

РЕДАКЦИОННАЯ СТАТЬЯ

УДК 615.847.8:616-073.75

**МРТ СЕРДЦА С КОНТРАСТИРОВАНИЕМ: АЛЬТЕРНАТИВНЫЙ
ИЛИ НЕОБХОДИМЫЙ ДИАГНОСТИЧЕСКИЙ МОДУЛЬ
В КАРДИОЛОГИЧЕСКОЙ И КАРДИОХИРУРГИЧЕСКОЙ
ПРАКТИКЕ***Л. А. Юрпольская, В. Н. Макаренко, Л. А. Бокерия*

Научный Центр сердечно-сосудистой хирургии им. А. Н. Бакулева, Москва, Россия

**CARDIAC MRI WITH CONTRAST ENHANCEMENT:
AN ALTERNATIVE OR A NECESSARY DIAGNOSTIC MODULE
IN CARDIOLOGY PRACTICE***L. A. Yurpolskaya, V. N. Makarenko, L. A. Bokeria*

The Bakoulev Center for Cardiovascular Surgery, Moscow, Russia

© Коллектив авторов, 2015 г.

В статье обсуждается необходимость введения контрастного препарата при проведении МРТ сердца у пациентов с сердечно-сосудистыми заболеваниями. Данные мировых исследований подчеркивают способность МРТ с контрастным усилением в естественных условиях предоставить подробную информацию о поражении миокарда разной этиологии. На основе литературных и собственных данных авторами выдвинуты аргументы в пользу обязательного включения МРТ с контрастным усилением в стандартный диагностический алгоритм обследования пациентов с подозрением на сердечно-сосудистую патологию различного генеза.

Ключевые слова: МР-диагностика, МР-контрастирование, заболевания сердца, МРТ сердца.

The review discussed the need for the introduction of contrast agents during cardiac MRI in patients with cardiovascular diseases. Global studies highlighted the ability of gadolinium enhancement (LGE) technique provide detailed in vivo tissue characterisation to help identification cardiac lesions of different etiology. In agreement with the medical literature and own experience and data, the authors offer arguments in favor of mandatory inclusion of MRI with contrast enhancement in the standard diagnostic algorithm in patients with suspected cardiovascular disease of various origins.

Key words: cardiac MRI, gadolinium enhancement (LGE), heart disease.

Поводом к написанию этой статьи послужили, во-первых, мировая тенденция возрастания частоты использования МРТ для диагностики сердечно-сосудистой патологии, усовершенствование разработчиками имеющихся и появление новых программ для кардио-МР, а во-вторых, рост числа современных МР-томографов в России, переоснащение и модернизация медицинских учреждений не только в Москве или Санкт-Петербурге, но и в большинстве различных регионов России. В связи с этим встает вопрос о рациональном использовании МРТ для обследования пациентов с подозрением на патологию сердца и сосудов. Ведь помимо МР-томографии существуют и другие привычные неинвазивные, совершенствующиеся, менее дорогостоящие диагностические модули, такие как эхокардиография (ЭхоКГ), компьютерная томография (КТ), дающие много необходимой информации.

Однако, по данным S. Mujtaba и соавт., за период с 2001 по 2011 год резко возросло количество мировых публикаций, посвященных использованию МРТ сердца для обследования больных с различной патологией сердечно-сосудистой системы [1]. При этом авторы отмечают, что рост использования эхокардиографии был менее заметен, а применение радионуклидных методик вообще снизилось. Несмотря на то, что компьютерная томография сопряжена с определенной лучевой нагрузкой, частота использования ее у кардиологических пациентов также возросла, однако не так значительно, как МРТ.

Такой интерес к МРТ связан, прежде всего, с хорошо известными возможностями и приоритетами этой методики. Наиболее привлекательными и популярными из них являются отсутствие ионизирующего излучения и хорошее тканевое разреше-

ние, позволяющее не использовать контрастные препараты. Современная МРТ сердца — это: программы для оценки анатомии и геометрии; кино-программы для оценки функциональных параметров сердца; качественная и количественная оценка потоков с измерением градиентов давления и эффективной площади открытия; наглядное представление цветных карт скорости и направлений потока, возможность изучения геометрии кровотока; выявление очагов фиброзных изменений миокарда (отсроченное контрастирование).

Однако именно применение МР-контрастных препаратов во многом определяет значимость методики у пациентов с сердечно-сосудистой патологией и существенно выделяет МРТ на фоне других диагностических модулей. Так, анализируя значимость МРТ сердца для клиники у пациентов с сердечной недостаточностью различного генеза, S. A. Abbasi и соавт. определили, что в 65% случаев после проведения МРТ сердца либо кардинально менялась тактика ведения больных, либо вообще изменялся диагноз. Именно отсроченное МР-контрастирование явилось независимым предиктором «значимого влияния для клиники». При таких положительных выводах авторы отмечают и ограничения распространения использования МРТ с контрастированием. Кроме стоимости исследования, это причины, связанные с состоянием пациентов: почечная недостаточность, тяжесть сердечной недостаточности, клаустрофобия, аллергия, имплантированные кардиостимуляторы, дефибрилляторы и др. [2].

Растущая популярность МРТ сердца привела к тому, что в современном мире постепенно начинают пересматриваться диагностические алгоритмы для разных заболеваний сердца и сосудов. Уже имеются четкие рекомендации по применению МРТ при врожденных пороках сердца, при некоторых приобретенных пороках сердца, при инфаркте миокарда, при сердечной недостаточности, особенно вызванной прогрессированием различных кардиопатий [3–6].

Во всех этих работах МРТ сердца выступает ведущим методом для решения определенных задач, прежде всего из-за использования контрастных препаратов. В возможности оценки поражений миокарда различной природы и состоит индивидуальность и диагностическая значимость МРТ сердца. И поэтому применение контрастных препаратов становится сегодня необходимостью для МР-диагностики патологии сердечно-сосудистой системы.

Сейчас для широкого использования врачам предложены разные гадолинийсодержащие контрастные препараты. Они различаются как своей химической структурой, так и влиянием, в том числе и негативным, на органы и системы человека, прежде всего, на почки. Учитывая особенности каждого препарата, в настоящее время разработаны единые международные рекомендации по использованию

контрастных веществ в зависимости от их степени риска. По этим данным наименьшую степень риска имеют дотарем и гадовист [7]. Такая информация важна при выборе контраста, прежде всего, для пациентов из групп риска: дети, кормящие матери, пациенты с сахарным диабетом, с почечной недостаточностью и т. д. Дополнительно у таких пациентов для выбора оптимального препарата необходимо знать не только цифры креатинина, но и скорость клубочковой фильтрации [8].

Таким образом, сегодня врачи в своей практике применяют рекомендации для использования контрастных препаратов, рекомендации по алгоритму применения МРТ сердца для большинства заболеваний сердца и сосудов, а в помощь врачам лучевой диагностики в 2013 году вышли рекомендации по стандартным протоколам сканирования сердца с учетом конкретной патологии и применения контрастных веществ, а также стандарты по анализу кардиоизображений [9, 10]. В совокупности это ведет к тому, чтобы иметь МРТ с контрастированием в качестве стандартного метода в общем диагностическом алгоритме рутинной кардиологической и кардиохирургической практики.

