



МРТ с ЭКС: Чеклист и инструкция для врачей, направляющих пациентов с имплантированными искусственными водителями ритма сердца на МРТ

Развитие медицинских технологий и увеличение продолжительности жизни пациентов обуславливают ежегодный рост числа имплантаций постоянных антиаритмических систем стимуляции (электрокардиостимуляторов (ЭКС), имплантируемых кардиовертеров-дефибрилляторов (ИКД), систем сердечной ресинхронизирующей терапии (СРТ), как без функций кардиовертера-дефибриллятора (CRT-P), так и с ними (СРТ-D)) и имплантируемых диагностических устройств. Так, по данным Европейского общества кардиологов (ESC), число имплантаций искусственных водителей ритма в России выросло с 212 до 256 на 1 млн. населения за период 2012–2016 г. При этом, доля пациентов с искусственными водителями ритма, которым по медицинским показаниям требуется проведение магнитно-резонансной томографии (МРТ), оценивается в 50–75 %.

Долгое время наличие в теле пациента имплантированного кардиостимулятора являлось строгим противопоказанием к проведению МРТ. Однако, современные устройства все чаще изготавливаются с учетом возможности МР-сканирования. Исследования в этой области показали, что при соблюдении общих правил безопасности и требований производителя, предъявляемых к конкретному устройству, процедура может быть проведена без негативных последствий для пациента. Аналогичные результаты показывает опыт ряда Московских медицинских организаций, успешно выполняющих МРТ пациентам с имплантированными антиаритмическими устройствами.

В данной работе представлены рекомендуемые, современные принципы проведения такого исследования с целью ознакомить читателей с процедурой и ограничениями, связанными с наличием у пациента искусственного водителя ритма сердца и минимизировать число отказов в проведении им МРТ. Описан алгоритм подготовки и проведения МРТ, в зависимости от типа устройства, представлен перечень участников и требуемого дополнительного оборудования, а также, действия после окончания сканирования, направленные на контроль состояния пациента.

Для проверки готовности к проведению МРТ пациенту с искусственным водителем ритма сформулирован краткий «чеклист». Но настоятельно рекомендуется ознакомление с полной формой «Инструкции для ПРАКТИКУЮЩИХ ВРАЧЕЙ по направлению пациентов с искусственными водителями ритма сердца на МР исследование».

МРТ с ЭКС: Чеклист

1 Предварительная работа	
1.1	Удостовериться в отсутствии противопоказаний, не связанных с наличием в теле пациента ЭКС
1.2	С момента последнего хирургического вмешательства, связанного с системой ЭКС, прошло не менее 6 недель
1.3	Удостовериться в том, что корпус ЭКС имплантирован в правую или левую части грудной клетки
1.4	Удостовериться, что МРТ будет выполнено анатомическим областям вне области грудной клетки, длительность воздействия будет менее 40 минут, магнитное поле с напряженностью не более 1,5 Тл (Тесла)
1.5	Удостовериться в отсутствии в теле пациента какого-либо металла (после операции или несчастного случая, в том числе пули, шrapнели, эпикардиальных и/или сломанных, обрезанных эндокардиальных электродов, зажимов на аневризмах сосудов головного мозга, кохлеарных имплантатов и т.д.)
1.6	Определить зависим ли ритм сердца пациента от стимуляции или нет
1.7	Рост пациента более 147 см
1.8	Согласовать возможность и дату проведения МРТ с аритмологом
1.9	Согласовать возможность и дату проведения МРТ с отделением лучевой диагностики
2 Непосредственно перед проведением исследования	
2.1	Температура тела пациента в пределах нормальных значений
2.2	В кабинете МРТ есть работающие дефибриллятор и пульсоксиметр и/или ЭКГ-система
2.3	Убедиться в том, что имплантированная пациенту кардиостимуляционная система позволяет проведение ему МРТ (подтверждено документально)
2.4	Убедиться в деактивации кардиостимулятора пациента всех алгоритмов (подтверждено документально)
2.5	Состояние устройства не вызывает у специалистов по программированию ЭКС/ИКД/СРТ опасений (достаточный остаточный заряд батареи, хорошее состояние электродов, порогов стимуляции и т.д.)
2.6	Пациент не лежит на боку
3 Во время исследования	
3.1	Визуальный контроль + пульсоксиметрия / ЭКГ-мониторирование
3.2	Готовность оказать первую помощь
4 После исследования	
4.1	Антиаритмическое устройство перепрограммировать в исходный режим работы (подтвердить документально)
4.2	Записать пациента к аритмологу (не позднее 7 дней после проведения МРТ, в течение следующих 3 месяцев и через 6 месяцев)

Инструкция для ПРАКТИКУЮЩИХ ВРАЧЕЙ по направлению пациентов с искусственными водителями ритма сердца на МР исследование

Для проведения МРТ пациенту с имплантированной антиаритмической системой стимуляции рекомендуется выполнить следующие условия.

