

Рубрика: неинвазивная аритмология

© С.А. АЛЕКСАНДРОВА, Е.Ю. ГЛАЗКОВА, Н.И. БУЛАЕВА, Б.Ш. БЕРДИБЕКОВ, А.В. ДОРОФЕЕВ, И.П. АСЛАНИДИ, Е.З. ГОЛУХОВА, 2025

© АННАЛЫ АРИТМОЛОГИИ, 2025

УДК 616.12-008.313-073.756.8

DOI: 10.15275/annaritmol.2025.3.5

МАГНИТНО-РЕЗОНАНСНАЯ ТОМОГРАФИЯ СЕРДЦА У ПАЦИЕНТОВ С ЖЕЛУДОЧКОВЫМИ АРИТМИЯМИ: ВКЛАД В ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНУЮ ДИАГНОСТИКУ

Тип статьи: оригинальная статья

С.А. Александрова, Е.Ю. Глазкова, Н.И. Булаева, Б.Ш. Бердибеков, А.В. Дорофеев, И.П. Асланиди, Е.З. Голухова

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

Александрова Светлана Александровна, канд. мед. наук., ст. науч. сотр., заведующий рентгеновским отделением № 2; orcid.org/0000-0002-7795-9709

Глазкова Елена Юрьевна, канд. мед. наук, науч. сотр.; orcid.org/0000-0003-3310-3658, e-mail: eyglazkova@bakulev.ru

Булаева Наида Ибадулаевна, канд. мед. наук, руководитель отдела координации и сопровождения научно-исследовательской деятельности, заведующий лабораторией аритмогенеза, врач-кардиолог; orcid.org/0000-0002-1780-6049

Бердибеков Бектур Шукурбекович, канд. мед. наук, мл. науч. сотр., врач-кардиолог; orcid.org/0000-0001-7717-4971

Дорофеев Алексей Владимирович, канд. мед. наук, заведующий отделом рентгенодиагностики, компьютерной и магнитно-резонансной томографии, доцент кафедры лучевой диагностики; orcid.org/0000-0003-0833-9650

Асланиди Ираклий Павлович, д-р мед. наук, профессор, заместитель директора, заведующий отделом ядерной диагностики, заведующий кафедрой лучевой диагностики; orcid.org/0000-0001-6386-2378

Голухова Елена Зеликовна, д-р мед. наук, профессор, академик РАН, директор, заведующий кафедрой кардиологии и функциональной диагностики; orcid.org/0000-0002-6252-0322

***Цель** – определить диагностическую эффективность метода магнитно-резонансной томографии (МРТ) у пациентов с желудочковыми нарушениями ритма (ЖНР).*

***Материал и методы.** В группу пациентов с желудочковыми аритмиями было включено 267 больных, которым впервые выполнено МРТ-исследование сердца. Структурные заболевания сердца по данным различных методов исследования до МРТ имели 18% пациентов.*

***Результаты.** С помощью МРТ предварительный диагноз изменился у 67% пациентов. Структурные заболевания сердца впервые были выявлены у 163 (61%) больных. В 6% случаев предварительный диагноз, связанный со структурными изменениями миокарда (СИМ), был реклассифицирован по данным МРТ. Общее число пациентов с СИМ составило 79%, из которых 40% имели воспалительные и поствоспалительные изменения миокарда ЛЖ, 10% – разобщение кольца митрального клапана, 9% – гипертрофическую кардиомиопатию, 7% – аритмогенную кардиомиопатию (АКМП), 5% – возможную АКМП, 4,3% – некомпактный миокард левого желудочка, 2% – ишемическую болезнь сердца, 1% – врожденный порок сердца, 0,7% – амилоидоз, 0,3% – образование. При этом 21% пациентов с ЖНР не имели структурных заболеваний сердца.*

***Заключение.** МРТ с методиками отсроченного контрастирования позволяет достоверно выявлять аритмогенный субстрат заболеваний, связанных с ЖНР, что приводит к реклассификации заболеваний более чем в половине случаев.*

***Ключевые слова:** желудочковые нарушения ритма, структурные заболевания сердца, магнитно-резонансная томография*

CARDIAC MAGNETIC RESONANCE IMAGING IN PATIENTS WITH VENTRICULAR ARRHYTHMIAS: CONTRIBUTION TO DIAGNOSTICS

S.A. Aleksandrova, E.Yu. Glazkova, N.I. Bulaeva, B.Sh. Berdibekov, A.V. Dorofeev, I.P. Aslanidi, E.Z. Golukhova

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

Svetlana A. Aleksandrova, Cand. Med. Sci., Senior Researcher, Head of Department; orcid.org/0000-0002-7795-9709

Elena Yu. Glazkova, Cand. Med. Sci., Researcher; orcid.org/0000-0003-3310-3658, e-mail: eyglazkova@bakulev.ru

Naida I. Bulaeva, Cand. Med. Sci., Head of Department, Head of Laboratory, Cardiologist; orcid.org/0000-0002-1780-6049

Bektur Sh. Berdibekov, Cand. Med. Sci., Junior Researcher, Cardiologist; orcid.org/0000-0001-7717-4971

Aleksey V. Dorofeev, Cand. Med. Sci., Head of Department, Associate Professor of the Department; orcid.org/0000-0003-0833-9650

Irakli P. Aslanidi, Dr. Med. Sci., Professor, Deputy Director, Head of Department; orcid.org/0000-0001-6386-2378

Elena Z. Golukhova, Dr. Med. Sci., Professor, Academician of RAS, Director, Head of the Department; orcid.org/0000-0002-6252-0322

Objective – to determine the diagnostic effectiveness of cardiovascular magnetic resonance (CMR) in patients with ventricular arrhythmias.