Если объединить блоки диагностических задач, которые в большинстве случаев решаются именно с использованием МРТ сердца с контрастированием (МРТ с КУ), то можно выделить следующие: объемные/опухолевые образования сердца, средостения и грудной клетки в целом (диагностика, размеры, локализация, протяженность, тканевые характеристики, прогноз злокачественного процесса); коронарогенная патология (диагностика острых поражений, локализация, протяженность и объем рубцовой ткани, стресс-перфузия); некоронарогенная патология (МР-ангиография при врожденных пороках, оценка состояния миокарда при врожденных и приобретенных пороках до и после коррекции, поиск субстрата аритмий и его локализация, особенно перед абляцией, поиск воспалительных очагов, диагностика и дифференциальная диагностика кардиомиопатий).

С помощью МРТ сердца мы получаем достоверные количественные данные о функциональных параметрах не только левых камер, но и правых, данные о геометрии кровотока и количественные параметры кровотока в любом бассейне, а кроме того, МРТ с КУ дополнительно дает информацию, которую нельзя получить другими современными методами. В доказательство, опираясь не только на данные литературы, но и собственный опыт (в среднем из 1500–2000 МР-исследований сердца в год $\frac{2}{3}$ из них мы проводим с КУ), представляем несколько наглядных примеров по основным диагностически значимым блокам.

1. Объемные/опухолевые образования. МРТ уже давно используется как обязательный метод в диагностике объемных/опухолевых образований различных органов и систем, особенно у детей. Сердце и средостение не является в этом случае

исключением, хотя опухоли сердца относятся к редкой патологии [11–14]. Помимо определения размеров, локализации образований, МРТ дает возможность, не вводя контраст, диагностировать некоторые доброкачественные образования (кисты, липоматоз и липомы, рабдомиомы, тромбы) [13, 14].

Однако введение контрастного препарата увеличивает достоверность результата, позволяет, в большинстве наблюдений, исключать или подтверждать злокачественность, и, что самое важное, — устанавливать четкую распространенность процесса, вовлечение смежных структур, а в ряде случаев помогает судить о тканевой принадлежности опухолей [12, 13]. Для наглядности на рис. 1 нами представлены различные объемные образования с отличиями при контрастировании.

2. Коронарогенная патология. Качественная, полноценная и достоверная диагностика коронарогенного поражения сердца на современном этапе развития кардиологии и кардиохирургии входит в число наиболее актуальных и востребованных.

препарата в отсроченную фазу — субэндокардиальный или трансмуральный. Отсутствие накопления или иной его тип будет говорить либо об отсутствии коронарной патологии, либо о некоронарогенном поражении миокарда [17, 18, 20, 23]. Это приобретает особое значение для дифференциальной диагностики у взрослых пациентов с подозрением на ишемическую болезнь при болях в грудной клетке и сомнительных данных коронарографии, например, у взрослых пациентов со стресс-индуцированной кардиопатией (тако-цубо) или при подозрении на неишемическое поражение сердца (рис. 2). В таких ситуациях МРТ с КУ должна стать одним из обязательных методов обследования.

К похожим изменениям миокарда, имеющим коронарогенный генез, приводит и врожденная аномалия коронарных артерий. При этой патологии применение МРТ сердца с КУ является дополнительной методикой. Например, у детей с такой патологией возникает необходимость знать количественную степень фиброзного поражения миокарда, что помогает в выборе

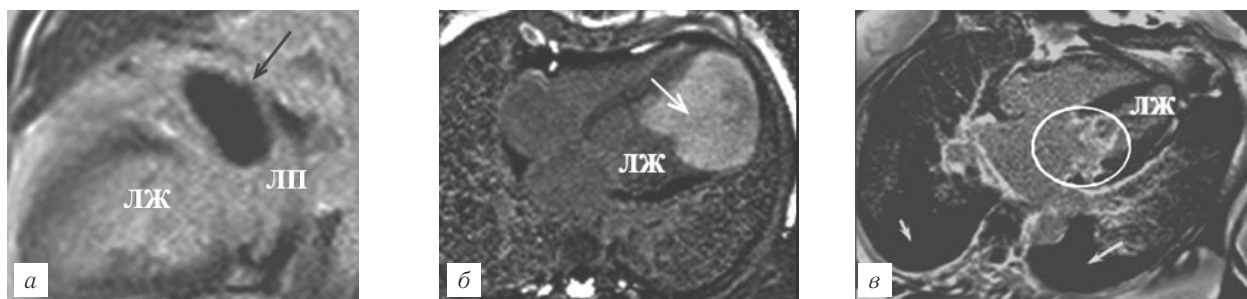


Рис. 1. МРТ с контрастированием, последовательность PSIR. Особенности отсроченного МР-контрастирования: *а* — срез зоны интереса; тромб в ушке левого предсердия (стрелка); *б* — срез в 4-камерной плоскости левого желудочка. Опухоль (гамартома) миокарда левого желудочка у ребенка 6 мес (стрелка), обширное поражение миокарда верхушки, почти всей задней и задненижней стенки левого желудочка; *в* — срез в 4-камерной плоскости левого желудочка. Саркома левого желудочка (обведена), выпот и сепарация листков перикарда, выпот в плевральной полости (стрелки). ЛП — левое предсердие, ЛЖ — левый желудочек.

В арсенале клинициста, помимо инвазивной коронарографии, имеются усовершенствованные методики ЭхоКГ, КТ, радионуклидные методы, существенно обогащающие информацией, необходимой для решения клинических задач. МР-томография вносит свой вклад, давая возможность получить несколько иные и новые данные для представления полной картины поражения [15–17].

Хорошо известны возможности бесконтрастных МР-методик при обследовании пациентов с ишемией миокарда [17–19]. Дополнительно введение контрастного препарата помогает в подтверждении острого поражения, при выполнении стресс-перфузии способствует выявлению зон ишемии и их протяженности, наличия жизнеспособного миокарда, определению точной локализации и объема рубцовой ткани, диагностике феномена «микроваскулярной обструкции», который свидетельствует о тяжести текущего состояния и ухудшает прогноз [18–22].

При ишемическом характере поражения присутствует характерный тип накопления контрастного

оптимальной тактики ведения этих пациентов во время операции и в раннем послеоперационном периоде с целью предотвращения осложнений. У взрослых пациентов, кроме того, можно получить еще и информацию о зонах с нарушением перфузии [24].

Введение контраста обязательно и при стресс-МРТ, которую проводят гораздо реже в связи с распространенностью других методик (стресс-эхоКГ, изотопных методов). В критериях, разработанных Американской ассоциацией кардиологов по использованию МРТ у кардиологических больных, прописаны показания, в том числе и для стресс-МРТ. Например, с целью решения вопроса о необходимости операции и/или выборе метода реваскуляризации, при невозможности и/или сомнительном результате данных других методов [25–27].

Чувствительность, специфичность и точность стресс-МРТ по данным разных авторов довольно высокие (80–90%). Сочетание стресс-перфузии и отсроченного контрастирования существенно повышает диагностическую ценность МРТ [27–29].

Появляются работы, в которых стресс-перфузия МРТ опирается на изменение уровня оксигенации, без введения контраста [29]. Насколько широко эта методика будет распространена, покажет дальнейшее накопление материала и его анализ.

