрограммировать ток импульса ЭКС на максимальную величину;
- 5) у пациентов, имеющих частотно-адаптивные ЭКС, должна быть выключена функция частотной адаптации;
- 6) осуществлять деактивацию (отключение) ИКД;
- 7) обязательно до и после физиотерапевтической процедуры оценить работу ЭКС и при необходимости выполнять перепрограммирование параметров ИАУ.

Также следует контролировать состояние пациента во время физиотерапевтической процедуры [12, 31, 37]. При возможности процедура должна выполняться в горизонтальном положении пациента, что исключает травмы в случае возникновения синкопе из-за отключения ЭКС [14, 38]. Необходимо отметить, что разработаны различные портативные симуляторы сердца, позволяющие в каждом конкретном случае выявить риск возникновения ЭМИ и способы ее устранения путем временного изменения параметров ЭКС [50].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В повседневной жизни пациенты с имплантированными антиаритмическими устройствами потенциально уязвимы перед неблагоприятными воз-

действиями многих источников электромагнитных полей. Врачи, курирующие пациентов с имплантированными антиаритмическими устройствами, должны быть осведомлены об этих проблемах, и меры предосторожности должны быть приняты для предотвращения возможного ЭМИ. Таким образом, для определения показаний и противопоказаний и обеспечения безопасности применения различных методов физиотерапии необходимо понимать принципы их работы, а также режимы функционирования имплантированных антиаритмических устройств. Разумеется, такие пациенты, получающие физиотерапевтическое лечение, должны тщательно обследоваться в отношении риска возникновения ЭМИ. При возникновении сомнений относительно безопасности физиотерапевтической процедуры следует провести консультацию со специалистами клиники по лечению аритмий сердца.

Несмотря на отсутствие единой тактики использования различных методов физиотерапии у пациентов с имплантированными антиаритмическими устройствами, в настоящее время специалисты и производители придерживаются мнения о том, что таким пациентам следует избегать ЧЭНС, диатермии и интерференционной электротерапии. Безопасное применение этих методов физиотерапии возможно при соблюдении мер предосторожности, выполнении предпроцедурной настройки ЭКС и ИКД и в условиях тщательного мониторинга состояния пациента. Учитывая отсутствие и/или противоречивость клинических рекомендаций по использованию различных методов физиотерапии у пациентов с имплантированными антиаритмическими устройствами, требуется проведение дальнейших исследований для создания доказательной базы.

Вклад авторов в написание статьи:

Концепция и дизайн исследования — Б.Г. Искендеров.

Написание текста — Т.В. Лохина, Б.Г. Искендеров.

Редактирование — М.Г. Иванчукова.

ЛИТЕРАТУРА

1. Greenspon A.J., Patel J.D., Lau E., Ochoa J.A., Frisch D.R., Ho R.T., et al. Trends in permanent pacemaker implantation in the United States from 1993 to 2009: increasing complexity of patients and procedures. *JACC*. 2012;60:1540-45. doi: 10.1016/j.jacc.2012.07.017.
2. Vardas P.E., Simantirakis E.N., Kanoupakis E.M. New developments in cardiac pacemakers. *Circulation*. 2013;127(23):2343-50. doi: 10.1161/CIRCULATIONAHA.112.000086.
3. de Vries L.M., Dijk W.A., Hooijschuur C.A., Leening M.J.G., Stricker B.H.C., van Hemel N.M. Utilisation of cardiac pacemakers over a 20-year period: Results from a nationwide pacemaker registry. *Neth Heart J*. 2017;25(1):47-55. doi: 10.1007/s12471-016-0880-0.
4. Brignole M., Auricchio A., Baron-Esquivias G., Bordachar P., Boriani G., Breithardt O.A., et al. 2013 ESC Guidelines on cardiac pacing and cardiac resynchronization therapy: The Task Force on cardiac pacing and resynchronization therapy of the European Society of Cardiology. Developed in collaboration with the European