Materials and methods. The group of patients with ventricular arrhythmias included 267 people who underwent an CMR for the first time. Structural heart diseases before CMR were observed in 18% of patients.

Results. With CMR the preliminary diagnosis changed in 67% of patients. Structural heart diseases were first detected in 163 (61%) people. In 6% cases, a preliminary diagnosis related to structural myocardium disorder was reclassified according to magnetic resonance imaging (MRI) data. The total number of patients with structural heart diseases was 79%, of which 40% had myocarditis, 10% – disjunction of the mitral valve ring, 9% – hypertrophic cardiomyopathy, 7% – arrhythmogenic cardiomyopathy, 5% – possible arrhythmogenic cardiomyopathy, and 4% – left ventricular non-compact myocardium, 2% – coronary heart disease, 0.7% – amyloidosis, 1% – congenital heart disease, 0.3% – heart tumor. 21% of patients with ventricular arrhythmias had no structural heart disease.

Conclusion. MRI with delayed contrast techniques makes it possible to reliably detect the arrhythmogenic substrate of ventricular arrhythmias, which leads to the reclassification of diseases in more than half of the cases.

Keywords: ventricular arrhythmias, structural heart diseases, magnetic resonance imaging

Введение

Желудочковые нарушения ритма (ЖНР) – это большая группа заболеваний, связанная с расстройством сердечного ритма, при котором источник эктопической активности или круга реентри находится ниже пучка Гиса [1]. Желудочковые экстрасистолы, по данным различных исследований, выявляются у 0,5–5% взрослых в популяции при стандартных методах обследования, а при детальном мониторингировании (холтеровском) частота может быть существенно выше [2]. Распространенность более сложных и опасных желудочковых аритмий (желудочковая тахикардия и фибрилляция желудочков) в общей популяции оценить сложнее, но их роль существенна среди причин внезапной сердечной смерти (ВСС) [1]. В исследовании данных группы внезапно умерших пациентов было установлено, что более чем в 90% случаев причиной внезапной сердечной смерти являлись фибрилляция желудочков и гемодинамически значимая желудочковая та-

хикардия [3]. На основании стратификации риска неблагоприятных событий ЖНР принято подразделять на доброкачественные, потенциально злокачественные и злокачественные. Пациенты двух последних групп в подавляющем большинстве случаев имеют органическое заболевание сердца и, как следствие, нарушения функции сердца (снижение фракции выброса, нарушения работы клапанов) [4]. Таким образом, выявление структурного заболевания сердца и оценка функции являются ключевым фактором, определяющим тактику лечения и прогноз возможных осложнений.

Трансторакальная эхокардиография (ЭхоКГ) рекомендуется как основной и наиболее доступный метод инструментальной диагностики заболевания миокарда, клапанов сердца или ВПС, связанных с ЖНР и ВСС [2]. В текущих клинических рекомендациях проведение магнитно-резонансной томографии (МРТ) сердца при ЖНР показано, если ЭхоКГ не позволяет

точно оценить функцию левого желудочка (ЛЖ) и правого желудочка (ПЖ) и/или структурные изменения миокарда (СИМ). В то же время хорошо известно, что уникальные данные МРТ играют ключевую роль в неинвазивной верификации целого ряда заболеваний, таких как миокардит, аритмогенная кардиомиопатия (АКМП), амилоидоз.

Кардиоваскулярная МРТ начинала использоваться как точный инструмент для определения объемов, функции и массы миокарда. В настоящее время МРТ с широким диапазоном возможностей тканевого анализа стала незаменимым и востребованным инструментом диагностики различных патологий миокарда. Эффективность МРТ-методик отсроченного контрастирования с гадолинием (LGE) для определения фиброзных изменений была подтверждена гистологическими исследованиями, а сами эти методики давно внедрены в рутинную практику. Выявление и анализ распределения очагов LGE в миокарде прежде всего применяют при дифференциальной диагностике между ишемическими и неишемическими изменениями. Субэндокардиальное распределение LGE более характерно для ишемического повреждения миокарда, интрамиокардиальное и/или субэпикардиальное – для неишемического. Другим важным паттерном повреждения миокарда, который может определить МРТ, является отек. Импульсные последовательности (ИП) на основе T2-взвешенной визуализации применяют для выявления недавнего повреждения миокарда. Дополнительную помощь в диагностике заболеваний сердца, сопровождающихся ЖНР, оказывают методики T1-картирования, которые позволяют различить такие патологические процессы, как отек, фиброз, отложение амилоида, жира или железа.

