

# Роль современных неинвазивных методик визуализации сердца в диагностике миокардита

В.Н. Коваленко, Е.Г. Несукай, С.В. Чернюк

ГУ «Национальный научный центр «Институт кардиологии им. акад. Н.Д. Стражеско» НАМН Украины», Киев

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** миокардит, диагностика, магнитно-резонансная томография сердца, спекл-трекинг эхокардиография

Диагностика и дифференциальная диагностика миокардита – это актуальная проблема кардиологии во всем мире. На сегодняшний день не существует четких критериев диагностики данного заболевания, что связано с разнообразием клинических проявлений, а также недостаточностью высокой чувствительностью и специфичностью диагностических методик. Эндомиокардиальная биопсия (ЭМБ) с иммуногистохимическим исследованием биоптата и полимеразной цепной реакцией (ПЦР), признанная золотым стандартом диагностики миокардита, требует наличия специального оборудования и высококвалифицированных экспертов [14, 15, 20]. Кроме того, по-прежнему ведутся споры о диагностической ценности ЭМБ, целесообразности ее применения в конкретных клинических ситуациях, частоте развития различных осложнений и, что особенно важно, о влиянии полученных результатов на дальнейшую тактику ведения больного [14, 24, 25, 37].

С целью визуализации патологических изменений сердечной мышцы различного генеза в кардиологической практике широко применяют такие неинвазивные методы исследования, как эхокардиография, сцинтиграфия миокарда, компьютерная (КТ) и магнитно-резонансная (МРТ) томография.

## Эхокардиография

Исходной точкой в развитии эхокардиографии стал 1953 г., когда шведскому ученому I. Edler впервые удалось получить изображения митрального клапана в М-режиме [49]. Дальнейшее развитие ультразвуковых методик визуализации сердца привело к появлению двухмерной эхокардиографии в начале 1970-х гг., а затем и доплеровского режима

[11]. В настоящее время в клиническую практику внедряют новейшие методики ультразвуковой диагностики – эхокардиографию в реконструкции 3D и 4D, а также спекл-трекинг эхокардиографию (СТЭ). Публикации об экспериментальном применении последней появились в 2004 г. [12, 40]. Основателями данного метода были P. Lysyansky, S.A. Reisner и M. Leitman. На современном этапе активно изучают возможности СТЭ в режиме 3D и ее диагностическую ценность для выявления диссинхронии сокращения миокардиальных волокон в отдельных сегментах сердечной мышцы [40].

В настоящее время двухмерная эхокардиография – это метод выбора для оценки ремоделирования сердца и снижения его сократительной способности при миокардите, однако она не достаточно информативна для установления пораженных участков сердечной мышцы и не обладает высокой чувствительностью и специфичностью.

В отечественной и зарубежной литературе публикуют все большее количество данных о применении СТЭ для диагностики миокардита [3, 17, 18, 27, 52]. Основной принцип СТЭ – оценка систолической функции левого желудочка (ЛЖ) на основании изучения динамики сокращения миокардиальных волокон в продольном, циркулярном и радиальном направлениях [3, 12, 28]. При этом оценивают степень деформации миокардиальных волокон во время их сокращения в процентном отношении от их исходной длины.

По результатам изучения показателей циркулярной и радиальной деформации миокарда при помощи СТЭ с использованием 16-сегментарной модели сердца у 10 пациентов с острым миокардитом, которым проводили МРТ сердца с

оценкой отсроченного накопления гадолиния, была установлена сопоставимость обоих методов исследования [17, 35]. Так, в тех сегментах ЛЖ, в которых выявляли отсроченное субэпикардальное накопление контрастного препарата, отмечали достоверное снижение показателей циркулярной деформации миокарда. Чувствительность СТЭ по результатам настоящего исследования составила 87 %, специфичность – 71 %, что доказывает высокую информативность метода для регистрации локальных очагов воспаления при миокардите.