- Heart Rhythm Association. *Eur Heart J.* 2013;34(29):2281-329. doi: 10.1093/europace/eut206.
5. Бокерия Л.А., Ревинишвили А.Ш., Дубровский И.А. Состояние электрокардиостимуляции в России в 2011 году. *Вестник аритмологии.* 2013;73:75-79.
 6. Iliou M.C., Blanchard J.C., Lamar-Tanguy A., Cristofini P., Ledru F. Cardiac rehabilitation in patients with pacemakers and implantable cardioverter defibrillators. *Monaldi Arch Chest Dis.* 2016;86(1-2):756-62. doi: 10.4081/monaldi.2016.756.
 7. Belyaev I., Dean A., Eger H., Hubmann G., Jandrisovits R., Kern M., et al. EUROPAEM EMF Guideline 2016 for the prevention, diagnosis and treatment of EMF-related health problems and illnesses. *Rev Environ Health.* 2016;31(3):363-97. doi: 10.1515/reveh-2016-0011.
 8. Marinskis G., van Erven L., Bongiorno M.G., Lip G.Y., Pison L., Blomström-Lundqvist C. Practices of cardiac implantable electronic device follow-up: results of the European Heart Rhythm Association survey. *Europace.* 2012;14:423-5. doi: 10.1093/europace/eus020.
 9. Lim W.Y., Prabhu S., Schilling R.J. Implantable cardiac electronic devices in the elderly population. *Arrhythm Electrophysiol Rev.* 2019;8(2):143-6. doi: 10.15420/aer.2019.3.4
 10. King J., Anderson C.M. Patient safety and physiotherapy: What does it mean for your clinical practice? *Physiother Can.* 2010;62(3):172-5. doi: 10.3138/physio.62.3.172.
 11. Badger J., Taylor P., Swain I. The safety of electrical stimulation in patients with pacemakers and implantable cardioverter defibrillators: A systematic review. *J Rehabil Assist Technol Eng.* 2017;4:1-9. doi: 10.1177/2055668317745498.
 12. Digby G.C., Daubney M.E., Baggs J., Campbell D., Simpson C.S., Redfearn D.P., et al. Physiotherapy and cardiac rhythm devices: a review of the current scope of practice. *Europace.* 2009;1(7):850-9. doi: 10.1093/europace/eup102.
 13. Czermak T., Fichtner S. Cardiac implantable electronic devices: electromagnetic interference from electrocauterization, lithotripsy and physiotherapy. *Herzschrittmacherther Elektrophysiol.* 2019;30(2):168-76. doi: 10.1007/s00399-019-0620-4.
 14. Corzani A., Ziacchi M., Biffi M., Allaria L., Diemberger I., Martignani C., et al. Clinical management of electromagnetic interferences in patients with pacemakers and implantable cardioverter-defibrillators: review of the literature and focus on magnetic resonance conditional devices. *J Cardiovasc Med.* 2015;16(10):704-13. doi: 10.2459/JCM.0000000000000301.
 15. Walker C.A., Roberts F.E. Impact of simulated patients on physiotherapy students' skill performance in cardiorespiratory practice classes: A pilot study. *Physiother Can.* 2019;71(4). doi: 10.3138/ptc-2018-0113.
 16. Misiri J., Kusumoto F., Goldschlager N. Electromagnetic interference and implanted cardiac devices: the medical environment (part II). *Clin Cardiol.* 2012;35:321-28. doi: 10.1002/clc.21997.
 17. Digby G.C., Femenia F., Baranchuk A. Cardiac implantable devices and physiotherapy practices interaction: myth or real? *Medicina.* 2011;1(2):174-8.
 18. Egger F., Hofer C., Hammerle F.P., Löfler S., Nürnberg M., Fiedler L., et al. Influence of electrical stimulation therapy on permanent pacemaker function. *Wien Klin Wochenschr.* 2019;131(13-14):313-20. doi: 10.1007/s00508-019-1494-5.
 19. Kamiya K., Satoh A., Niwano S., Tanaka S., Miida K., Hamazaki N., et al. Safety of neuromuscular electrical stimulation in patients implanted with cardioverter defibrillators. *J Electrocardiol.* 2016;49:99-101. doi: 10.1016/j.jelectrocard.2015.11.006.
 20. Das A., Kahali D. Physiological cardiac pacing: current status. *Indian Heart J.* 2016;68(4):552-8. doi: 10.1016/j.ihj.2016.03.033.
 21. Steffen M.M., Osborn J.S., Cutler M.J. Cardiac implantable electronic device therapy: permanent pacemakers, implantable cardioverter defibrillators, and cardiac resynchronization devices. *Med Clin North Am.* 2019;103(5):931-43. doi: 10.1016/j.mcna.2019.04.005.
 22. Lampert R. Managing with pacemakers and implantable cardioverter defibrillators. *Circulation.* 2013;128:1576-85. Doi: 10.1161/CIRCULATIONAHA.113.001555.
 23. Yıldız B.S., Findikoglu G., Alihanoglu Y.I., Kilic I.H., Evrenkul H., Senol H. How do patients understand safety for cardiac implantable devices? Importance of postintervention education. *Rehabil Res Pract.* 2018;2018:5689353. doi: 10.1155/2018/5689353.