зону интереса сосудистого русла. Подробный обзор с собственными результатами по данному вопросу представлен нами ранее [30]. Хотелось бы только подчеркнуть, что именно у детей старшей возрастной группы и взрослых с ВПС, МРТ с КУ может помочь

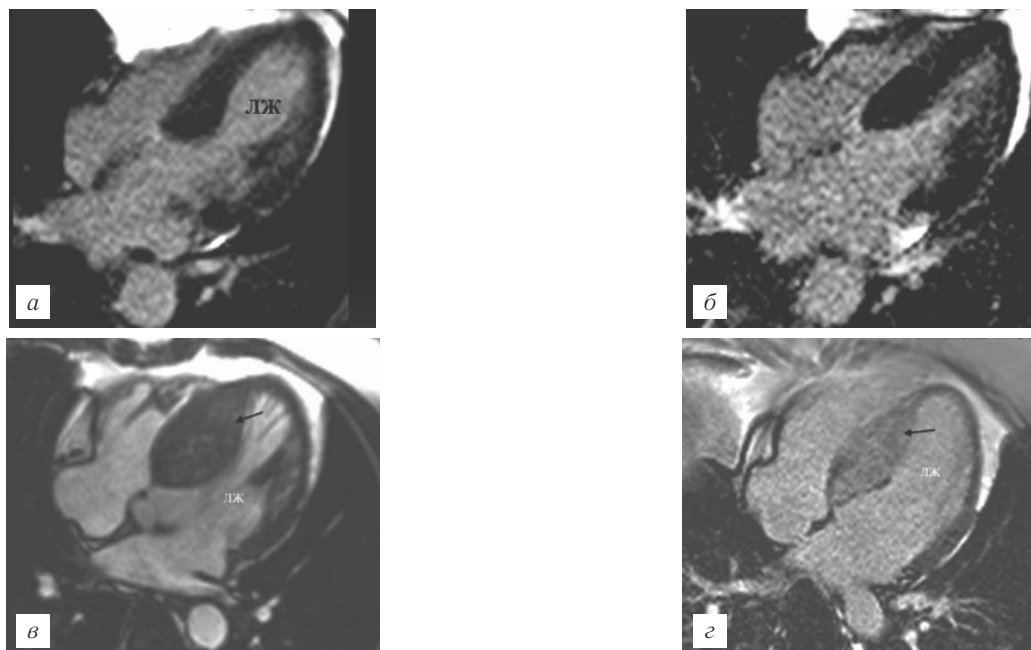


Рис. 2. Особенности МР-контрастирования: *а* — пациентка С., 45 лет, боли в грудной клетке, снижение ФВ, тропонин на верхней границе нормы, по коронарограммам — стеноз левой коронарной артерии 50%, незначимые стенозы правой. При МРТ с КУ, PSIR — характерная форма левого желудочка, отсутствие накопления контрастного вещества — наиболее вероятна стресс-индуцированная кардиопатия; *б* — через 2 мес — заметная положительная динамика; *в* — кино-МРТ-диастола, срез в 4-камерной плоскости. Пациент К., 37 лет, с направительным диагнозом «гипертрофическая кардиопатия» (ГКМП). Имеется резкое утолщение межжелудочковой перегородки (стрелка), МР-сигнал с единичными мелкими гиперинтенсивными участками; *г* — МРТ с КУ, PSIR у того же пациента. Нетипичное для ГКМП накопление контрастного вещества, что может соответствовать аномалии левой коронарной артерии или гемангиоме перегородки (стрелка). ЛЖ — левый желудочек.

3. Некоронарогенная патология миокарда включает достаточно большое количество заболеваний сердца, имеющих некоронарогенный генез. Именно у больных с некоронарогенной патологией миокарда интересна и наиболее востребована МРТ с КУ из-за возможности получить информацию о состоянии миокарда, а конкретно о наличии измененной ткани.

При этом некоронарогенное происхождение патологии сердца отличает от коронарогенного генеза характерный тип накопления контрастного препарата при отсроченном МР-контрастировании — субэпикардиальный, интрамиокардиальный или очаговый тип, не связанный с бассейном коронарного кровоснабжения.

3.1. Пороки сердца. Если рассматривать последовательно заболевания из этой группы, то, пожалуй, только при врожденных пороках сердца (ВПС), особенно у детей старшей возрастной группы, МРТ с контрастированием может иметь еще одну важную цель — оценку анатомии. При МР-ангиографии с введением контрастного препарата у таких пациентов хорошо визуализируются даже коллатеральные сосуды мелкого калибра, а последующая обработка МР-изображений позволяет наглядно представить в 3D- или мультипланарных реконструкциях любую

перед операцией для оценки состояния миокарда — с целью решения вопроса об операбельности или выбора оптимальной тактики ведения в раннем послеоперационном периоде. Большую роль здесь будет играть не только функциональное состояние сердца, но и количество фиброзных изменений миокарда.

Как правило, при сложных ВПС пациенты оперируются неоднократно в течение жизни, поэтому МРТ с КУ в длительном наблюдении не менее значима. Тот комплекс информации об анатомии, функции и состоянии миокарда, который дает методика МРТ, помогает выбрать оптимальный срок для очередной операции. Цели использования МРТ с КУ до и после хирургической коррекции у пациентов с ВПС сходны с таковыми при обследовании больных с приобретенными пороками [5, 6].

Очень интересен вопрос о перфузии легких с применением МРТ с КУ. Приоритет диагностики легочной патологии всегда принадлежал КТ. Однако все чаще появляются работы по использованию МРТ с КУ для оценки перфузии легких при разной патологии. Особенно востребована методика, вероятно, будет при пороках с легочной гипертензией или у пациентов с тромбоэмболией легочной артерии разной этиологии. До широкого использования

МРТ в таких целях пока далеко, но в мире интерес к этому вопросу постепенно растет [31–33].

Вообще же интерес к МРТ с КУ связан, прежде всего, с возможностью выявлять измененный миокард, а наличие любого измененного участка миокарда при любой кардиальной патологии может стать источником эктопических очагов, включая жизнеугрожающие аритмии [34–36]. Для более точных и достоверных результатов оценки миокарда, особенно предсердий, в последние годы разработана программа «T1-карта» [37–39].

Если говорить о наиболее опасных нарушениях ритма, то это, безусловно, желудочковые. Желудочковые аритмии являются общим, часто единственным симптомом, объединяющим большую группу тяжелой патологии сердца — кардиомиопатий. Для пациентов с такой патологией МРТ с КУ не только диагностический метод, но и метод, позволяющий проводить дифференциальную диагностику кардиомиопатий.

3.2. Кардиомиопатии (КМП) — гетерогенная группа заболеваний миокарда, ассоциированных с механической и/или электрической дисфункцией, обычно сопровождающихся гипертрофией миокарда или дилатацией камер сердца, развивающихся вследствие различных причин, чаще имеющих генетическую природу. Это первичное заболевание сердца и, следовательно, диагностика его основывается на последовательном исключении заболеваний клапанного аппарата, коронарных сосудов, перикарда. Новые данные о генезе кардиомиопатий и пересмотренная в связи с этим классификация 2006 г. говорят об определяющей роли в диагностике именно молекулярно-генетических исследований [40].

Однако применение таких исследований довольно ограничено в силу разных причин, поэтому важно найти альтернативный подход, который поможет в оценке состояния миокарда. При комплексном использовании диагностических модулей в соответствии с каждой конкретной клинической ситуацией можно добиться определенных успехов.

Задачи компьютерных методик в диагностике кардиомиопатий состоят в исключении другой кардиальной патологии; в выявлении характерных морфологических и функциональных проявлений КМП; в дифференциальной диагностике КМП; в оценке прогнозов у пациентов с КМП; в помощи выбора тактики и оценки результатов лечения. Из всего перечисленного МРТ с КУ тот инструментальный метод, который помогает обнаружить повреждения миокарда и в большинстве случаев провести дифференциальную диагностику кардиомиопатий. И поэтому МРТ с КУ может стать одной из обязательных составляющих инструментальной диагностики этой патологии.

С первых работ конца 1990-х годов по использованию КУ в МРТ прошло много времени. Сейчас в литературе большое число публикаций посвящено использованию МРТ с КУ в обследовании пациентов с поражением миокарда, включая кардиомиопатии.