Значение МРТ в аритмологии отмечено в многочисленных исследованиях. Так, J. White et al. показали, что результаты МРТ изменили до половины диагнозов у пациентов со злокачественными желудочковыми аритмиями после трансторакальной эхокардиографии и коронарографии [5]. В исследовании T. Neilan et al. применение МРТ с отсроченным контрастированием у пациентов, переживших эпизод ВСС, позволило выявить СИМ у 76% больных [6]. Своевременное выявление структурного заболевания служит важнейшим фактором, определяющим тактику лечения и прогноз течения болезни.

Целью данного проспективного исследования является оценка вклада МРТ в дифференциальную диагностику заболеваний сердца у пациентов с ЖНР.

Материал и методы

В ретроспективное исследование включили 267 пациентов с желудочковой экстрасистолью более 1000 в сутки с фракцией выброса ЛЖ больше или равной 50% по данным ЭхоКГ. Пациентов младше 16 лет или с установленными диагнозами ишемической болезни сердца (ИБС), врожденных и приобретенных пороков сердца из исследования исключили. Характеристика пациентов представлена в таблице.

Клиническая характеристика пациентов с ЖНР

Показатель	Значение, М ± SD
Возраст, лет	38,6 ± 15,5
Доля пациентов мужского пола, %	46
Масса тела, кг	74,0 ± 18,4
Рост, см	171,5 ± 9,9
Площадь поверхности тела, м ²	1,81 ± 0,29
Желудочковые экстрасистолы, n	16274 ± 11563
Структурные изменения миокарда до МРТ, %	18
Синкопе, %	32
Пароксизмы фибрилляции предсердий, %	50

Примечание. Результаты представлены в виде процентов, а также в виде среднего значения и среднеквадратичного отклонения.

После проверки отсутствия противопоказаний к МРТ сердца и скорости клубочковой фильтрации (в норме >30 мл/мин) всем пациентам выполнили МРТ-исследование сердца с введением контрастного вещества (КВ) на основе гадолиния в ФГБУ «НМИЦ ССХ им. А.Н. Бакулева» Минздрава России.

Из числа пациентов, направленных на МРТ-исследование, 82% не имели структурных заболеваний миокарда по данным предыдущих неинвазивных методов обследования, таких как электрокардиография, трансторакальная и чреспищеводная ЭхоКГ и, в ряде случаев, вентрикуло- и коронарография. Диагнозы, связанные с СИМ, имели 18% пациентов, из них: 9% – ГКМП, 4% – миокардит и постмиокардитический кардиосклероз, 3% – АКМП, 2% – не-

компактный миокард левого желудочка (НМЛЖ) и другие формы кардиомиопатий (рис. 1).

Протокол МРТ. Исследование было проведено на 1,5 Тл магнитно-резонансном томографе (Magnetom Avanto FIT, Siemens, Германия). Протокол МРТ включал в себя стандартные импульсные последовательности для оценки морфофункциональных параметров ЛЖ и ПЖ. Обычно это блок ИП в кино-режиме по короткой оси, в 2- и 4-камерной плоскостях на базе SSFP (свободная прецессия в стационарном состоянии) с ЭКГ-синхронизацией или без нее в зависимости от качества получаемых изображений. Визуализация отека миокарда проводилась с использованием ИП Turbo spin echo T2-взвешенных изображений (ВИ). Отек ЛЖ определялся как гиперинтенсивный сигнал и подтверждался при увеличении отношения интенсивности сигнала в миокарде к скелетной мышце (большой или малой грудной) 2 или более [7].

Исследования с внутривенным введением контрастного вещества на основе гадолиния выполняли в дозировке 0,2 ммоль/кг со скоростью 3–5 мл/с в ИП PSIR (Turbo-FLASH phase sensitive IR). Для исследования раннего контрастного усиления сбор данных проводили сразу после введения КВ. Оценку LGE выполняли через 10–15 мин после введения КВ. Для T1- и T2-картирования использовали ИП TrueFisp и MOLLI в 4-камерной проекции и в плоскости короткой оси ЛЖ на среднем уровне или 3 уровнях [8].

Интерпретация данных МРТ. Различные паттерны изменения миокарда и морфофункциональных параметров, выявленные в результате проведения МРТ сердца, интерпретировались согласно российским и международным рекомендациям.

Миокардит – заболевание сердечной мышцы, связанное с некрозом неишемического генеза, чаще всего инфекционным или аутоиммунным воспалением, а также повреждением химическими и/или физическими факторами. МРТ-критерии острого миокардита Lake Louise обновлены в 2018 г. и включают оценку 2 основных признаков: изменение МР-сигнала на любых T1-ВИ (T1-TSE, карты T1-релаксации нативного миокарда, увеличение внеклеточного объема (ECV), LGE) и на T2-ВИ (T2-TSE, карты T2-релаксации), а также 2 дополнительных: наличие жидкости в полости перикарда и дискинезии миокарда ЛЖ [9]. Постмиокардитические изменения подтверждаются на сериях с от-