 24. Cao Y., Zhang Y., Su Y., Bai J., Wang W., Ge J. Assessment of adaptive rate response provided by accelerometer, minute ventilation and dual sensor compared with normal sinus rhythm during exercise: a self-controlled study in chronotropically competent subjects. *Chin Med J.* 2015;128(1):25-31. doi: 10.4103%2F0366-6999.147798.
 25. Tjong F.V., Reddy V.Y. Permanent leadless cardiac pacemaker therapy. *Circulation.* 2017;135(15):1458-70. doi: 10.1161/CIRCULATIONAHA.116.025037.
 26. Napp A., Stunder D., Ma M., Kraus T., Marx N., Driessen S. Are patients with cardiac implants protected against electromagnetic interference in daily life and occupational environment? *Eur Heart J.* 2015;36:1798-804. Doi: 10.1093/eurheartj/ehv135.
 27. Tiikkaja M., Aro A.L., Alanko T., Lindholm H., Sistonen H., Hartikainen J.E., et al. Electromagnetic interference with cardiac pacemakers and implantable cardioverter-defibrillators from low-frequency electromagnetic fields *in vivo*. *Europace.* 2013;15(3):388-94. doi: 10.1093/europace/eus345.
 28. Seckler T., Stunder D., Schikowsky Ch., Joosten S., Zink M.D., Kraus T., et al. Effect of lead position and orientation on electromagnetic interference in patients with bipolar cardiovascular implantable electronic devices. *Europace.* 2017;19(2):319-28. doi: 10.1093/europace/euv458.
 29. Varma N., Piccini J.P., Snell J., Fischer A., Dalal N., Mittal S. The relationship between level of adherence to automatic wireless remote monitoring and survival in pacemaker and defibrillator patients. *JACC.* 2015;65(24):2601-10. doi: 10.1016/j.jacc.2015.04.033.
 30. Beinart R., Nazarian S. Effects of external electrical and magnetic fields on pacemakers and defibrillators. *Circulation.* 2013;128:2799-809. doi: 10.1161/CIRCULATIONAHA.113.005697.
 31. von Olshausen G., Rondak I.C., Lennerz C., Semmler V., Grebner C., Reents T., et al. Electromagnetic interference in implantable cardioverter defibrillators: present but rare. *Clin Res Cardiol.* 2016;105:657-65. Doi: 10.1007/s00392-016-0965-1.
 32. Искендеров Б.Г., Петрова Е.В., Максимов Д.Б., Каменева О.А. Коморбидные тревожные расстройства и качество жизни у больных с искусственным водителем ритма. *Терапевтический архив.* 2011;83(10):54-8.
 33. Raitt M.H. Inappropriate implantable defibrillator shocks: an adverse outcome that can be prevented. *JACC.* 2013;62(15):1351-2. doi: 10.1016/j.jacc.2013.05.055.
 34. Tseng Z.H., Hayward R.M., Clark N.M., Mulvanny C.G., Colburn B.J., Ursell P.C., et al. Sudden death in patients with cardiac implantable electronic devices. *JAMA Intern Med.* 2015;175(8):1342-50. doi: 10.1001/jamainternmed.2015.2641.
 35. Miranda-Rius J., Lahor-Soler E., Brunet-Llobet L., de la Cruz X. Risk of electromagnetic interference induced by dental equipment on cardiac implantable electrical devices. *Eur J Oral Sci.* 2016;124(6):559-65. doi: 10.1111/eos.12313.
 36. Holmgren C., Carlsson T., Mannheimer C., Edvardsson N. Risk of interference from transcutaneous electrical nerve stimulation on the sensing function of implantable defibrillators. *PACE.* 2008;31:151-8. doi: 10.1111/j.1540-8159.2007.00962.x.
 37. Katrib J., Nadi M., Kourtiche D., Magne I., Schmitt P., Souques M., et al. *In vitro* assessment of the immunity of implantable cardioverter-defibrillators to magnetic fields of 50/60 Hz. *Physiol Meas.* 2013;34(10):1281-92. doi: 10.1088/0967-3334/34/10/1281.
 38. Gercek C., Kourtiche D., Nadi M., Magne I., Schmitt P., Souques M. Computation of pacemaker's immunity to 50 Hz electric field: Induced voltages 10 times greater in unipolar than in bipolar detection mode. *Bioengineering.* 2017;4(1):19-34. doi: 10.3390/bioengineering4010019.
 39. Driessen S., Napp A., Schmiedchen K., Kraus T., Stunder D. Electromagnetic interference in cardiac electronic implants caused by novel electrical appliances emitting electromagnetic fields in the intermediate frequency range: a systematic review. *Europace.* 2019;21(2):219-29. doi: 10.1093/europace/euy155.
 40. Shenoy A., Sharma A., Achamyeleh F. Inappropriate implantable cardioverter defibrillators discharge related to electrical muscle stimulation in chiropractic therapy: A case report. *Cardiol Ther.* 2017;6(1):139-43. doi: 10.1007/s40119-017-0086-6.
 41. Yoshida S., Fujiwara K., Kohira S., Hirose M. Electromagnetic interference of implantable cardiac devices from a shoulder massage machine. *J Artif Organs.* 2014;17(3):243-9. doi: 10.1007/s10047-014-0765-1.
 42. Cronin E.M., Gray J., Abi-Saleh B., Wilkoff B.L., Levin K.H. Safety of repetitive nerve stimulation in patients with cardiac implantable electronic devices. *Muscle Nerve.* 2013;47:840-4. doi: 10.1002/mus.23707.