Показаны все приоритеты методики МР-контрастирования, подробно изучены механизмы контрастирования [20, 36, 41, 42]. Вообще вопрос о современных инструментальных методах диагностики при кардиопатиях весьма интересен и может стать отдельной темой для более глубокого изучения.

Если обратиться к последней классификации кардиомиопатий [40], то четко различают первичные и вторичные формы. Вторичные кардиопатии связаны с основным заболеванием, поэтому в этом случае клиницистам легче заподозрить поражение сердца, однако подтвердить диагноз удастся не всегда. При первичной кардиопатии предположить поражение сердца бывает трудно, особенно в молодом возрасте, при малосимптомном течении или при маскирующей другую патологию симптомах, например, у пациентов старшей возрастной группы. С редкими формами кардиопатий бывает еще труднее, так как существует опасность пропустить не только «кардиопатию», но и отнести проявления болезни к более известным и чаще встречающимся формам, что ведет к неправильной тактике лечения пациентов. В таких случаях МРТ с КУ может существенно помочь [20, 27, 36, 41, 42].

Из кардиопатий наиболее известен в клинической практике миокардит — воспалительное или токсическое поражение миокарда, которое опасно своими аритмическими проявлениями [20, 34, 35]. Вовремя и правильно назначенная терапия позволяет избежать грозных осложнений этого заболевания.

Показанием к МРТ, согласно критериям Американской ассоциации кардиологов, служит подозрение на миокардит или аритмия неустановленного генеза [27]. С помощью МРТ с КУ можно не только выявить острый процесс, используя T2-взвешенные изображения или программы (T2-картирование), но и определить локализацию аритмогенного очага как при острых, так и при хронических формах [41–43]. Информация имеет значение для ЭФИ, для подбора терапии или планирования биопсии, так как биопсия может быть взята вне очага поражения, что впоследствии приведет к диагностической ошибке.

Есть еще один важный момент. Миокардит часто ведет к развитию дилатационной кардиомиопатии (ДКМП). Конечно, МРТ с КУ, в большинстве своем, не является основополагающим методом в формировании диагноза. Но при введении контрастного вещества мы получаем важные данные о состоянии миокарда. Доказано, что при ДКМП наличие, распространенность и объем участков патологического накопления контрастного вещества (фиброз) имеют прямую корреляцию с ухудшением состояния сердечной мышцы и, следовательно, высокий риск сердечной смерти [41, 42, 44]. С учетом развития и достижений современной трансплантологии такая информация может помочь в распределении очередности на трансплантацию сердца, а в целом — в выборе тактики ведения и лечения таких больных.

Выше было отмечено, что желудочковые аритмии — это тот грозный симптом, который во многом объединяет все кардиопатии, являясь угрозой внезапной смерти. Этим объясняется такое пристальное внимание к диагностике кардиопатий. Так, в 1994 г. W. J. McKenna и соавт. разработали, а в 2010 г. F. Marcus, W. J. McKenna и соавт. модифицировали диагностические критерии по аритмогенной дисплазии правого желудочка (АЖПЖ) [45]. В критериях присутствуют данные МРТ, но они касаются только

для АДПЖ накопление контрастного вещества (рис. 3, а). Суммируя данные МРТ, заподозрили наличие саркоидоза. При дальнейшем обследовании диагноз подтвердился. Была назначена соответствующая терапия с хорошим клиническим эффектом.

Другой пример. Пациент К., 49 лет, после коронарографии выявлено гемодинамически значимое поражение как левой, так и правой коронарной артерии. Проведена МРТ с КУ для оценки ишемического поражения миокарда. Однако обнаружен неишемический

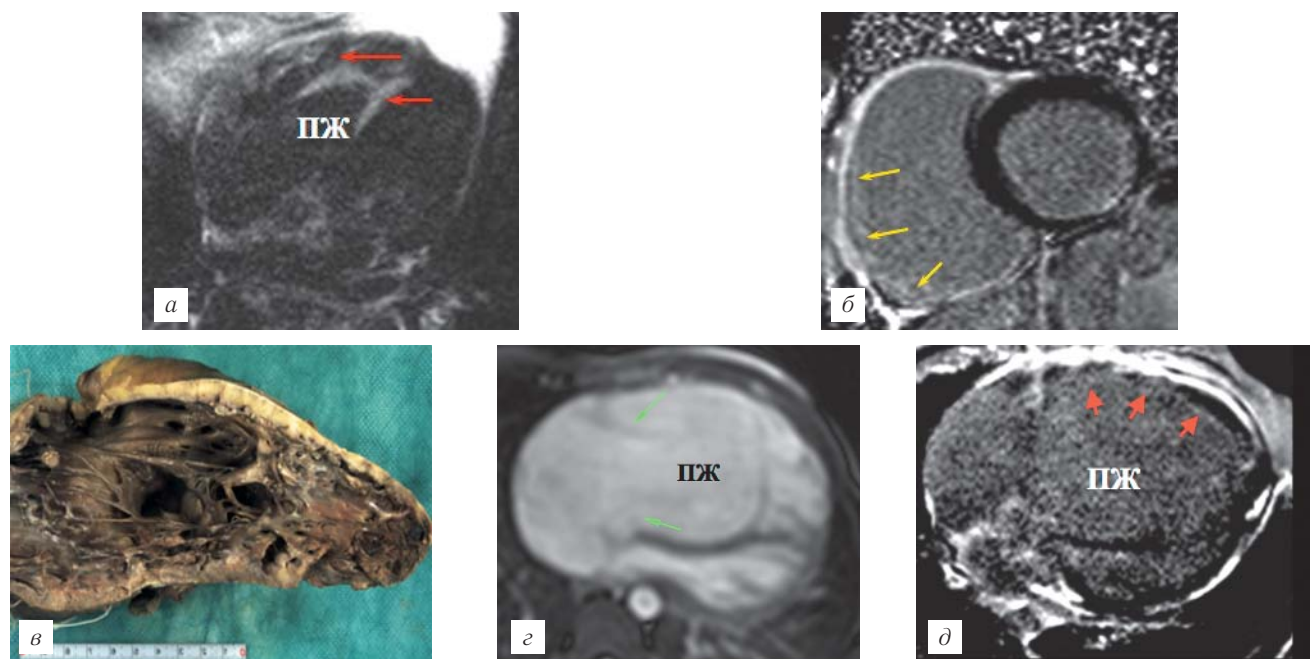


Рис. 3. Особенности МР-контрастирования: а — срез в 4-камерной плоскости, последовательность PSIR. Неишемический тип накопления контрастного препарата в миокарде правого желудочка (стрелки); б — срез по короткой оси сердца, последовательность PSIR. Неишемический тип контрастирования — поражение миокарда передней стенки правого желудочка (стрелки); в — макропрепарат больного с аритмогенной дисплазией правого желудочка; з — кино-МРТ — диастола, срез зоны интереса. Створки трикуспидального клапана имеют типичное расположение (стрелки); д — срез той же плоскости, последовательность PSIR. Распространенное неишемическое накопление контраста, истончение стенки правого желудочка (стрелки). ПЖ — правый желудочек.

функциональных параметров ПЖ, полученных без введения контрастного вещества. Однако, по мнению ряда авторов, накопление контрастного вещества в стенке ПЖ — важная составляющая в диагностике АДПЖ [41, 42].