В исследовании G. Di Bella и соавторов у 26 пациентов мужского пола было показано, что при миокардите в пораженных сегментах миокарда наблюдается значительное уменьшение продольной глобальной деформации миокардиальных волокон в субэпикардиальных участках [18]. Всем больным наряду с СТЭ проводили МРТ сердца с оценкой отсроченных T1-взвешенных изображений, причем результаты обеих методик были полностью сопоставимы: в участках сердечной мышцы с нарушением продольной деформации миокарда отмечали отсроченное накопление гадолиния.

Данные о высокой диагностической ценности СТЭ для диагностики миокардита были получены в исследовании N. Khoо и соавторов, включавшем 23 пациента молодого возраста с острым миокардитом, подтвержденным при помощи МРТ, и сохраненной фракцией выброса (ФВ) ЛЖ [32]. Авторы оценивали следующие показатели СТЭ: базальную и апикальную циркулярную деформацию и их скорости, а также степень и скорость кручения миокардиальных волокон. При наличии достоверных различий по сравнению с контрольной группой здоровых лиц по двум и более исследуемым параметрам судили об эффективности СТЭ для диагностики миокардита. Такие различия были выявлены у 20 (86,9 %) лиц, наиболее информативными оказались показатели базальной циркулярной деформации и ее скорости, а также степень кручения миокардиальных волокон. Трансторакальная двухмерная эхокардиография в этой группе больных имела низкую чувствительность – достоверные различия объемов, ФВ ЛЖ и отношения Е/А по сравнению с контрольной группой наблюдали только у 6 (26 %) пациентов.

В начале 2013 г. получены результаты исследования прогностической ценности СТЭ с измерением глобальной продольной и циркулярной

деформации миокарда и их скоростей у больных с миокардитом [28]. На основании изучения показателей глобальной продольной и циркулярной деформации миокарда у 45 пациентов с острым миокардитом установлено, что чувствительность метода составляет 78 %, а специфичность – 93 %. Кроме того, в настоящем исследовании была доказана прогностическая ценность результатов СТЭ для оценки выживаемости больных с миокардитом как со сниженной, так и с сохраненной ФВ ЛЖ.

### **Сцинтиграфия миокарда**

В 1962 г. в Великобритании E.A. Carr и соавторы впервые использовали перфузионную сцинтиграфию миокарда с рубидием с целью диагностики инфаркта миокарда [11]. С конца 1970-х гг. началось активное внедрение сцинтиграфии миокарда с таллием-201 и технецием-99 ( $Tc^{99}$ ) в клиническую практику для диагностики поражений сердечной мышцы коронарогенного и некоронарогенного генеза. В 1975 г. M.M. Ter-Pogossian впервые использовал позитронную эмиссионную томографию с рубидием-82 для обнаружения некротизированных участков сердечной мышцы, в дальнейшем была доказана более высокая чувствительность этого метода по сравнению со сцинтиграфией миокарда [11].

С целью выявления воспалительного процесса в миокарде на сегодняшний день в клинической практике применяют такие радиоизотопные методы исследования, как сцинтиграфия миокарда с галлием-67 ( $Ga^{67}$ ) и  $Tc^{99}$ . Основой этих методов диагностики считают способность вышеуказанных радиофармпрепаратов к накоплению в месте инфильтрации миокарда иммунными клетками, в частности лейкоцитами, моноцитами и Т-лимфоцитами [1, 6]. O'Connell и соавторы досконально изучили информативность сцинтиграфии миокарда с  $Ga^{67}$  и установили, что ее чувствительность при миокардите составляет около 36 %, а специфичность достигает 98 % [14, 31].