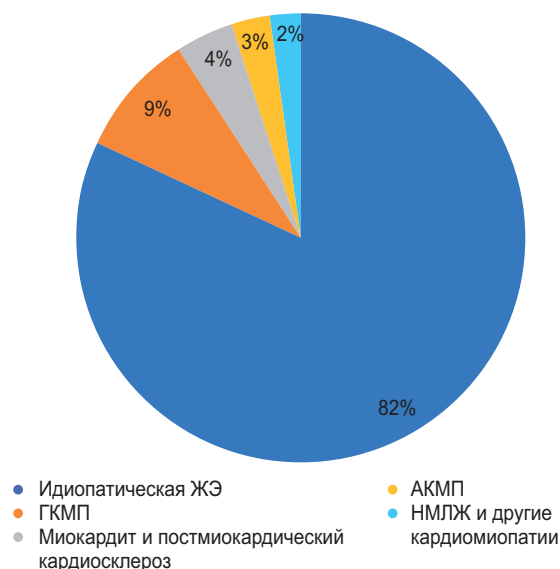


Рис. 1. Диагнозы, предполагающие структурные изменения миокарда до проведения МРТ-исследования

ЖЭ – желудочковая экстрасистолия, ГКМП – гипертрофическая кардиомиопатия

срочным контрастированием как зоны LGE в субэндокардиальных и/или интрамиокардиальных слоях (кардиосклероз).

Некомпактный миокард ЛЖ – это гетерогенное заболевание, характеризующееся структурным изменением миокарда с выраженными трабекулами и глубокими межтрабекулярными карманами. Предложено несколько критериев МРТ-диагностики НМЛЖ: отношение толщины компактной части миокарда к некомпактной более 1:2,3, объем некомпактной части более 20% от общей массы миокарда и индексированная масса некомпактной части миокарда более 15 г/м² [10].

Гипертрофическая КМП характеризуется патологическим утолщением стенки чаще левого желудочка. На МРТ выявляется утолщение одного или более сегментов более 15 мм [11]. Часто оно сочетается с очагами отека и фиброза миокарда.

Аритмическим пролапсом митрального клапана называют состояние, при котором пролапс сочетается с частыми и/или сложными ЖНР, без наличия другого аритмогенного субстрата. Он наблюдается у 3–5% пациентов с пролапсом и имеет несколько фенотипов, одним из вариантов которого является дизъюнкция (или разобщение) кольца митрального клапана. На МРТ определяется систолическое смещение одной (чаще

задней) или обеих створок митрального клапана ≥ 2 мм над плоскостью митрального кольца [12].

Аритмогенная КМП – это генетически детерминированное заболевание сердечной мышцы, характеризующееся прогрессирующим фиброзно-жировым замещением миокарда, чаще всего вызванным сложными мутациями в генах, кодирующих белки десмосом [13]. Впервые было описано как заболевание, связанное с поражением ПЖ, – аритмогенная дисплазия ПЖ. В настоящее время описаны три подтипа АКМП: классическая праводоминантная форма, бивентрикулярная и леводоминантная форма, но единого мнения по поводу окончательных формулировок и классификации заболевания в научном сообществе нет. Критерии международного консенсуса несколько раз пересматривались [13]. Согласно критериям 2020 г. выделяют большие и малые признаки, различные для каждого желудочка. В зависимости от их комбинации диагноз может быть «точный», «пограничный» или «возможный». МРТ-критерии включают оценку нарушения регионарного сокращения миокарда правого желудочка (акинезия, дискинезия, аневризма), изменения объема и систолической функции ПЖ и ЛЖ, LGE в одной и более областях ПЖ, субэпикардальное или интрамиокардиальное кольцевидное LGE в 1 и более сегментах ЛЖ.

Результаты

По результатам МРТ-исследования 267 пациентов с ЖНР предварительный диагноз изменился у 67% больных. Структурные заболевания сердца впервые были выявлены у 163 (61%) больных. В 6% случаев предварительный

диагноз, связанный с СИМ, был реклассифицирован после МРТ.

В целом данные МРТ-исследований сердца выявили наличие СИМ у 211 (79%) пациентов. У 55 (почти 21%) пациентов результаты МРТ были верифицированы как нормальные. На рисунке 2 показана частота диагнозов с СИМ после проведения МРТ.

Обсуждение

В ряду диагностических методик МРТ занимает уникальную нишу, позволяя неинвазивно определять изменения ткани миокарда [14]. Несмотря на очевидную дороговизну и значительно меньшую распространенность метода по сравнению, например, с чреспищеводной ЭхоКГ, вклад МРТ в диагностику заболеваний у пациентов с ЖНР значительный. Это подтверждается как в нашей работе, так и по данным литературы [15]. С помощью МРТ предварительный диагноз изменился у 67% пациентов. Такой высокий процент связан еще с несколькими факторами, прежде всего с особенностью группы обследованных. Пациенты с ЖНР – это сложная категория из-за чисто технических ограничений возможности получения информативного изображения. Важно отметить широкий спектр возможных заболеваний, проведение дифференцировки которых требует грамотного и всестороннего многопараметрического анализа. Поэтому именно в результате МРТ-исследования структурные заболевания сердца впервые были выявлены у 163 (61%) больных из общего числа обследованных пациентов, а если рассмотреть группу с уже установленными предвари-