Предварительная работа

1. Достовериться в отсутствии абсолютных противопоказаний к проведению МРТ, не связанных с наличием в теле пациента искусственного водителя ритма сердца¹;
2. Удостовериться в том, что имплантация ЭКС, хирургические коррекции положения электродов или любые иные хирургические манипуляции с имплантированной системой ЭКС пациента были выполнены более 6 недель до предполагаемой даты проведения МРТ;
3. Удостовериться в расположении корпуса ЭКС в левой или правой части грудной клетки;
4. Удостовериться в отсутствии МР-несовместимых эндокардиальных электродов в зоне расположения имплантированной пациенту антиаритмической системы;
5. Узнать рост пациента²;
6. Связаться со специалистом по программированию имплантированных антиаритмических систем вашего города/региона/клиники по телефону: _____:
 - Договориться о внеочередной проверке системы ЭКС конкретному пациенту;
 - Получить от него заключение о принадлежности имплантированной конкретному пациенту системы стимуляции пациента к ЭКС /ИКД/ СРТ³; о ее принадлежности к «МРТ НЕСОВМЕСТИМОЙ» или «МРТ УСЛОВНО СОВМЕСТИМОЙ» (устройство и электроды), о стабильности работы имплантированной системы стимуляции, стабильном стоянии эндокардиальных электродов, отсутствии активных нарушений работы системы стимуляции, о достаточном состоянии батареи устройства, зависимости ритма сердца пациента от стимуляции;
 - Договориться с ним о возможности личного участия специалиста в проведении МРТ пациенту с обязательной доставкой специалистом программатора (того же производителя, что и ЭКС данного пациента);
7. Получив информацию от специалиста по программированию имплантированных антиаритмических систем о статусе пациента и его системы стимуляции:
 - Определиться с выделением в своем рабочем графике времени на личное участие в проведении МРТ пациенту с имплантированной системой стимуляции и быть готовым к контролю состояния пациента во время проведения МРТ (визуально+ пульсоксиметрия и/или ЭКГ-мониторирование) и оказанию ему первой медицинской помощи в случае развития непредвиденных аритмологических ситуаций при проведении исследования⁴;
 - Связаться со специалистами отделения лучевой диагностики, в котором планируется выполнение МРТ-исследования по телефону _____
 - обсудить показания и возможность выполнения конкретному пациенту МРТ;
 - рассмотреть все альтернативные способы визуализации, возможные для данного пациента;
 - заручиться предварительным согласием коллег на проведение МРТ данному пациенту;
 - запланировать дату и время проведения МРТ, с учетом возможности участия специалиста по программированию имплантированных антиаритмических систем⁵;

¹ к абсолютным противопоказаниям относятся: дата предстоящего МРТ – менее 6 недель после имплантации ЭКС/ИКД/СРТ, наличие в теле пациента МР-несовместимых изделий (в том числе, металлические клипсы внутричерепных и внутриорбитальных сосудов, нейростимуляторы, кохлеарные импланты, помпы, наружные ортопедические конструкции), все изделия, информация об МР-совместимости которых недоступна, ферромагнитные и электропроводные объекты (катетеры с металлическими частями, тканевые экспандеры, протезы), а также, инородные объекты, такие как осколки ранящих снарядов, пули, шrapнели, обломки травмирующих объектов;

² при наличии у пациента «МРТ условно совместимой» системы стимуляции для выполнения ему исследования рост больного должен составлять не менее 1,47 м;

³ если ИКД/СРТ-Д у стимулятор-зависимого пациента, то отказ от проведения МРТ;

⁴ случается редко, но потенциальная вероятность присутствует;

⁵ при отсутствии в отделении лучевой диагностики врача, выполняющего программирование имплантированных антиаритмических систем, возможно привлечение специалиста из другого медицинского центра и/или специалиста клинической поддержки компании, представляющей в Российской Федерации интересы производителя кардиостимулятора конкретного пациента (форма привлечения и условия сотрудничества требуют отдельной проработки);