DOI: <https://doi.org/10.17816/1681-3456-2019-18-3-183-190>
Обзоры литературы

43. Пономаренко Г.Н. *Физическая и реабилитационная медицина: Национальное руководство*. М.: ГЭОТАР-Медиа; 2015.
44. Wu L.C., Weng P.W., Chen C.H., Huang Y.Y., Tsuang Y.H., Chiang C.J. Literature review and meta-analysis of transcutaneous electrical nerve stimulation in treating chronic back pain. *Reg Anesth Pain Med*. 2018;43(4):425-33. doi: 10.1097/AAP.0000000000000740.
45. Ribatti V., Santini L., Forleo G.B., Rocca D., Panattoni G., Scali M., et al. Electromagnetic interference in the current era of cardiac implantable electronic devices designed for magnetic resonance environment. *G Ital Cardiol*. 2017;18(4):295-304. doi: 10.1714/2683.27472.
46. Лазаренко Н.Н., Смирнова С.Н., Трунова О.В., Супова М.В., Прикул В.Ф., Филатова Е.В. и др. Эффективность чрескожной электростимуляции при лечении нейропатических и метаболических расстройств у больных сахарным диабетом. *Физиотерапия, бальнеология и реабилитация*. 2016;15(6):293-7.
47. Cenik F., Schoberwalter D., Keilani M., Maehr B., Wolz M., Marhold M., et al. Neuromuscular electrical stimulation of the thighs in cardiac patients with implantable cardioverter defibrillators. *Wien Klin Wochenschr*. 2016;128(21-22):802-8. doi: 10.1007/s10047-014-0765-1.
48. Gruenwald W., Bhattacharrya M., Jansen D., Reindl L. Electromagnetic analysis, characterization and discussion of inductive transmission parameters for titanium-based housing materials in active medical implantable devices. *Materials*. 2018;11(11):2089-116. doi: 10.3390/ma11112089.
49. Lister T., Grant L., Lee S.M., Cole R.P., Jones A., Taylor T., et al. Electromagnetic interference from lasers and intense light sources in the treatment of patients with artificial pacemakers and other implantable cardiac devices. *Lasers Med Sci*. 2015;30(5):1619-22. doi: 10.1007/s10103-013-1470-7.
50. Bryant H.C., Roberts P.R., Diprose P. Perioperative management of patients with cardiac implantable electronic devices. *BJA Education*. 2016;16(11):388-96. doi: 10.1093/bjaed/mkw020.
51. Yildiz B.S., Findikoglu G., Sanlialp M. A survey of awareness for patients living with cardiac implantable devices. *J Int Res Med Pharmacol Sci*. 2016;6(2):76-87. <http://www.ikpress.org/index.php/JIRMEPS/article/view/1592>.
52. Malm D., Hallberg L.R. Patients' experiences of daily living with a pacemaker. *J Health Psychol*. 2016;11(5):787-98. doi: 10.1177/1359105306066642.
9. Lim WY, Prabhu S, Schilling RJ. Implantable cardiac electronic devices in the elderly population. *Arrhythm Electrophysiol Rev*. 2019;8(2):143-6. doi: 10.15420/aer.2019.3.4.
10. King J, Anderson CM. Patient safety and physiotherapy: What does it mean for your clinical practice? *Physiother Can*. 2010;62(3):172-5. doi: 10.3138/physio.62.3.172.
11. Badger J, Taylor P, Swain I. The safety of electrical stimulation in patients with pacemakers and implantable cardioverter defibrillators: A systematic review. *J Rehabil Assist Technol Eng*. 2017;4:1-9. doi: 10.1177/2055668317745498.
12. Digby GC, Daubney ME, Baggs J, Campbell D, Simpson CS, Redfearn DP, et al. Physiotherapy and cardiac rhythm devices: a review of the current scope of practice. *Europace*. 2009;11(7):850-9. doi: 10.1093/europace/eup102.
13. Czermak T, Fichtner S. Cardiac implantable electronic devices: Electromagnetic interference from electrocauterization, lithotripsy and physiotherapy. *Herzschrittmacherther Elektrophysiol*. 2019;30(2):168-76. doi: 10.1007/s00399-019-0620-4.