При помощи сцинтиграфии миокарда с  $Tc^{99}$  оценивают наличие очагов некроза и фиброза, а также распространенность миокардиального повреждения при остром и хроническом миокардите [1, 4, 5, 50]. В одном из исследований у пациентов с хроническим миокардитом и наличием опасных для жизни желудочковых нарушений ритма была доказана информативность сцинтиграфии миокарда с  $Tc^{99}$  для выявления

очагов фиброза, ставших источником патологического возбуждения, с целью последующей их абляции [31].

### Компьютерная томография

Со середины 1990-х гг. для диагностики воспалительного поражения миокарда в клинической практике начали применять однофотонную эмиссионную компьютерную томографию с метоксиизобутирил изонитрилом, меченным  $Tc^{99}$  ( $Tc^{99}$ -MIBI SPECT). Y. Sun и соавторы доказали информативность этой методики для выявления очагов некроза и фиброза, обусловленных нарушением перфузии миокарда у детей с тяжелым миокардитом, индуцированным вирусом Коксаки [51].

В аутоиммунной фазе заболевания информативный метод диагностики миокардита – КТ миокарда с использованием моноклональных антител к тяжелой цепи миозина, меченых индием-111 ( $In^{111}$ ), которая способна выявить признаки миокардиального воспаления даже при отрицательных или сомнительных результатах ЭМБ. Н. Skouri и соавторы исследовали информативность однофотонной эмиссионной КТ миокарда с использованием моноклональных антимиозиновых антител, меченных  $In^{111}$ , у 82 пациентов с клиническими симптомами миокардита [50]. Чувствительность метода составила 83 %, специфичность – 53 %, прогностическая ценность при отрицательном результате – 92 %. Накопление меченных  $In^{111}$  антимиозиновых антител в различных участках сердечной мышцы также наблюдают при таких заболеваниях, как болезнь Лайма, антрациклиновая кардиомиопатия, алкогольная кардиомиопатия, а также после трансплантации сердца, что объясняет относительно невысокую (53 %) специфичность этого метода [14, 31]. Ограничения в применении этого метода диагностики связаны также с необходимостью 48-часового ожидания результатов и относительно большой лучевой нагрузкой. Высокая чувствительность исследования в некоторых клинических ситуациях помогает принять решение о целесообразности проведения ЭМБ [46, 50].

В настоящее время активно изучают диагностическую ценность позитронной эмиссионной томографии для обнаружения воспалительных изменений миокарда. Метод основан на введении глюкозы, меченой радиофармпрепаратом (обычно флуорином-18), и ее накоплении в

органах и тканях с повышенной метаболической активностью, что может быть связано с воспалением или интоксикацией [30]. На сегодняшний день установлена высокая диагностическая точность этого метода для выявления токсического миокардита, обусловленного адриамицином, паклитакселем, интенсивной лучевой нагрузкой и биологической терапией.

### Магнитно-резонансная томография

Широкое применение МРТ для оценки патологических изменений миокарда началось с 1990-х гг. Так, в 1991 г. M.G. Gagliardi и соавторы успешно использовали ее для диагностики миокардита у детей [21]. Первые клинические исследования, доказавшие высокую информативность МРТ для выявления воспалительного поражения сердечной мышцы, были проведены в 1998 г. [21]. В последнее десятилетие с целью диагностики некротических и фибротических изменений миокарда любого генеза начали активно применять отсроченный T1-взвешенный режим МРТ с использованием гадолиния в качестве контрастного препарата [43, 44, 55].

В последние годы проводят широкомасштабные исследования, направленные на поиск новых дополнительных критериев диагностики миокардита, на основе современных неинвазивных методик визуализации сердца, в частности МРТ [2, 8, 13, 16, 19, 29, 39, 54]. МРТ с введением контрастного вещества – один из наиболее информативных и безопасных методов регистрации признаков повреждения миокарда при коронарогенных и некоронарогенных заболеваниях сердца [21, 33, 46]. Особенную ценность это исследование имеет при наличии противопоказаний или невозможности проведения ЭМБ в связи с высоким риском развития осложнений, а также в условиях отсутствия соответствующего оборудования и специалистов, что актуально в условиях Украины. МРТ позволяет визуализировать анатомию сердца, изучить структуру миокарда, клапанов сердца, функциональные особенности предсердий и желудочков.