На наш взгляд, отсроченное МР-контрастирование при подозрении на АДПЖ необходимо, так как это может в корне изменить диагноз. В качестве обоснования приведем клинический пример: в нашем Центре обследовалась пациентка Б., 67 лет, с частыми приступами правожелудочковой аритмии. При коронарографии гемодинамически значимых стенозов не выявлено. Была заподозрена АДПЖ, так как все принятые международные критерии этой патологии присутствовали. Проведена МРТ. На этапе анализа бесконтрастных томограмм диагноз АДПЖ не вызывал сомнений. Кроме функциональных критериев АДПЖ, имело место и выраженное наличие эпикардального жира, однако решено было выполнить контрастное усиление. В результате мы получили не характерное

тип накопления контраста в ПЖ (рис. 3, б). Кроме того, другие данные МРТ также полностью соответствовали международным критериям АДПЖ. Был поставлен диагноз АДПЖ и высказано предположение о наличии сочетанной ишемической и неишемической патологии. К сожалению, больной умер. По результатам аутопсии диагноз АДПЖ был подтвержден (рис. 3, в).

В целом, диагностика поражений ПЖ — это приоритет МРТ в связи с хорошей визуализацией правых отделов. Однако, как показано в клинических примерах, без введения контрастного вещества могут быть ошибки. Дифференциальная диагностика патологий ПЖ может включать не только ишемические поражения, но и врожденные аномалии, довольно редкие, например, аномалию Эбштейна (врожденный порок сердца) или аномалию Уля (одна из форм врожденной кардиопатии ПЖ). Заподозрить аномалию Уля бывает труднее, чаще предполагают АДПЖ. В таких случаях МРТ с КУ может облегчить задачу дифференциальной диагностики [46].

Пример. Пациент К., 28 лет, с приступами правожелудочковой аритмии, с дилатацией правых отделов, снижением сократительной способности ПЖ, трикуспидальной недостаточностью и выраженной регургитацией на клапане легочной артерии (по данным ЭхоКГ). Проведена дифференциальная диагностика между аномалией Эбштейна и АДПЖ. УЗ-визуализация была затруднена, и достоверно оценить местоположение створок трикуспидального клапана, особенно задней, сложно. Выполнена МРТ с КУ. В результате диагностировано типичное расположение створок трикуспидального клапана, а контрастирование и морфология ПЖ соответствовали редкой первичной правожелудочковой кардиопатии — аномалии Уля (рис. 3, з, д).

Благодаря успехам современной кардиохирургии большинству больных даже с тяжелыми кардиомиопатиями можно подобрать оптимальное лечение, если вовремя диагностировать патологию, например при гипертрофических, рестриктивных формах, некомпактном миокарде [41, 47, 48]. Для убедительности представляем несколько собственных клинических примеров, когда после МРТ с КУ полностью менялась тактика лечения.

МРТ с КУ проведена двум пациентам с диагнозом гипертрофическая кардиомиопатия. Диагноз поставлен на основании клинической картины и объективных данных обследования, включая ЭхоКГ и катетерную ангиокардиографию.

Первый пациент А., 44 лет, имел гипертрофию обоих желудочков, преимущественно левого, признаки внутривентрикулярной обструкции и обструкции выводного отдела ЛЖ (ВОЛЖ), увеличение предсердий, недостаточность атриовентрикулярных клапанов, преимущественно митрального. У второго пациента Н., 20 лет, были схожие данные, но гипертрофия ЛЖ оказалась преимущественно асимметричной, без обструкции выводных отделов, присутствовала недостаточность атриовентрикулярных клапанов, особенно трехстворчатого.

Анализ данных МРТ с КУ показал: в первом случае — фракция выброса ЛЖ (ФВ ЛЖ) была 64%, тип накопления контрастного препарата соответствовал гипертрофической кардиопатии, объем измененной ткани составил 17% (рис. 4, а). Пациенту выполнена операция по устранению обструкции ВОЛЖ по методу Л. А. Бокерия в условиях искусственного кровообращения, установлен кардиодефибрилятор. Во втором случае ФВ ЛЖ была 22%, а накопление контрастного препарата оказалось массивным, с поражением практически всего миокарда ЛЖ и ПЖ, и соответствовало таковому при рестриктивных формах кардиопатий (рис. 4, б). Нами выставлен диагноз рестриктивной кардиопатии. В последующем пациенту выполнена ортотопическая пересадка сердца по Shumway в условиях искусственного кровообращения с хорошим результатом, пациент выписан домой. На аутопсии диагноз полностью подтвердился.

Большинство пациентов с выраженными проявлениями кардиопатий обречены на пересадку сердца, но при некоторых формах можно выбрать иную хирургическую тактику или вовремя подобрать соответствующую медикаментозную терапию. Представим несколько примеров.

В нашем Центре обследован ребенок М., 12 лет. На основании полученных клинических данных, включая результаты тканевой доплерографии,

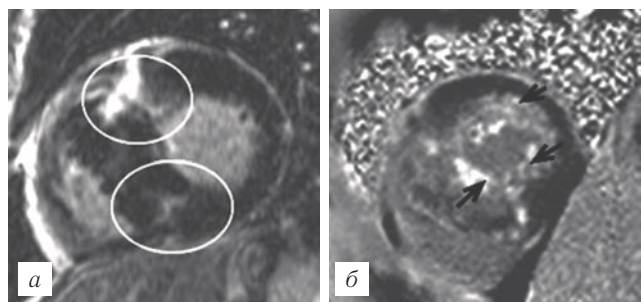


Рис. 4. Особенности отсроченного МР-контрастирования, последовательность PSIR, срез по короткой оси сердца: а — неишемический тип контрастирования миокарда левого желудочка (указан), больше характерен для гипертрофической кардиопатии; б — неишемический тип контрастирования миокарда левого желудочка (стрелки), больше характерен для рестриктивной кардиопатии.

выставлен диагноз некомпактного миокарда. Обычно при такой патологии МРТ используется как дополнительный уточняющий детали метод. Проводят его без контрастирования, так как можно без введения контрастного вещества получить данные о локализации и распространенности некомпактного миокарда, рассчитать линейные и объемные соотношения компактной и некомпактной части [41, 48].

В данном случае мы решили использовать МРТ с отсроченным контрастированием для уточнения состояния миокарда ЛЖ. В результате, помимо характерных для некомпактного миокарда МР-данных, при отсроченном контрастировании мы получили ограниченное накопление препарата в миокарде ЛЖ объемом 40%, «мультианевризмы» верхушки ЛЖ, ФВ ЛЖ 44% (рис. 5, а, б). В итоге принято решение об оперативном лечении. Выполнена операция — пластика миокарда ЛЖ по Jatten с хорошим эффектом.

Обращая внимание на диагностику вторичных кардиопатий, стоит отметить важность вовремя установленного диагноза для подбора эффективной медикаментозной терапии. Первые жалобы у пациентов с вторичными кардиопатиями часто связаны не с основным заболеванием, а с нарушениями сердечно-сосудистой системы. И поэтому такой факт всегда нужно иметь в виду, не забывая еще и о редких формах кардиомиопатий [41, 42, 49]. Наглядный пример: нами выполнена МРТ с КУ у пациента Ш., 25 лет, с направительным диагнозом аневризмы ЛЖ с тромбом в верхушке сердца. ФВ ЛЖ была на пограничных значениях. В результате отсроченного МР-контрастирования мы получили

типичные МР-признаки эозинофильного эндокардита Леффлера (рис. 5, в, г). В ходе дальнейшего обследования диагноз был подтвержден и назначена соответствующая терапия с положительным эффектом. Через год после лечения по данным МРТ с КУ — выраженная позитивная динамика.