14. Corzani A, Ziacchi M, Biffi M, Allaria L, Diemberger I, Martignani C, et al. Clinical management of electromagnetic interferences in patients with pacemakers and implantable cardioverter-defibrillators: review of the literature and focus on magnetic resonance conditional devices. *J Cardiovasc Med*. 2015;16(10):704-13. doi: 10.2459/JCM.0000000000000301.
15. Walker CA, Roberts FE. Impact of simulated patients on physiotherapy students' skill performance in cardiorespiratory practice classes: A pilot study. *Physiother Can*. 2019;71(4). doi: 10.3138/ptc-2018-0113.
16. Misiri J, Kusumoto F, Goldschlager N. Electromagnetic interference and implanted cardiac devices: the medical environment (part II). *Clin Cardiol*. 2012;35:321-28. doi: 10.1002/clc.21997.
17. Digby GC, Femenia F, Baranchuk A. Cardiac implantable devices and physiotherapy practices interaction: myth or real? *Medicina*. 2011;1(2):174-8.
18. Egger F, Hofer C, Hammerle FP, Löfler S, Nürnberg M, Fiedler L, et al. Influence of electrical stimulation therapy on permanent pacemaker function. *Wien Klin Wochenschr*. 2019;131(13-14):313-20. doi: 10.1007/s00508-019-1494-5.
19. Kamiya K, Satoh A, Niwano S, Tanaka S, Miida K, Hamazaki N, et al. Safety of neuromuscular electrical stimulation in patients implanted with cardioverter defibrillators. *J Electrocardiol*. 2016;49:99-101. doi: 10.1016/j.jelectrocard.2015.11.006.
20. Das A, Kahali D. Physiological cardiac pacing: current status. *Indian Heart J*. 2016;68(4):552-8. doi: 10.1016/j.ihj.2016.03.033.
21. Steffen MM, Osborn JS, Cutler MJ. Cardiac implantable electronic device therapy: permanent pacemakers, implantable cardioverter defibrillators, and cardiac resynchronization devices. *Med Clin North Am*. 2019;103(5):931-43. doi: 10.1016/j.mena.2019.04.005.
22. Lampert R. Managing with pacemakers and implantable cardioverter defibrillators. *Circulation*. 2013;128:1576-85. doi: 10.1161/CIRCULATIONAHA.113.001555.
23. Yildiz BS, Findikoglu G, Alihanoglu YI, Kilic IH, Evrengul H, Senol H. How do patients understand safety for cardiac implantable devices? Importance of postintervention education. *Rehabil Res Pract*. 2018;2018:5689353. doi: 10.1155/2018/5689353.
24. Cao Y, Zhang Y, Su Y, Bai J, Wang W, Ge J. Assessment of adaptive rate response provided by accelerometer, minute ventilation and dual sensor compared with normal sinus rhythm during exercise: a self-controlled study in chronotropically competent subjects. *Chin Med J*. 2015;128(1):25-31. doi: 10.4103%2F0366-6999.147798.
25. Tjong FV, Reddy VY. Permanent leadless cardiac pacemaker therapy. *Circulation*. 2017;135(15):1458-70. doi: 10.1161/CIRCULATIONAHA.116.025037.
26. Napp A, Stunder D, Ma M, Kraus T, Marx N, Driessen S. Are patients with cardiac implants protected against electromagnetic interference in daily life and occupational environment? *Eur Heart J*. 2015;36:1798-804. doi: 10.1093/eurheartj/ehv135.
27. Tiikkaja M, Aro AL, Alanko T, Lindholm H, Sistonen H, Hartikainen JE, et al. Electromagnetic interference with cardiac pacemakers and implantable cardioverter-defibrillators from low-frequency electromagnetic fields *in vivo*. *Europace*. 2013;15(3):388-94. doi: 10.1093/europace/eus345.
28. Seckler T, Stunder D, Schikowsky Ch, Joosten S, Zink MD, Kraus T, et al. Effect of lead position and orientation on electromagnetic interference in patients with bipolar cardiovascular implantable elec-