- обсудить возможности данного отделения лучевой диагностики по обеспечению сопровождения процедуры МРТ специалистами Центра (специалистами по программированию имплантированных антиаритмических систем, кардиологами и специалистами, которые смогут выполнить экстренную наружную кардиостимуляцию пациента в случае отказа имплантированной системы стимуляции)^{6,7}
 - зафиксировать в письменной форме заключение об ожидаемых преимуществах в изменении тактики ведения пациента / улучшении качества его жизни от полученной от МРТ сканирования информации, что должно превышать имеющиеся риски проведения МРТ данному пациенту;
8. Повторно связаться со специалистом по программированию имплантированных антиаритмических систем Вашего города/региона/клиники и заручиться его согласием об участии в проведении МРТ-исследования пациенту в оговоренное со специалистами отделения лучевой диагностики конкретное время;
 9. Записать в свой рабочий график запланированную дату и время проведения МРТ и быть готовым к участию в наблюдении за пациентом во время МРТ в составе мультидисциплинарной бригады

Если Вы получили от специалиста по программированию имплантированных антиаритмических систем информацию о том, что Вашему пациенту имплантирована «МРТ НЕСОВМЕСТИМАЯ» система стимуляции

Непосредственно перед проведением МР-исследования необходимо

1. Убедиться в том, что пациент не имеет повышенной температуры тела;
2. Убедиться в наличии в комнате управления операторской исправно работающего наружного дефибриллятора и пульсоксиметра и/или ЭКГ- системы;
3. Проверить, какой класс антиаритмического устройства имплантирован пациенту⁷;
4. Проверить наличие в сопроводительных документах, выданных специалистом по программированию антиаритмических систем перед проведением МРТ, изменений первичного рабочего статуса устройства пациента в зависимости от типа устройства и зависимости сердечного ритма пациента от стимуляционного ритма⁸:

У стимуляторозависимого пациента

- если пациенту имплантирован ИКД/ СРТ-Д – отказ от проведения МРТ (!);
- если устройство является ЭКС/CRT-P (система СРТ стимуляции, без функции кардиовертера дефибриллятора), то при исходной двухкамерной стимуляции должно быть перепрограммировано в D00 | V00 режимы, однокамерной – V00 | A00 (для предотвращения ингибирования стимуляции вследствие гипервосприятия шумов ЭМИ (электромагнитной интерференции))

У стимулятор независимого пациента

- если у пациента ЭКС – проверить наличие запрограммированного ингибируемого режима стимуляции для однокамерного режима – VVI |AAI; для двухкамерного – DDD| DDI|VDD и т.д. (во избежание восприятия электромагнитной интерференции);
- в ИКД/ СРТ-Д (СРТ с функцией кардиовертера дефибриллятора) рекомендовано деактивировать антитахикардические и кардиоверсионные терапии тахиаритмий во избежание немотивированных разрядов и запрограммировать режимы стимуляции OVO | ODO

- Проверить деактивацию на любом устройстве (ЭКС/ИКД/СРТ) любого пациента всех алгоритмов (например, «частотная адаптация», алгоритмы групп минимизации желудочковой стимуляции, превентивной предсердной стимуляции и др.)

⁵ при наличии в отделении лучевой диагностики данных специалистов или сотрудничающих с ним специалистов, пункты 8 и 9 раздела «Предварительная работа» могут быть выполнены сотрудниками подразделения;

⁷ местный кардиолог – для контроля состояния пациента во время МРТ и оказания ему первой медицинской помощи в случае развития непредвиденных аритмологических ситуаций при проведении исследования

⁸ по данным распечатки с программатора производителя устройства или записям специалиста по программированию имплантированных антиаритмических систем

- Проверить деактивацию на любом устройстве (ЭКС/ИКД/СРТ) любого пациента всех алгоритмов (например, «частотная адаптация», алгоритмы групп минимизации желудочковой стимуляции, превентивной предсердной стимуляции и др.)