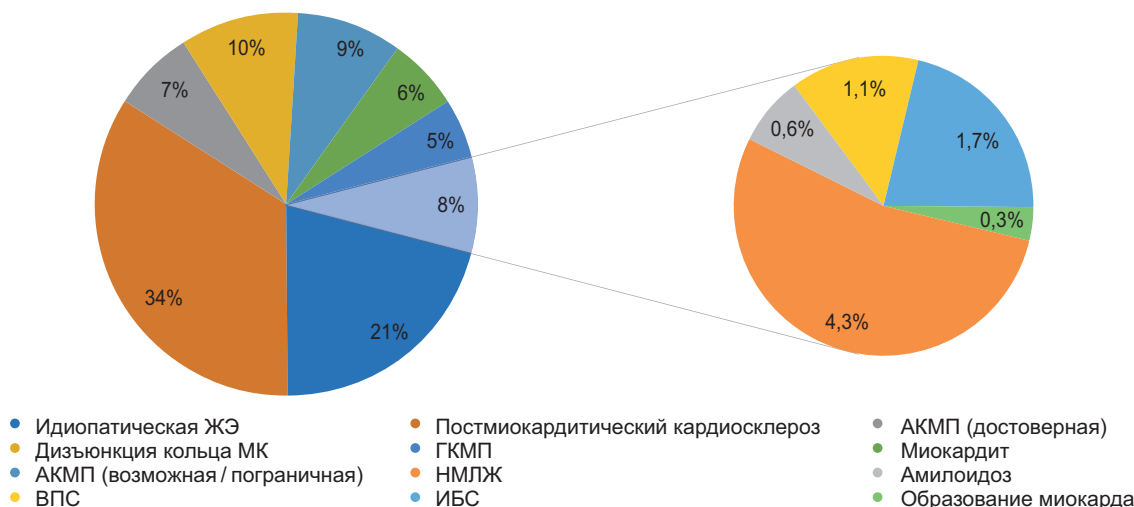


Рис. 2. Диагнозы после проведения МРТ-исследования

тельными диагнозами, которая представлена 48 пациентами, то в 1/3 случаев произошла реклассификация заболевания.

У большинства пациентов с ЖНР (107 пациентов, 40%) на МРТ были выявлены воспалительные и поствоспалительные СИМ. Чаще определялись поствоспалительные изменения ЛЖ, пациенты с такими изменениями составили 34% от общего числа обследованных. Связь поствоспалительных изменений с ЖНР и ВСС отмечается в многочисленных исследованиях. Так, G. Aquaro et al., изучив данные 374 пациентов с миокардитом и фракцией выброса ЛЖ более 50%, выявили, что отсроченное накопление КВ, локализованное в переднеперегородочном сегменте, является лучшим независимым прогностическим МРТ-показателем для ВСС и госпитализации по поводу сердечной недостаточности [16]. В исследованиях, посвященных анализу причин ВСС у молодых пациентов, по данным аутопсии признаки миокардита варьировались в пределах 2–42% [17].

Вторым наиболее часто встречающимся диагнозом (10%) в исследовании стала дисфункция кольца митрального клапана, которая входит в комплекс аритмогенного пролапса МК. Пролапс митрального клапана расценивается как распространенное заболевание клапанов сердца (2–3% общей популяции) в основном с доброкачественным течением [18]. Однако ряд наблюдений показал наличие определенной подгруппы пациентов с аритмогенным пролапсом митрального клапана, у которой риск внезапной аритмической смерти повышается до 4–7% по сравнению с 1% в общей группе пациентов с пролапсом [19]. У пациентов с разобщением кольца митрального клапана, перенесших внезапную сердечную смерть, было показано, что аритмия связана с анатомическим субстратом – фиброзом между митральным клапаном, папиллярными мышцами и прилегающим нижнебазальным сегментом ЛЖ.

Третьим по частоте заболеванием (9%) стала ГКМП. Она относится к группе генетических заболеваний сердца и является частой причиной ВСС среди пациентов трудоспособного возраста. Метод МРТ сердца не только помогает в диагностике заболевания, но и играет ключевую роль в определении анатомического субстрата аритмий и стратификации рисков ВСС. Объем фиброзно-измененного миокарда был больше у пациентов с ГКМП и ЖНР, чем у пациентов с ГКМП без

ЖРС, как показали T. Fujita et al. [20]. Величина фиброзно-измененного миокарда более 15% считается одним из предикторов ВСС. Другим фактором риска ВСС у пациентов с ГКМП является выраженная степень гипертрофии ЛЖ с толщиной стенок 30 мм или более [11]. Экстремальная гипертрофия миокарда выявлялась у 3 человек.

Несмотря на кажущуюся простоту признаков, позволяющих установить ГКМП, с этим диагнозом связано 4 случая реклассификации заболевания. В нашей работе исследование МРТ помогло у 2 пациентов выявить фенотип ГКМП – амилоидоз. На МРТ с отсроченным контрастированием определялось характерное диффузное трансмуральное или субэндокардиальное накопление контрастного вещества в миокарде желудочков, связанное с увеличением объема внеклеточной жидкости миокарда из-за амилоидной инфильтрации. Кроме того, по данным МРТ можно оценить толщину стенок желудочков и структуру миокарда, утолщение межжелудочковой перегородки, уменьшение полости левого желудочка, повышение T1-времени релаксации и увеличение внеклеточного объема [21]. В двух других случаях убедительные признаки ГКМП по данным МРТ позволили реклассифицировать диагноз из неопределенной и идиопатической кардиомиопатии.