REFERENCES

1. Greenspon AJ, Patel JD, Lau E, Ochoa JA, Frisch DR, Ho RT, et al. Trends in permanent pacemaker implantation in the United States from 1993 to 2009: increasing complexity of patients and procedures. *JACC*. 2012;60:1540-45. doi: 10.1016/j.jacc.2012.07.017.
2. Vardas PE, Simantirakis EN, Kanoupakis EM. New developments in cardiac pacemakers. *Circulation*. 2013;127(23):2343-50. doi: 10.1161/CIRCULATIONAHA.112.000086.
3. de Vries LM, Dijk WA, Hooijschuur CA, Leening MJG, Stricker BHC, van Hemel NM. Utilisation of cardiac pacemakers over a 20-year period: Results from a nationwide pacemaker registry. *Neth Heart J*. 2017;25(1):47-55. doi: 10.1007/s12471-016-0880-0.
4. Brignole M, Auricchio A, Baron-Esquivias G, Bordachar P, Boriani G, Breithardt OA, et al. 2013 ESC Guidelines on cardiac pacing and cardiac resynchronization therapy: The Task Force on cardiac pacing and resynchronization therapy of the European Society of Cardiology. Developed in collaboration with the European Heart Rhythm Association. *Eur Heart J*. 2013;34(29):2281-329. doi: 10.1093/europace/eut206.
5. Bokeriya LA, Revishvili ASH, Dubrovsky IA. Cardiac pacing in Russia in 2011. *Vestnik aritmologii*. 2013;73:75-9. (in Russian).
6. Iliou MC, Blanchard JC, Lamar-Tanguy A, Cristofini P, Ledru F. Cardiac rehabilitation in patients with pacemakers and implantable cardioverter defibrillators. *Monaldi Arch Chest Dis*. 2016;86(1-2):756-62. doi: 10.4081/monaldi.2016.756.
7. Belyaev I, Dean A, Eger H, Hubmann G, Jandrisovits R, Kern M, et al. EUROPAEM EMF Guideline 2016 for the prevention, diagnosis and treatment of EMF-related health problems and illnesses. *Rev Environ Health*. 2016;31(3):363-97. doi: 10.1515/reveh-2016-0011.
8. Mariniskis G, van Erven L, Bongiorno MG, Lip GY, Pison L, Blomström-Lundqvist C. Practices of cardiac implantable electronic device follow-up: results of the European Heart Rhythm Association survey. *Europace*. 2012;14:423-5. Doi: 10.1093/europace/eus020.