В качестве контрастного препарата при проведении МРТ сердца, как правило, используют гадолиний, хелаты гадолиния не способны проникать через мембрану кардиомиоцитов и накапливаются в межклеточном пространстве [7, 33, 39]. Данное свойство контрастного препарата составляет основу для получения изображений пораженных участков миокарда, поскольку жид-

кость накапливается именно в межклеточном пространстве, кроме того, отек миокардиальной ткани в зоне воспаления приводит к нарушению упорядоченной компактной структуры кардиомиоцитов и увеличению распределения гадолиния.

Интенсивность сигнала магнитного поля во время проведения МРТ отражает особенности структуры вещества и зависит от ряда физико-химических факторов, что позволяет дифференцировать на изображении патологические и здоровые участки сердечной мышцы. Диагностически значимо выявление различий в интенсивности МР-сигнала, исходящего от пораженного участка миокарда, по сравнению со здоровой, сходной по структуре и плотности тканью, каковой является скелетная мускулатура. Рутинное МРТ-исследование включает получение изображений, взвешенных по T1- и T2-режимам сканирования, которые характеризуют соответственно время продольной и поперечной магнитизации исследуемой ткани и определяются выбором соответствующих параметров импульсной последовательности [7].

Диагностика миокардита при помощи МРТ основывается на комплексном анализе трех различных типов изображений: ранних T1-взвешенных изображений, полученных через 1 мин после введения контрастного препарата, отсроченных T1-взвешенных изображений, которые получают через 10–15 мин после введения контраста, а также T2-взвешенных изображений [2, 7, 21, 47, 56]. Сразу после введения контрастного препарата оценивают интенсивность сигнала от миокарда на ранних T1-взвешенных изображениях: отношение интенсивности сигнала от миокарда к интенсивности сигнала от скелетных мышц  $\geq 4,0$  свидетельствует о гиперемии и отеке исследуемого участка сердечной мышцы и характерно для миокардита. При помощи отсроченных T1-взвешенных изображений оценивают наличие фибротических и/или некротических изменений миокарда, последние могут присутствовать при массивном воспалительном поражении сердечной мышцы. На T2-взвешенных изображениях хорошо видно свободную жидкость, количество которой увеличивается в очаге активного воспаления, а также в месте некротических изменений. Чем больше содержание жидкости в миокарде, тем выше интенсивность сигнала на томограммах, отек миокарда диагностируют в том случае, если интенсивность сигнала от мио-

карда в 2 и более раза превышает интенсивность сигнала от скелетных мышц. Необходимо отметить, что дифференцировать воспалительные и некротические очаги на основе только T2-взвешенных изображений практически невозможно [21, 53].

Одно из наиболее известных исследований, посвященных оценке информативности различных режимов МРТ для выявления воспалительных изменений миокарда, было проведено Н. Abdel-Aty и соавторами у 25 пациентов с подозрением на острый миокардит [9]. Чувствительность, специфичность и диагностическая точность для T2-режима составили соответственно 84, 74 и 79 %, для раннего T1-режима – соответственно 80, 68 и 74,5 %, а для отсроченного T1-режима – соответственно 44, 100 и 71 %. Однако наиболее информативным для диагностики миокардита оказалось наличие характерных изменений сразу в двух из этих режимов: чувствительность составила 76 %, специфичность – 95,5 %, а диагностическая точность – 85 %. Таким образом, полученные авторами результаты свидетельствуют о необходимости применения всех режимов МРТ для обнаружения воспалительного процесса в миокарде.