- Удостовериться в том, что кардиостимулятор пациента имеет достаточный расчетный срок эксплуатации устройства (остаточную емкость батарей не менее 10% энергии (или иной эквивалент оценки статуса батареи) до окончания продолжительности ее эксплуатации), пороги стимуляции не превышают 2,0 В при 0,35 мс, электрод/ы не имеют повреждений, а их биполярный импеданс между 200 Ом и 3000 Ом

5. Убедиться, что пациент не лежит на боку на выдвижном столе МРТ сканера

В процессе проведения МР-исследования

6. Контролировать состояние пациента во время проведения МРТ (визуально+ пульсоксиметрия и/или ЭКГ-мониторирование);

7. В случае развития непредвиденных аритмологических ситуаций при проведении исследования – оказать пациенту первую медицинскую помощь

После завершения процедуры МРТ

1. Проконтролировать выполнение Вашему пациенту контрольного программирования его имплантированного антиаритмического устройства специалистом по программированию имплантированных антиаритмических систем;

2. Проконтролировать возврат имплантированному антиаритмическому устройству пациента первоначально запрограммированных параметров и алгоритмов, на которых Ваш пациент ранее не предъявлял жалоб⁹;

3. По согласованию со специалистом по программированию антиаритмических устройств, запланировать прохождение данным пациентом контрольных процедур программирования его системы стимуляции (после проведения МРТ не позднее 7 дней, в течение следующих 3 месяцев и через 6 месяцев) или по клиническим показаниям, в связи с имеющейся вероятностью появления отсроченных проблем в работе имплантированных антиаритмических устройств

Если Вы получили подтверждение от специалиста по программированию имплантированных антиаритмических систем в том, что Вашему пациенту имплантирована «МРТ УСЛОВНО СОВМЕСТИМАЯ» система стимуляции (и устройство, и электроды)

Непосредственно перед проведением МР-исследования необходимо

1. Убедиться, что рост пациента составляет не менее 1,47 м;

2. Убедиться, что у пациента нет повышенной температуры тела;

3. Убедиться в расположении корпуса ЭКС в левой или правой части грудной клетки пациента;

4. Удостовериться в том, что кардиостимулятор пациента имеет достаточный расчетный срок эксплуатации устройства (остаточную емкость батарей не менее 10% энергии (или иной эквивалент оценки статуса батареи) до окончания продолжительности ее эксплуатации), пороги стимуляции не превышают 2,0 В при 0,35 мс, электрод/ы не имеют повреждений, а их биполярный импеданс между 200 Ом и 3000 Ом¹⁰;

5. Удостовериться в том, что система стимуляции была имплантирована не менее, чем за 6 недель до МР-исследования;

6. Уточнить, что предстоящее МР-сканирование:

- Будет ограничено анатомическими областями, за исключением области грудной клетки¹¹;

⁹ по данным первичной и контрольной распечаток с программатора производителя устройства пациента или соответствующим записям специалиста по программированию имплантированных антиаритмических систем

¹⁰ по данным распечатки с программатора производителя устройства или записям специалиста по программированию имплантированных антиаритмических систем

¹¹ Для большинства эксплуатируемых в России данного типа устройств, на момент составления данной Памятки (май 2020). При возникновении у врача сомнений/вопросов требуется дополнительное уточнение

- Будет выполняться на МР-системе, разрешенной к использованию в клинической практике;
- Будет применено магнитное поле с напряженностью не более 1,5 Тл (Тесла);
- Общая продолжительность радиочастотного воздействия будет менее 40 минут;
- 7.** Присутствие специалиста по программированию имплантированных антиаритмических систем во время процедуры МРТ не обязательно, **если** он заранее выполнит программирование специального «МРТ режим» стимуляции¹². В этом случае необходимо:
 - уточнить у специалиста по программированию антиаритмических систем стимуляции или у представителя производителя конкретного устройства в вашем регионе о длительности работы данного режима и прочие нюансы, а также возможную необходимость использования специальных дополнительных устройств-активаторов;
 - получить от специалиста по программированию имплантированных антиаритмических систем информацию о статусе зависимости работы сердца пациента от стимуляционного ритма, о статусе его системы стимуляции и данные о временном периоде работы специального «МРТ-режима» стимуляции¹³ и о времени, когда МРТ-сканирование должно быть начато данному пациенту¹⁴;
- 8.** Удостовериться в доступности Вам во время проведения МРТ-обследования пациента заряженного и исправно работающего наружного дефибриллятора;
- 9.** Обеспечить постоянный визуальный мониторинг пациента и устную коммуникацию с пациентом во время МР-исследования (через переговорное устройство)

В процессе проведения МР-исследования

- 10.** Контролировать состояние пациента во время проведения МРТ (визуально + пульсоксиметрия и/или ЭКГ-мониторирование);
- 11.** В случае развития непредвиденных аритмологических ситуаций при проведении исследования оказать пациенту первую медицинскую помощь