- tronic devices. *Europace*. 2017;19(2):319-28. doi: 10.1093/europace/euv458.
29. Varma N, Piccini JP, Snell J, Fischer A, Dalal N, Mittal S. The relationship between level of adherence to automatic wireless remote monitoring and survival in pacemaker and defibrillator patients. *JACC*. 2015;65(24):2601-10. doi: 10.1016/j.jacc.2015.04.033.
 30. Beinart R, Nazarian S. Effects of external electrical and magnetic fields on pacemakers and defibrillators. *Circulation*. 2013;128:2799-2809. doi: 10.1161/CIRCULATIONAHA.113.005697.
 31. von Olshausen G, Rondak IC, Lennerz C, Semmler V, Grebmer C, Reents T, et al. Electromagnetic interference in implantable cardioverter defibrillators: present but rare. *Clin Res Cardiol*. 2016;105:657-65. doi: 10.1007/s00392-016-0965-1.
 32. Iskenderov BG, Petrova EV, Maximov DB, Kameneva OA. Comorbid anxiety disorders and quality of life in patients with an artificial cardiac pacemaker. *Terapevticheskiy arkhiv*. 2011;83(10):54-8. (in Russ.)
 33. Raitt MH. Inappropriate implantable defibrillator shocks: an adverse outcome that can be prevented. *JACC*. 2013;62(15):1351-2. doi: 10.1016/j.jacc.2013.05.055.
 34. Tseng ZH, Hayward RM, Clark NM, Mulvanny CG, Colburn BJ, Ursell PC, et al. Sudden death in patients with cardiac implantable electronic devices. *JAMA Intern Med*. 2015;175(8):1342-50. doi: 10.1001/jamainternmed.2015.2641.
 35. Miranda-Rius J, Lahor-Soler E, Brunet-Llobet L, de la Cruz X. Risk of electromagnetic interference induced by dental equipment on cardiac implantable electrical devices. *Eur J Oral Sci*. 2016;124(6):559-65. doi: 10.1111/eos.12313.
 36. Holmgren C, Carlsson T, Mannheimer C, Edvardsson N. Risk of interference from transcutaneous electrical nerve stimulation on the sensing function of implantable defibrillators. *PACE*. 2008;31:151-8. doi: 10.1111/j.1540-8159.2007.00962.x.
 37. Katrib J, Nadi M, Kourtiche D, Magne I, Schmitt P, Souques M, et al. *In vitro* assessment of the immunity of implantable cardioverter-defibrillators to magnetic fields of 50/60 Hz. *Physiol Meas*. 2013;34(10):1281-92. doi: 10.1088/0967-3334/34/10/1281.
 38. Gercek C, Kourtiche D, Nadi M, Magne I, Schmitt P, Souques M. Computation of pacemaker's immunity to 50 Hz electric field: Induced voltages 10 times greater in unipolar than in bipolar detection mode. *Bioengineering*. 2017;4(1):19-34. doi: 10.3390/bioengineering4010019.
 39. Driessen S, Napp A, Schmiedchen K, Kraus T, Stunder D. Electromagnetic interference in cardiac electronic implants caused by novel electrical appliances emitting electromagnetic fields in the intermediate frequency range: a systematic review. *Europace*. 2019;21(2):219-29. doi: 10.1093/europace/euy155.
 40. Shenoy A, Sharma A, Achamyeh F. Inappropriate implantable cardioverter defibrillators discharge related to electrical muscle stimulation in chiropractic therapy: A case report. *Cardiol Ther*. 2017;6(1):139-43. Doi: 10.1007/s40119-017-0086-6.
 41. Yoshida S, Fujiwara K, Kohira S, Hirose M. Electromagnetic interference of implantable cardiac devices from a shoulder massage machine. *J Artif Organs*. 2014;17(3):243-9. doi: 10.1007/s10047-014-0765-1.