Четвертое место занимает АКМП: 19 (7%) пациентов имели определенный диагноз АКМП в соответствии с критериями The Padua criteria 2020 г. на основании наличия 2 больших/1 большого и 2/4 малых признаков. При этом 13 (5%) пациентов имели меньше критериев, и вероятность АКМП была оценена как «пограничная» у 6 больных и «возможная» – у 7. Важную роль занимает МРТ в стратификации риска и прогнозе течения этого заболевания. АКМП связана с повышенным риском жизнеугрожающих желудочковых аритмий, внезапной сердечной смерти и сердечной недостаточности [13]. Степень и локализация LGE в миокарде, определяемая по данным МРТ, влияют на риск аритмических событий [22]. При электрофизиологическом исследовании H. Tandri et al. выявили связь LGE в ПЖ с индуцируемой аритмией у пациентов с АКМП [23]. Фиброзные изменения миокарда ЛЖ влияли на фракцию выброса ЛЖ и ПЖ. В работе K. Chun et al. (2022 г.) показана зависимость визуализации LGE в миокарде ЛЖ от наличия или прогрессирования сердечной недостаточности [24]. Вероятность неблагоприятных

исходов повышается при снижении фракции выброса ПЖ и ЛЖ. Разработанная в 2019 г. прогностическая модель оценки риска ЖНР включает дисфункцию ПЖ как один из 7 достоверных предикторов этого нарушения [25].

На пятом месте (12 пациентов, 4,3%) был НМЛЖ. Раньше это состояние относили к кардиомиопатиям, но в 2023 г. Европейское общество кардиологов (ESC) рекомендовало заменить это термин на «гипертрабекулярность» и использовать для обозначения фенотипа желудочков сердца [26]. Тем не менее у пациентов с НМЛЖ в 90% случаев наблюдаются различные нарушения проводимости и ритма сердца, из которых ЖНР, по различным оценкам, составляют более 40% у взрослых [27].

Несмотря на то что пациентов с известными ишемическими заболеваниями миокарда исключили из исследования, по результатам МРТ сердца у 5 (2%) пациентов были выявлены СИМ ишемического типа. В зависимости от методов и уровня предварительного обследования доля реклассификации неишемических изменений миокарда в ишемические после проведения МРТ может сильно варьировать: так, в исследовании F. Leyva (2017 г.) она составила 20% случаев [28]. В нашей работе у двух пациентов ишемия была связана с аномальным отхождением коронарных артерий.

У 3 (1%) пациентов с ЖНР был выявлен ВПС. Во всех случаях нарушение ритма сердца сочеталось с дилатацией ПЖ. В литературе отмечается, что эти случаи требуют особой внимательности рентгенолога, чтобы не были пропущены другие, менее очевидные причины развития заболевания (например, ВПС, особенно при наличии шунтирования слева направо, имитирующего АКМП) [29]. У одной пациентки был выявлен дефект межпредсердной перегородки с выраженным шунтированием крови ($Q_p/Q_s > 2$) и увеличением ПЖ. У двух пациентов обнаружен аномальный дренаж левой верхней легочной вены в верхнюю полую вену.

Заключение

Магнитно-резонансная томография с методиками отсроченного контрастирования позволяет надежно выявлять аритмогенный субстрат заболеваний, связанных с ЖНР, что приводит к реклассификации диагнозов более чем в половине случаев. Следует рекомендовать проведение МРТ-исследование на более раннем этапе диагностического алгоритма обследования пациентов с ЖНР.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Библиографический список/References