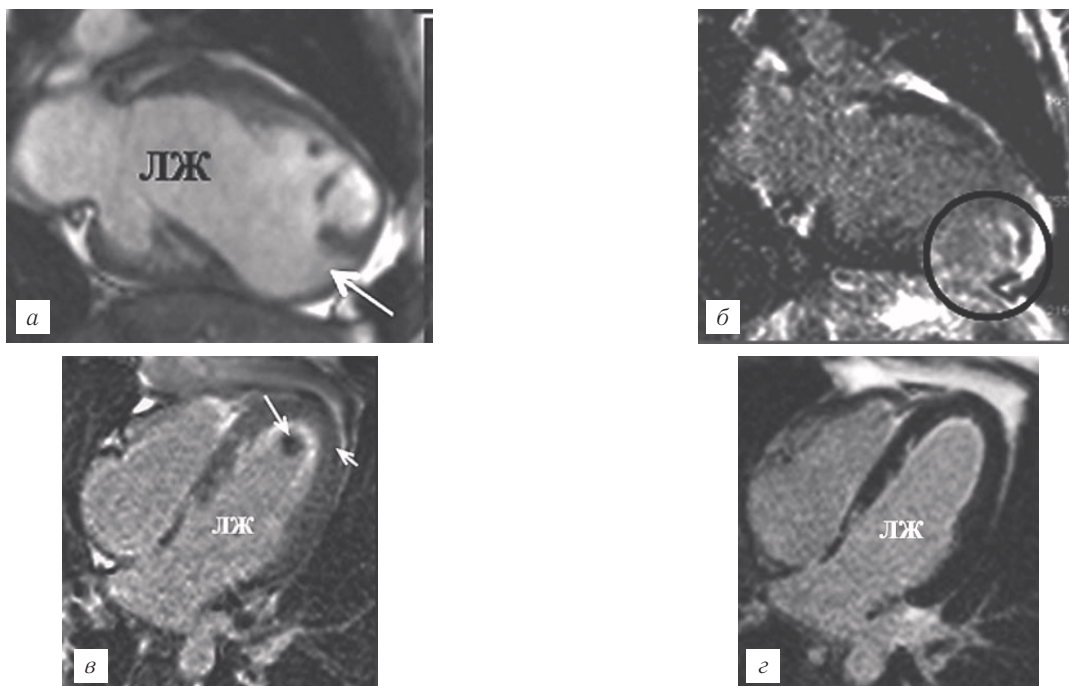


Рис. 5. Особенности МР-контрастирования: а — кино-МРТ-срез зоны интереса, некомпактный миокард левого желудочка, мультианевризмы верхушки (стрелка); б — последовательность PSIR, срез зоны интереса. Локальное накопление контрастного препарата в области верхушки; в — последовательность PSIR, срез в 4-камерной плоскости. Типичное для эндокардита Леффлера контрастирование миокарда левого желудочка, тромб в верхушке; г — тот же пациент через год после лечения — положительная динамика. ЛЖ — левый желудочек.

Таким образом, в статье, помимо данных литературы, нам хотелось показать на собственных клинических примерах, почему МРТ с КУ может и должна стать обязательной в обследовании пациентов с аритмиями и/или подозрением на кардиопатию. Тем более что метод постоянно совершенствуется. Шире используют новые возможности программ для повышения точности и достоверности результатов: T1 и T2-картирование и др. [37, 39, 43, 50].

Заключение. Суммируя данные анализа мировой литературы и собственный опыт, можно сказать:

- современная МРТ сердца с контрастированием, включая отсроченное контрастирование миокарда, стала необходимым методом в арсенале кардиолога и кардиохирурга;

- использование метода, включая стресс-МРТ, при коронарогенной патологии помогает в выборе

тактики лечения и определении дальнейшего прогноза;

- высокая точность этой методики в определении структурных изменений миокарда помогает в дифференциальной диагностике, прежде всего, некоронарогенной патологии; в большинстве случа-

ев позволяет выявить причину различных нарушений ритма, что необходимо для оптимизации лечения и динамического наблюдения изменений структур сердца для своевременной диагностики возможных осложнений.

С учетом вышеизложенного возникает вопрос: а стоит ли вообще проводить МРТ без введения контраста? Если да, то кому, а если нет, то тогда назрела необходимость пересмотра диагностических алгоритмов по многим кардиологическим нозологиям. Это будет выгодно и в лечебном, и в экономическом плане, так как сегодня профильные больницы и диагностические центры крупных городов, даже в отдаленных регионах страны, имеют современное оборудование, осталось только разработать диагностические стандарты с учетом такого технического оснащения. Тема обсуждаема, но выгода очевидна.

ЛИТЕРАТУРА

1. Mujtaba S., Peña J. M., Pamerla M., Taub C. C. Publication trends in noninvasive cardiovascular imaging: 1991–2011: a retrospective observational study // *Am. J. Cardiovasc. Dis.*— 2013.— Vol. 3 (4).— P. 247–254.
2. Abbasi S. A., Ertel A., Shah R. V., Dandekar V., Chung J., Bhat G., Desai A. A., Kwong R. Y., Farzaneh-Far A. Impact of cardiovascular magnetic resonance on management and clinical decision-making in heart failure patients // *Jour of*