 42. Cronin EM, Gray J, Abi-Saleh B, Wilkoff BL, Levin KH. Safety of repetitive nerve stimulation in patients with cardiac implantable electronic devices. *Muscle Nerve*. 2013;47:840-4. doi: 10.1002/mus.23707.
 43. Ponomarenko GN. *Fizicheskaya i reabilitacionnaya medicina: Nacional'noe rukovodstvo [Physical and rehabilitation medicine: National guide]*. Moscow: GEOTAR-Media; 2015. (in Russ.)
 44. Wu LC, Weng PW, Chen CH, Huang YY, Tsuang YH, Chiang CJ. Literature review and meta-analysis of transcutaneous electrical nerve stimulation in treating chronic back pain. *Reg Anesth Pain Med*. 2018;43(4):425-33. doi: 10.1097/AAP.0000000000000740.
 45. Ribatti V, Santini L, Forleo GB, Rocca D, Panattoni G, Scali M, et al. Electromagnetic interference in the current era of cardiac implantable electronic devices designed for magnetic resonance environment. *G Ital Cardiol*. 2017;18(4):295-304. doi: 10.1714/2683.27472.
 46. Lazarenko NN, Smirnova SN, Trunova OV, Supova MV, Prikuls VF, Filatova EV, et al. The effectiveness of percutaneous electrical stimulation in the treatment of neuropathic and metabolic disorders in patients with diabetes mellitus. *Russian Journal of the Physical Therapy, Balneotherapy and Rehabilitation*. 2016;15(6):293-7. (in Russ.)
 47. Cenik F, Schoberwalter D, Keilani M, Maehr B, Wolzt M, Marhold M, et al. Neuromuscular electrical stimulation of the thighs in cardiac patients with implantable cardioverter defibrillators. *Wien Klin Wochenschr*. 2016;128(21-22):802-8. doi: 10.1007/s10047-014-0765-1.
 48. Gruenwald W, Bhattacharrya M, Jansen D, Reindl L. Electromagnetic analysis, characterization and discussion of inductive transmission parameters for titanium-based housing materials in active medical implantable devices. *Materials*. 2018;11(11):2089-116. doi: 10.3390/ma11112089.
 49. Lister T, Grant L, Lee SM, Cole RP, Jones A, Taylor T, et al. Electromagnetic interference from lasers and intense light sources in the treatment of patients with artificial pacemakers and other implantable cardiac devices. *Lasers Med Sci*. 2015;30(5):1619-22. doi: 10.1007/s10103-013-1470-7.
 50. Bryant HC, Roberts PR, Diprose P. Perioperative management of patients with cardiac implantable electronic devices. *BJA Education*. 2016;16(11):388-96. doi: 10.1093/bjaed/mkw020/
 51. Yildiz BS, Findikoglu G, Sanlialp M. A survey of awareness for patients living with cardiac implantable devices. *J Int Res Med Pharmaceut Sci*. 2016;6(2):76-87. <http://www.ikpress.org/index.php/JIRMEPS/article/view/1592>.
 52. Malm D, Hallberg LR. Patients' experiences of daily living with a pacemaker. *J Health Psychol*. 2016;11(5):787-98. doi: 10.1177/1359105306066642.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Искендеров Бахрам Гусейнович, д.м.н., проф. [*Bakhran G. Iskenderov*, DSc., Prof.]; eLibrary SPIN: 6466-9013.

Лохина Татьяна Викторовна, д.м.н. [*Tatiana V. Lokhina*, DSc.]; eLibrary SPIN: 4671-0100.

Иванчукова Марина Геннадьевна [*Marina G. Ivanchukova*]; eLibrary SPIN: 5642-3066.