В настоящее время получены убедительные данные о высокой чувствительности ЭМБ для диагностики воспалительного поражения миокарда при прицельном взятии биоптата под контролем МРТ [10, 42, 43, 45, 57]. Н. Mahrholdt и соавторы показали, что взятие биоптатов из участков сердечной мышцы с наиболее интенсивным отсроченным накоплением гадолиния на T1-взвешенных изображениях увеличивало положительную и отрицательную прогностическую ценность ЭМБ соответственно до 71 и 100 % [38].

Диагностическую ценность различных режимов МРТ и сопоставимость ее результатов с данными, полученными при ЭМБ, продемонстрировали М. Gutberlet и соавторы [22]. В исследование были включены 83 пациента с хроническим миокардитом, которым проводили МРТ сердца в трех режимах: T2-взвешенном, T1-взвешенном и отсроченном T1-взвешенном, а также ЭМБ с иммуногистохимическим анализом биоптата и ПЦР. В результате установлено, что чувствительность, специфичность и диагностическая точность МРТ составили: для T1-взвешенного режима – соответственно 62, 86 и 72 %, для T2-взвешенного режима – соот-

ветственно 67, 69 и 68 %, для отсроченного T1-взвешенного режима – соответственно 27, 80 и 49 %. При этом не отмечено корреляционных связей результатов МРТ с данными о персистенции вирусного генома в миокарде, полученными при ПЦР. В заключение авторы отмечают, что T1- и T2-взвешенный режимы МРТ обладают высокой диагностической ценностью для неинвазивной верификации воспалительных изменений сердечной мышцы, однако полученные с их помощью данные не позволяют косвенно судить о персистенции вируса в миокарде.

В 2012 г. были опубликованы результаты сравнительного исследования диагностической ценности комплексного применения всех трех режимов МРТ при остром и хроническом миокардите, проведенного в Германии и включавшего 132 пациента [36]. Наиболее высокой диагностической ценностью МРТ обладала у больных с острым миокардитом: чувствительность, специфичность и диагностическая точность составили соответственно 81, 71 и 79 %, в то время как при хроническом миокардите – соответственно 63, 40 и 52 %. Полученные результаты, по мнению авторов, свидетельствуют о необходимости как можно более раннего проведения МРТ у пациентов с подозрением на миокардит.

В настоящее время получены данные о высокой информативности МРТ при дифференциальной диагностике острого инфаркта миокарда и миокардита. Так, показано, что для острой стадии инфаркта миокарда характерно раннее субэндокардиальное накопление гадолиния преимущественно в отдельных сегментах переднеперегородочной и задненижней области ЛЖ, при этом контрольное ангиографическое исследование выявляло стенозирование соответствующих ветвей венечных сосудов [34]. С другой стороны, при остром миокардите, как правило, фиксируется фокальное или диффузное накопление контрастного препарата на отсроченных T1-взвешенных изображениях преимущественно в боковой области ЛЖ, не имеющие четких сегментарных границ.

В одном из исследований, включавшем 79 лиц молодого возраста, у которых возникла необходимость дифференциальной диагностики миокардита и острого коронарного синдрома, при проведении МРТ с гадолинием признаки воспалительного поражения миокарда наблюдали у 59 (75 %) пациентов [41]. В последующем

64 (81 %) больным был установлен диагноз острого миокардита, 10 (13 %) – острого инфаркта миокарда и 5 (6 %) – кардиомиопатии такоцубо. При этом у всех 59 пациентов с воспалительными изменениями миокарда на отсроченных T1-взвешенных МРТ-изображениях диагноз миокардита был в дальнейшем подтвержден клинически, что свидетельствовало о высокой чувствительности (92 %) данного метода. Кроме того, 20 больных с миокардитом были обследованы повторно через 3 нед и более от начала клинической симптоматики. Авторы отметили, что при повторном обследовании на T2-взвешенных изображениях частота выявления локального отека миокарда, характерного для воспаления сердечной мышцы, уменьшилась в этой группе пациентов с 84 до 39 % ( $P < 0,01$ ), а среднее количество пораженных сегментов миокарда на отсроченных T1-взвешенных изображениях уменьшилось с 5,6 до 3,0 ( $P < 0,005$ ). Полученные результаты свидетельствуют о необходимости своевременного проведения МРТ у больных с подозрением на острый миокардит, особенно в сложных клинических ситуациях при его дифференциальной диагностике с острым коронарным синдромом.