- Cardiov. Magn. Res.— 2013.— Vol. 15.— P. 89. doi:10.1186/1532-429X-15-89.
3. *Lindenfeld J., Albert N. M., Boehmer J. P., Collins S. P., Ezekowitz J. A., Givertz M. M., Katz S. D., Klapholz M., Moser D. K. et al.* HFSA 2010 comprehensive heart failure practice guideline // *J. Card Fail.*— 2010.— Vol. 16 (6).— P. e1–194.
 4. *Baumgartner H., Bonhoeffer P., De Groot N. M. S., de Haan F., Deanfield J. E., Galie N., Gatzoulis M. A. et al.* Guidelines for the management of grown-up congenital heart disease (new version 2010). The Task Force on the Management of Grown-up Congenital Heart Disease of the European Society of Cardiology (ESC). Endorsed by the Association for European Pediatric Cardiology (AEPIC) // *Eur. Heart. J.*— 2010.— Vol. 31.— P. 2915–2957. doi: 10.1093/eurheartj/ehq249
 5. *Barone-Rochette G., Pierard S., De Meester de Revenstein C., Seldrum S., Melchior J. et al.* Prognostic Significance of LGE by CMR in Aortic Stenosis Patients Undergoing Valve Replacement // *JACC.*— 2014.— Vol. 64 (2).— P. 144–154.
 6. *Chalkiangkrai K., Lopez-Mattei J. C., Lawrie G., Ibrahim H., Quinones M. A. et al.* Prognostic Value of Delayed Enhancement Cardiac Magnetic Resonance Imaging in Mitral Valve Repair // *Ann. of Thor. Surg.*— 2014.— Vol. 98 (5).— P. 1557–1563. doi.org/10.1016/j.athoracsur.2014.06.049.
 7. *Thomsen H. S., Morcos S. K., Almén T., Bellin M.-Fr., Bertolotto M., Bongartz G., Clement O., Leander P. & Heinz-Peer G., Reimer P., Stacul F., Van der Molen A., Webb J. A. W.* Nephrogenic systemic fibrosis and gadolinium-based contrast media: updated ESUR Contrast Medium Safety Committee guidelines // *Eur. Radiol.*— 2013.— Vol. 23.— P. 307–318. doi 10.1007/s00330-012-2597-97.
 8. *Reiter Th., Ritter O., Prince M. R., Nordbeck P., Wanner Ch., Nagel E., Bauer W. R.* Minimizing Risk of Nephrogenic systemic fibrosis in Cardiovascular Magnetic Resonance // *Jour. of Cardiovasc. Mag. Res.*— 2012.— Vol. 14.— P. 31. doi:10.1186/1532-429X-14-31.
 9. *Kramel Ch. M., Barkhausen J., Flamm S. D., Kim R. J., Nagel E.* Society for Cardiovascular Magnetic Resonance Board of Trustees Task Force on Standardized Protocols. Standardized cardiovascular magnetic resonance (CMR) protocols 2013 update // *Jour. of Cardio. Magn. Res.*— 2013.— Vol. 15.— P. 91. doi:10.1186/1532-429X-15-91.
 10. *Schulz-Menger J., Bluemke D. A., Bremerich J., Flamm S. D., Fogel M. A., Friedrich M. G., Kim R. J., von Knobelsdorff-Brenkenhoff F., Kramer Ch. M., Pennell D. J., Plein S., Nagel E.* Standardized image interpretation and post processing in cardiovascular magnetic resonance: Society for Cardiovascular Magnetic Resonance (SCMR) Board of Trustees Task Force on Standardized Post Processing // *Jour. of Cardio. Magn. Res.*— 2013.— Vol. 15.— P. 35. doi:10.1186/1532-429X-15-35.
 11. *Alamo L., Beck-Popovic M., Gudinchet Fr., Meuli R.* Congenital tumors: imaging when life just begins // *Insights Imaging.*— 2011.— Vol. 2.— P. 297–308. doi: 10.1007/s13244-011-0073-8.
 12. *Bauner K. U., Sourbron S., Picciolo M., Schmitz C., Theisen D., Sandner T. A., Reiser M. F., Huber A. M.* MR first pass perfusion of benign and malignant cardiac tumours — significant differences and diagnostic accuracy // *Eur. Radiol.*— 2012.— Vol. 22.— P. 73–82. doi:10.1007/s00330-011-2245-9.
 13. *Braggion-Santos M. F., Koenigkam-Santos M., Teixeira S. R., Volpe G. J., Trad H. S., Schmidt A.* Magnetic Resonance Imaging Evaluation of Cardiac Masses // *Arq. Bras. Cardiol.*— 2013.— Vol. 101 (3).— P. 263–272. doi:10.5935/abc.20130150.
 14. *Goldberg A. D., Blankstein R., Padera R. F.* Tumors Metastatic to the Heart // *Circulation.*— 201.— Vol. 128.— P. 1790–1794. doi:10.1161/CIRCULATIONAHA.112.000790.
 15. *Lipton M. J., Bogaert J., Buxt L. M.* Imaging of ischemic heart disease // *Eur. Radiology.*— 2002.— Vol. 12 (5).— P. 1061–1080.
 16. *Greenwood J. P., Maredia N., Younger J. F., Brown J. M., Nixon J., Everett C. C. et al.* Cardiovascular magnetic resonance and single-photon emission computed tomography for diagnosis of coronary heart disease (CE-MARC): a prospective trial // *Lancet.*— 2012.— Vol. 379 (9814).— P. 453–460.
 17. *Florian A., Jurcut R., Ghingina C., Bogaert J.* Cardiac Magnetic Resonance Imaging in Ischemic Heart Disease A Clinical Review // *Jour. of Medicine and Life.*— 2011.— Vol. 4, Iss. (4), Oct.-Dec.— P. 330–345.
 18. *Daly C., Kwong R. Y.* Cardiac MRI for Myocardial Ischemia // *MDCVJ.*— 2013.— Vol. IX (3).— P. 123–131.
 19. *Стукалова О. В.* Магнитно-резонансная томография в диагностике ИБС // *Российский электронный журнал лучевой диагностики.*— 2011.— Т. 1, № 3-3.— С. 82–83.
 20. *Ordovas K. G., Higgins Ch. B.* Delayed Contrast Enhancement on MR Images of Myocardium: Past, Present, Future // *Radiology.*— 2011.— Vol. 261 (2).— P. 358–374.
 21. *Kidambi A., Mather A. N., Motwani M., Swoboda P., Uddin A., Greenwood J. P., Plein S.* The effect of microvascular obstruction and intramyocardial hemorrhage on contractile recovery in reperfused myocardial infarction: insights from cardiovascular magnetic resonance // *Jour. of Cardiovas. Mag. Res.*— 2013.— Vol. 15.— P. 58; doi:10.1186/1532-429X-15-58.
 22. *Kidambi A., Mather A. N., Swoboda P., Motwani M., Fairbairn T. A., Greenwood J. P., Plein S.* Relationship between Myocardial Edema and Regional Myocardial Function after Reperfused Acute Myocardial Infarction: an MR imaging study // *Radiology.*— 2013.— Vol. 267.— P. 701–708.
 23. *Levy Yeyati E., De Stefano L., Dragonetti L., Pietrani M., Perez de Arenaza D., Belziti C., Garcia-Mónaco R. D.* Usefulness of MRI in takotsubo cardiomyopathy: a review of the literature // *Cardiovasc. Diagn. Ther.*— 2014.— Vol. 4 (2).— P. 138–146; doi: 10.3978/j.issn.2223-3652.2013.10.03.
 24. *Макаренко В. Н., Юрпольская Л. А., Рогова Т. В., Ким А. И. и др.* Особенности методов компьютерной томографии в диагностике отхождения левой коронарной артерии от ствола легочной артерии у пациентов разного возраста // *Кардиология и сердечно-сосудистая хирургия.*— 2012.— Т. 4.— С. 88–96.
 25. *Gargiulo P., Dellegrottaglie S., Bruzzese D., Savarese G., Scala O. et al.* The Prognostic Value of Normal Stress Cardiac Magnetic Resonance in Patients With Known or Suspected Coronary Artery Disease A Meta-analysis // *Circ. Cardiovasc. Imaging.*— 2013.— Vol. 6.— P. 574–582; doi:10.1161/CIRCIMAGING.113.000035.
 26. *Patel A. R., Antkowiak P. F., Nandalur K. R. et al.* Assessment of advanced coronary artery disease: advantages of quantitative cardiac magnetic resonance perfusion analysis // *JACC.*— 2010.— Vol. 56 (7).— P. 561–569.
 27. *Hendel R. C., Patel M. R., Kramer Ch. M., Poon M.* ACCF/ ACR/ SCCT/ SCMR/ ASNC/ NASCI/ SCAI/ SIR. 2006. Appropriateness Criteria for Cardiac Computed Tomography and Cardiac Magnetic Resonance Imaging // *JACC.*— 2006.— Vol. 48; № 7.— P. 1475–1497; doi:10.1016/j.jacc.2006.07.0