1. Лебедев Д.С., Михайлов Е.Н., Неминуший Н.М. и др. Желудочковые нарушения ритма. Желудочковые тахикардии и внезапная сердечная смерть. Клинические рекомендации 2020. *Российский кардиологический журнал*. 2021; 26 (7): 4600. DOI: 10.15829/1560-4071-2021-4600
Lebedev D.S., Mikhailov E.N., Neminuschiy N.M. et al. Ventricular arrhythmias. Ventricular tachycardias and sudden cardiac death. 2020. Clinical guidelines. *Russian Journal of Cardiology*. 2021; 26 (7): 4600 (in Russ.). DOI: 10.15829/1560-4071-2021-4600
2. Жабина Е.А., Трешкур Т.Р. Желудочковые аритмии, индуцированные физической нагрузкой: активно выявлять или не замечать? *Эффективная фармакотерапия*. 2023; 19 (10): 6–14. DOI: 10.33978/2307-3586-2023-19-10-6-14
Zhabina E.A., Treshkur T.R. Exercise-induced ventricular arrhythmias: actively detect or not notice? *Effective pharmacotherapy*. 2023; 19 (10): 6–14 (in Russ.). DOI: 10.33978/2307-3586-2023-19-10-6-14
3. Бокерия О.Л., Ахобеков А.А. Внезапная сердечная смерть: механизмы возникновения и стратификация риска. *Анналы аритмологии*. 2012; 9 (3): 5–13.
Bockeria O.L., Akhobekov A. Sudden cardiac death: mechanisms and risk stratification. *Annaly Aritmologii*. 2012; 9 (3): 5–13 (in Russ.).
4. Andreini D., Dello Russo A., Pontone G. et al. CMR for identifying the substrate of ventricular arrhythmia in patients with normal echocardiography. *JACC Cardiovasc. Imaging*. 2020; 410–421. DOI: 10.1016/j.jcmg.2019.04.023
5. White J., Fine N., Gula L. et al. Utility of cardiovascular magnetic resonance in identifying substrate for malignant ventricular arrhythmias. *Circ. Cardiovasc. Imaging*. 2012; 5 (1): 12–20. DOI: 10.1161/CIRCIMAGING.111.966085
6. Neilan T.G., Farhad H., Mayrhofer T. et al. Late gadolinium enhancement among survivors of sudden cardiac arrest. *JACC Cardiovasc. Imaging*. 2015; 8 (4): 414–423. DOI: 10.1016/j.jcmg.2014.11.017
7. Марченко Д.С., Александрова С.А., Глазкова Е.Ю. и др. Определение диапазона референсных значений нативного времени T1-, T2-релаксации миокарда параметрических карт в модификации MOLLY на магнитно-резонансной томографии 1,5 Тл. *Креативная кардиология*. 2024; 18 (1): 36–43. DOI: 10.24022/1997-3187-2
Marchenko D.S., Aleksandrova S.A., Glazkova E.Yu. et al. Determination of the range of reference values of native T1-, T2-relaxation times of myocardial parametric maps in the modification of MOLLY on magnetic resonance imaging 1.5 T. *Creative Cardiology*. 2024; 18 (1): 36–43 (in Russ.). DOI: 10.24022/1997-3187-2024-18-1-36-43
8. Шляппо М.А., Глазкова Е.Ю., Матаева Т.В. и др. Пособие по проведению магнитно-резонансной томографии сердца. Методические рекомендации. М.: НМИЦ ССХ им. А.Н. Бакулева; 2025.
Shlyappo M.A., Glazkova E.Yu., Mataeva T.V. et al. Manual on conducting cardiac magnetic resonance imaging. Guidelines. Moscow; 2025 (in Russ.).
9. Ferreira V., Schulz-Menger J., Holmvang G. et al. Cardiovascular magnetic resonance in nonischemic myocardial inflam-