Клинический случай, свидетельствующий о высокой диагностической ценности МРТ в затруднительных ситуациях, был описан J.R. Shonk и соавторами [48]. У 33-летней женщины, поступившей с жалобами на сердцебиение и кратковременные синкопальные состояния, на ЭКГ была зафиксирована стойкая желудочковая тахикардия, а при трансторакальной эхокардиографии (ТТЭ) и катетеризации левых отделов сердца не зарегистрировали клинически значимых изменений. При проведении МРТ обнаружили значительное расширение полости правого желудочка (ПЖ) и снижение его ФВ до 25 %, а также отсроченное диффузное накопление контрастного препарата в стенках ПЖ и в нескольких сегментах ЛЖ, свидетельствовавшее в пользу миокардита. Несмотря на использование специальной аппаратуры для поддержания гемодинамики, состояние пациентки прогрессивно ухудшалось со снижением ФВ ЛЖ до 10 % через 3 нед от начала заболевания, и было принято решение о трансплантации сердца. В образцах сердечной мышцы, взятых из ПЖ во время оперативного вмешательства, обнаружены клеточные инфильтраты, состоявшие из мононуклеаров, макрофагов и многоядерных

гигантских клеток, что позволило установить диагноз гигантоклеточного миокардита.

Проведено сравнительное исследование диагностической ценности МРТ и ТТЭ у 32 мужчин с острым миокардитом для выявления воспалительного поражения отдельных сегментов миокарда [23]. Результаты этого исследования свидетельствуют о значительно большей информативности МРТ, основанной на получении отсроченных T1-взвешенных изображений, по сравнению с ТТЭ: чувствительность МРТ составила 91 %, в то время как для ТТЭ этот показатель не превышал 35 %.

В 2006 г. для достижения консенсуса среди экспертов по МРТ-диагностике миокардита и разработки диагностических критериев этого заболевания была создана международная рабочая группа [21]. Рекомендации этой рабочей группы, изданные в 2009 г., включают показания к проведению МРТ при подозрении на миокардит, оценку МРТ-изображений в соответствии со стандартным протоколом и диагностические критерии (так называемые Lake Louise Criteria) [25]. Данные рекомендации соответствуют принятому в 2010 г. Объединенному консенсусу экспертов Американской ассоциации сердца, Американской коллегии кардиологов, Североамериканского общества магнитно-резонансной томографии и Американской коллегии радиологов по применению МРТ для диагностики заболеваний сердечно-сосудистой системы [26].

Предложенные рабочей группой МРТ-критерии диагностики миокардита (Lake Louise Criteria) включают: 1) локальное или диффузное усиление интенсивности T2-сигнала; 2) увеличение отношения интенсивности раннего T1-сигнала от миокарда к сигналу от скелетных мышц; 3) визуализацию как минимум одной зоны с повышенным накоплением гадолиния на отсроченных T1-взвешенных изображениях, что может свидетельствовать о некротических или фибротических изменениях сердечной мышцы [21]. Наличие не менее двух из этих критериев на фоне клинической симптоматики позволяет диагностировать миокардит. Кроме того, эксперты рабочей группы предложили повторное проведение МРТ в период между первой и второй неделей от инициального исследования в том случае, если при первичном исследовании отсутствуют вышеприведенные критерии, однако сохраняются клинические симптомы, или

присутствует только один критерий. Большое значение для подтверждения диагноза отводится также наличию МРТ-признаков систолической дисфункции ЛЖ и сопутствующего перикардита.