После завершения процедуры МРТ

- 12.** Убедитесь, что после выполнения пациенту МР-исследования устройство перепрограммировано на работу в исходном режиме, с исходными параметрами и алгоритмами стимуляции. В зависимости от конкретной модели имплантированного антиаритмического устройства это может быть выполнено:
 - автоматически (программа возвращается самостоятельно);
 - вручную (с помощью программатора)

¹² Программирование режима «MRI Protection Mode»/ «MRI Mode» должно быть выполнено непосредственно перед началом сканирования (как можно ближе к началу)

¹³ Распечатанный отчет о настройках системы ЭКС должен быть передан персоналу отделения лучевой диагностики для дальнейшего контроля пациента

¹⁴ В распечатанном отчете содержатся настройки и детали «MRI Protection Mode»/ «MRI Mode». Если используется специальная функция, позволяющая отсрочить начало времени проведения МРТ- сканирования, то отчет должен содержать точное время и дату истечения срока действия «MRI Protection Mode»/ «MRI Mode»

Литература

1. Рекомендации по электрокардиостимуляции и сердечной ресинхронизирующей терапии. ESC2013 / Рабочая группа по электрокардиостимуляции и сердечной ресинхронизирующей терапии Европейского общества кардиологов (European Society of Cardiology, ESC) [и др.]; перевод с английского Е. В. Шляхто [и др.]. – DOI org/10.15829/1560-4071-2014-4-5-63 // Российский кардиологический журнал. – 2014. – № 4 (108). – С. 5–63.
2. 2010 Expert Consensus Document on Cardiovascular Magnetic Resonance / EXPERT CONSENSUS DOCUMENT ACCF/ACR/AHA/NASCI/SCMR; A Report of the American College of Cardiology Foundation; Task Force on Expert Consensus Documents. – DOI 10.1016/j.jacc.2009.11.011 // Journal of the American College of Cardiology. – 2011. – Vol. 55, No. 23. – P. 2614–62.
3. 2013 ESC Guidelines on cardiac pacing and cardiac resynchronization therapy / M. Brignole, A. Auricchio, G. Baron-Esquivias [et al.]; Chairperson M. Brignole ; the Task Force on cardiac pacing and resynchronization therapy of the European Society of Cardiology (ESC) ; Developed in collaboration with the European Heart Rhythm Association (EHRA). – DOI 10.1093/eurheartj/ehs150 // European Heart Journal. – 2013. – Vol. 34, iss. 29. – P. 2281-2329
4. 2017 HRS expert consensus statement on magnetic resonance imaging and radiation exposure in patients with cardiovascular implantable electronic devices / Indik J.H., Gimbel J.R., Abe H. [et al.]. – DOI 10.1016/j.hrthm.2017.04.025 // Heart Rhythm. – 2017. – Vol. 14, No. 7. – P. 97–153.
5. ACR guidance document for safe MR practices: 2007 / Kanal E., Barkovich A.J., Bell C. [et al.]. – DOI 10.2214/AJR.06.1616 // American Journal of Roentgenology. – 2007. – Vol. 188. – P. 1447-1474.
6. Safe use of MRI in people with cardiac implantable electronic devices / Lowe M.D., Plummer C.J., Manisty C.H. [et al.]. – DOI 10.1136/heartjnl-2015-308495 // Heart. – 2015. – Vol.0. – P.1–4.
7. The EHRA White Book 2017 The Current Status of Cardiac Electrophysiology in ESC Member Countries. G. Hindricks, J. Camm, B. Merkely, P. Raatikainen, D.O. Arnar

Составители:

Первова Екатерина Владимировна – кандидат медицинских наук, врач кардиолог, функциональный диагност высшей квалификационной категории отделения хирургического лечения сложных нарушений ритма сердца и электрокардиостимуляции ГБУЗ «ГКБ имени В.М.Буянова ДЗМ», эксперт по программированию и дистанционному мониторингу электронных имплантируемых антиаритмических устройств Всероссийского Научного Общества Аритмологов (ВНОА), Российского Общества Холтеровского Мониторирования И Неинвазивной Электрофизиологии (РОХМИНЭ), Российской Ассоциации Специалистов Функциональной Диагностики (РАСФД)

Мершина Елена Александровна – кандидат медицинских наук, врач-рентгенолог высшей квалификационной категории, заведующая отделением рентгенодиагностики с кабинетами МРТ и КТ МНОЦ МГУ им. М.В. Ломоносова, доцент кафедры лучевой диагностики и лучевой терапии ФФМ МГУ им. М.В. Ломоносова