- mation: expert recommendations. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2018; 18; 72 (24): 3158–3176. DOI: 10.1016/j.jacc.2018.09.072
10. Grothoff M., Pachowsky M., Hoffmann J. et al. Value of cardiovascular MR in diagnosing left ventricular non-compaction cardiomyopathy and in discriminating between other cardiomyopathies. *Eur. Radiol.* 2012; 22 (12): 2699–2709. DOI: 10.1007/s00330-012-2554-7
 11. Maron M., Maron B., Harrigan C. et al. Hypertrophic cardiomyopathy phenotype revisited after 50 years with cardiovascular magnetic resonance. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2009; 54 (3): 220–228. DOI: 10.1016/j.jacc.2009.05.006
 12. Александрова С.А., Глазкова Е.Ю., Золотайкина О.С. и др. Оценка структурных изменений миокарда у пациентов с разобщением кольца митрального клапана с помощью магнитно-резонансной томографии. *Креативная кардиология.* 2023; 17 (3): 386–401. DOI: 10.24022/1997-3187-2023-17-3-386-401
Aleksandrova S.A., Glazkova E.Yu., Zolotaykina O.S. et al. Assessment of structural left heart abnormalities in mitral annular disjunction patients by magnetic resonance imaging. *Creative Cardiology.* 2023; 17 (3): 386–401 (in Russ.). DOI: 10.24022/1997-3187-2023-17-3-386-401
 13. Corrado D., Anastakis A., Basso C. et al. Proposed diagnostic criteria for arrhythmogenic cardiomyopathy: European Task Force consensus report. *Int. J. Cardiol.* 2024; 395: 131447. doi:10.1016/j.ijcard.2023.131447.
 14. Голухова Е.З. Отчет о лечебной и научной работе Национального медицинского исследовательского центра сердечно-сосудистой хирургии им. А.Н. Бакулева Минздрава России за 2024 год. Перспективы дальнейшего развития. *Сердечно-сосудистые заболевания. Бюллетень НЦССХ им. А.Н. Бакулева РАМН.* 2025; 26 (Спецвыпуск): 5–130. DOI: 10.24022/1810-0694-2025-26S
Golukhova E.Z. Report on the clinical and scientific activity of Bakoulev National Medical Research Center for Cardiovascular Surgery for 2024. Development prospects. *The Bulletin of Bakoulev Center. Cardiovascular Diseases.* 2025; 26 (Special Issue): 5–130 (in Russ.). DOI: 10.24022/1810-0694-2025-26S
 15. Голухова Е.З., Асланиди И.П., Сокольская Н.О. и др. Комплексная ультразвуковая оценка гемодинамических параметров сердца и почек в ранней диагностике осложнений после аортокоронарного шунтирования. *Клиническая физиология кровообращения.* 2023; 20 (1): 56–66. DOI: 10.24022/1814-6910-2023-20-1-56-66
Golukhova E.Z., Aslanidis I.P., Sokolskaya N.O. et al. Comprehensive ultrasound for heart and kidney hemodynamic assessment in the early diagnosis of complications after coronary artery bypass grafting surgery. *Clinical Physiology of Circulation.* 2023; 20 (1): 56–66 (in Russ.). DOI: 10.24022/1814-6910-2023-20-1-56-66
 16. Aquaro G.D., Perfetti M., Camastra G. et al. Cardiac magnetic resonance Working Group of the Italian Society of Cardiology. Cardiac MR with late gadolinium enhancement in acute myocarditis with preserved systolic function: ITAMY Study. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2017; 70 (16): 1977–1987. DOI: 10.1016/j.jacc.2017.08.044
 17. Abbara S., Mundo-Sagardia J., Hoffmann U. et al. Cardiac CT assessment of left atrial accessory appendages and diverticula. *Am. J. Roengenol.* 2009; 193: 807–812.
 18. Sabbag A., Essayagh B., Barrera J. et al. EHRA expert consensus statement on arrhythmic mitral valve prolapse and mitral annular disjunction complex in collaboration with the ESC Council on valvular heart disease and the European Association of Cardiovascular Imaging. *Europace.* 2022; 24 (12): 1981–2003. DOI: 10.1093/europace/euac125
 19. Basso C., Perazzolo Marra M., Rizzo S. et al. Arrhythmic mitral valve prolapse and sudden cardiac death. *Circulation.* 2015; 132: 556–566. DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.15.016291
 20. Fujita T., Konno T., Yokawa J. et al. Increased extent of myocardial fibrosis in genotyped hypertrophic cardiomyopathy with ventricular tachyarrhythmias. *J. Cardiol.* 2015; 66 (1): 63–68. DOI: 10.1016/j.jjcc.2014.10.002
 21. Магомедова З.Н., Никифорова Т.Е., Щекочихин Д.Н. и др. Возможности магнитно-резонансной томографии сердца в дифференциальной диагностике кардиомиопатий вследствие амилоидоза легких цепей и транстиретинового амилоидоза. *Digital Diagnostics.* 2024; 5 (4): 668–681. DOI: 10.17816/DD635007
Magomedova Z.N., Nikiforova T.E., Shekchikhin D.N. et al. Potential use of cardiac magnetic resonance imaging in differential diagnosis of cardiomyopathies due to light-chain amyloidosis and transthyretin amyloidosis. *Digital Diagnostics.* 2024; 5 (4): 668–681 (in Russ.). DOI: 10.17816/DD635007
 22. Cipriani A., Bauce B., De Lazzari M. et al. Arrhythmogenic right ventricular cardiomyopathy: characterization of left ventricular phenotype and differential diagnosis with dilated cardiomyopathy. *J. Am. Heart Assoc.* 2020; 9 (5): e014628. DOI: 10.1161/JAHA.119.014628
 23. Tandri H., Saranathan M., Rodriguez E. Noninvasive detection of myocardial fibrosis in arrhythmogenic right ventricular cardiomyopathy using delayed-enhancement magnetic resonance imaging. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2005; 45 (1): 98–103. DOI: 10.1016/j.jacc.2006.08.018
 24. Chun K., Oh J., Hong Y. et al. Prognostic cardiac magnetic resonance markers of left ventricular involvement in arrhythmogenic cardiomyopathy for predicting heart failure outcomes. *J. Am. Heart Assoc.* 2022; 11 (6): e023167. DOI: 10.1161/JAHA.121.023167
 25. Cadrin-Tourigny J., Bosman L., Nozza A. et al. A new prediction model for ventricular arrhythmias in arrhythmogenic right ventricular cardiomyopathy. *Eur. Heart J.* 2019; 40 (23): 1850–1858. DOI: 10.1093/eurheartj/ehz103
 26. Arbelo E., Protonotarios A., Gimeno J. et al. 2023 ESC guidelines for the management of cardiomyopathies: developed by the task force on the management of cardiomyopathies of the European Society of Cardiology (ESC). *Eur. Heart J.* 2023; 44: 3503–3526. DOI: 10.1093/eurheartj/ehad194
 27. Weiford B., Subbarao V., Mulhern K. Noncompaction of the ventricular myocardium. *Circulation.* 2004; 109: 2965–2971. DOI: 10.1161/01.CIR.0000132478.60674.D0
 28. Leyva F. The role of cardiovascular magnetic resonance in cardiac resynchronization therapy. *Heart Fail. Clin.* 2017; 13 (1): 63–77. DOI: 10.1016/j.hfc.2016.07.006
 29. Kiamanesh O., Farhan M., Sanai S. et al. Congenital heart disease confounding the diagnosis of arrhythmogenic right ventricular cardiomyopathy. *Heart Rhythm. Case Rep.* 2016; 18; 2 (4): 290–295. DOI: 10.1016/j.hrcr.2016.01.007

Поступила 22.08.2025

Принята к печати 08.09.2025