28. Motwani M., Fairbairn T. A., Larghat A., Mather A. N., Biglands J. D. et al. Systolic versus Diastolic Acquisition in Myocardial Perfusion MR Imaging. Radiology. — 2012. — Vol. 262; № 3 (March). — P. 816–823; doi:10.1148/radiol.111549/-/DC1.
29. Chotenimitkhun R., Hundley W. G. Pharmacological Stress Cardiovascular Magnetic Resonance // Postgrad. Med. — 2011. — Vol. 123 (3). — P. 162–170; doi:10.3810/pgm.2011.05.2295.
30. Юрпольская Л. А., Макаренко В. Н., Бокерия Л. А. Компьютерная и магнитно-резонансная томография в диагностическом алгоритме врожденных пороков сердца: Что? Когда? Кому? — «ЗА» и «ПРОТИВ» // Грудная и сердечно-сосудистая хирургия. — 2014. — № 3. — С. 4–13.
31. Biederer J., Mirsadraee S., Beer M., Molinari F., Hintze C. et al. MRI of the lung (3/3)—current applications and future perspectives // Insights Imaging. — 2012. — Vol. 3. — P. 373–386; doi:10.1007/s13244-011-0142-z.
32. Kanski M., Arheden H., Wuttge D. M., Bozovic G., Hesselstrand R., Ugander M. Pulmonary blood volume indexed to lung volume is reduced in newly diagnosed systemic sclerosis compared to normals — a prospective clinical cardiovascular magnetic resonance study addressing pulmonary vascular changes // Jour. of Cardiovas. Mag. Res. — 2013. — Vol. 15. — P. 86. doi:10.1186/1532-429X-15-86.
33. Weidner M., Zöllner F. G., Hagelstein C., Zahn K., Schaible T. S. et al. High temporal versus high spatial resolution in MR quantitative pulmonary perfusion imaging of two-year old children after congenital diaphragmatic hernia repair // Eur. Radiol. — 2014. — Vol. 24. — P. 2427–2434; doi: 10.1007/s00330-014-3304-9.
34. Al Jaroudi W. A., Flamm S. D., Saliba W., Wilkoff B. L., Kwon D. Role of CMR Imaging in Risk Stratification for Sudden Cardiac Death // JACC Cardiovasc Imaging. — 2013. — Vol. 6 (3). — P. 392–406.
35. Tamene A., Tholakanahalli V. N., Chandrashekhar Y. Cardiac imaging in evaluating patients prone to sudden death // Indian Heart Journal. — 2014. — Vol. 66. — P. s61–70; doi.org/10.1016/j.ihj.2013.12.012.
36. Neilan T. G., Coelho-Filho O. R., Danik S. B., Shah R. V., Dodson J. A. et al. CMR Quantification of Myocardial Scar Provides Additive Prognostic Information in Nonischemic Cardiomyopathy // JACC Cardiovasc Imaging. — 2013. — Vol. 6 (9). — P. 944–954. doi:10.1016/j.jcmg.2013.05.013.
37. Yi C. J., Yang E., Lai S., Gai N., Liu C. et al. Progression of diffuse myocardial fibrosis assessed by cardiac magnetic resonance T1 mapping // Int. J. Cardiovasc. Imag. — 2014; doi: 10.1007/s10554-014-0459-z.
38. Sibley Ch. T., Noureldin R. A., Gai N., Nacif M. S., Liu S. et al. T1 Mapping in Cardiomyopathy at Cardiac MR: Comparison with Endomyocardial Biopsy // Radiology. — 2012. — Vol. 265 (3). — P. 724–732.
39. Jellis C. L., Kwon D. H. Myocardial T1 mapping: modalities and clinical applications. Cardiovasc. Diagn. Ther. — 2014. — Vol. 4 (2). — P. 126–137; doi:10.3978/j.issn. 2223–3652.2013.09.03.
40. Maron B. J., Towbin J. A., Thiene G., Antzelevitch C., Corrado D., Arnett D. et al. Contemporary Definitions and Classification of the Cardiomyopathies An American Heart Association Scientific Statement From the Council on Clinical Cardiology, Heart Failure and Transplantation Committee; Quality of Care and Outcomes Research and Functional Genomics and Translational Biology Interdisciplinary Working Groups; and Council on Epidemiology and Prevention // Circulation. — 2006. — Vol. 113. — P. 1807–1816.
41. Parsai C., O'Hanlon R., Prasad S. K., Mohiaddin R. H. Diagnostic and prognostic value of cardiovascular magnetic resonance in non-ischaemic cardiomyopathies // Jour. of Cardiovas. Mag. Res. — 2012. — Vol. 14. — P. 54; doi:10.1186/1532-429X-14-54.
42. Sechtem U., Mahrholdt H., Vogelsberg H. Cardiac magnetic resonance in myocardial disease // Heart. — 2007. — Vol. 93. — P. 1520–1527; doi: 10.1136/hrt.2005.067355.
43. Amano Y., Tachi M., Tani H., Mizuno K., Kobayashi Y., Kumita S. T2-Weighted Cardiac Magnetic Resonance Imaging of Edema in Myocardial Diseases // Review. The Scientific World Journal. — 2012; ID 194069; doi:10.1100/2012/194069.
44. Looi J.-Li, Edwards C., Armstrong G. P., Scott A., Patel H., Hart H., Christiansen J. P. Characteristics and Prognostic Importance of Myocardial Fibrosis in Patients with Dilated Cardiomyopathy Assessed by Contrast-Enhanced Cardiac Magnetic Resonance Imaging Clinical Medicine Insights // Cardiology. — 2010. — Vol. 4. — P. 129–134; doi:10.4137/CMC.S5900.
45. Marcus F. I., McKenna W. J., Sherrill D., Basso C., Bauce B. et al. Diagnosis of Arrhythmogenic Right Ventricular Cardiomyopathy/ Dysplasia (ARVC/D) // Circulation. — 2010. — Apr. 6, Vol. 121 (13). — P. 1533–1541; doi:10.1161/CIRCULATIONAHA.108.840827.
46. Pamuru P. R., Dokuparthi M. V. N., Remersu S., Calambur N., Nallari P. Comparison of Uhl's anomaly, right ventricular outflow tract ventricular tachycardia (RVOT VT) & arrhythmogenic right ventricular dysplasia/cardiomyopathy (ARVD/C) with an insight into genetics of ARVD/C // Indian J. Med Res. — 2010. — Vol. 131, Jan. — P. 35–45.
47. Бокерия Л. А. Гипертрофическая обструктивная кардиомиопатия // Анналы хирургии. — 2013. — № 5. — P. 5–14.
48. Grothoff M., Pachowsky M., Hoffmann J., Posch M., Klaassen S. et al. Value of cardiovascular MR in diagnosing left ventricular non-compaction cardiomyopathy and in discriminating between other cardiomyopathies // Eur. Radiol. — 2012. — Vol. 22. — P. 2699–2709; doi: 10.1007/s00330-012-2554-7
49. Baumann S., De Cecco C. N., Schoepf U. J., Wince W. B., Suranyi P., Spruill L. S., Varga-Szemes A. Correlation of cardiac magnetic resonance imaging and histopathology in eosinophilic endomyocarditis // Circ. Cardiovasc Imaging. — 2014. — Dec. 31, Vol. 8 (1). — pii: e002501. doi:10.1161/CIRCIMAGING.114.002501.
50. Phi Do H., Jao T. R., Nayak K. S. Myocardial arterial spin labeling perfusion imaging with improved sensitivity // Jour. of Cardiovas. Mag. Res. — 2014. — Vol. 16. — P. 15; doi:10.1186/1532-429X-16-15.

Поступила в редакцию: 3.04.2015 г.

Контакт: Юрпольская Людмила Анатольевна, laurpolskaya@bakulev.ru

Сведения об авторах:

Юрпольская Людмила Анатольевна — ФГБУ «Научный Центр сердечно-сосудистой хирургии им. А. Н. Бакулева», 121552, Москва, Рублевское шоссе, д. 135; e-mail: laurpolskaya@bakulev.ru;

Макаренко Владимир Николаевич — ФГБУ «Научный Центр сердечно-сосудистой хирургии им. А. Н. Бакулева», 121552, Москва, Рублевское шоссе, д. 135;

Бокерия Лео Антонович — ФГБУ «Научный Центр сердечно-сосудистой хирургии им. А. Н. Бакулева», 121552, Москва, Рублевское шоссе, д. 135.