При решении вопроса о проведении МРТ у больных с подозрением на миокардит группа экспертов акцентирует внимание на обязательном наличии клинической симптоматики и оценке вероятности влияния результатов исследования на тактику дальнейшего ведения пациента. Основными показаниями считают объективные признаки поражения сердца, возникшие de novo после перенесенной вирусной инфекции и сопровождающиеся клиническими проявлениями. Проведение МРТ сердца также рекомендуют лицам с загрудинной болью, повышением уровней тропонинов и отсутствием гемодинамически значимых стенозов венечных сосудов при коронарографии – у таких больных МРТ-признаки воспаления миокарда наблюдают приблизительно в 30 % случаев.

Изучение МРТ-изображений в соответствии с вышеуказанными рекомендациями включает оценку наличия отека миокарда, гиперемии, вследствие повышения проницаемости капилляров, некротических и фибротических изменений, а также комплексный анализ изображений в трех режимах – T2-взвешенном, раннем и отсроченном T1-взвешенном, что повышает чувствительность методики до 78 % [21]. Отек миокардиальной ткани, который может быть очаговым или диффузным, регистрируют по увеличению интенсивности T2-взвешенного сигнала. При этом локальный отек хорошо виден на T2-взвешенных изображениях, а наличие или отсутствие диффузного отека, как правило, можно установить только по отношению интенсивности сигнала от миокарда к сигналу от скелетных мышц. Наличие гиперемии оценивают при изучении ранних T1-взвешенных изображений и диагностируют при повышенном накоплении гадолиния в пораженных участках сердечной мышцы. Следует отметить, что сопутствующий миозит скелетной мускулатуры, нарушения функции внешнего дыхания и тахикардии могут исказить результаты исследования. Наличие некротических и фибротических изменений регистрируют при помощи отсроченных T1-взвешенных изображений, для которых характерно субэпикардальное накопление контрастного препа-

рата в нижнебоковой и переднеперегородочной области ЛЖ.

Таким образом, на сегодняшний день существует большое количество неинвазивных методов диагностики воспалительного поражения сердечной мышцы, обладающих достаточно высокой информативностью. Тем не менее, до настоящего времени не разработаны четкие диагностические критерии для миокардита на основании результатов этих исследований и не согласованы показания для их применения в конкретных клинических ситуациях. Поэтому необходимо проведение дальнейших исследований, направленных на поиск таких критериев, и более широкое внедрение этих информативных и, в то же время, относительно безопасных методов диагностики в клиническую практику, что особенно актуально для Украины.

## Литература

1. Дерюгин М.В., Бойцов С.А. Хронические миокардиты. – СПб: ЭЛБИ, 2005. – 288 с.
2. Ершова Е.Б., Ялынская Т.А., Таммо Раад и др. Магнитно-резонансная томография в диагностике миокардитов // Укр. кардіол. журн. – 2012. – № 2. – С. 74–81.
3. Коваленко В.Н., Несукай Е.Г., Чернюк С.В., Даниленко А.А. Значение спекл-трекинг эхокардиографии в дифференциальной диагностике хронического диффузного миокардита и дилатационной кардиомиопатия // Укр. кардіол. журн. – 2013. – № 1. – С. 64–69.
4. Носкова М.В., Ревшвили А.Ш., Александрова С.А. Возможные подходы к диагностике постмиокардитического кардиосклероза и латентных миокардитов неревматической этиологии у пациентов с желудочковыми нарушениями ритма // Вестник аритмологии. – 2004. – № 34. – С. 18–23.
5. Поляков В.П., Николаевский Е.Н., Пичко А.Г. Некоронарогенные и инфекционные заболевания сердца. – Самара, 2010. – 355 с.
6. Рябенко Д.В. Миокардиты: новый взгляд на старую проблему // Серцева недостатність. – 2012. – № 2. – С. 84–107.
7. Сафиулина А.А., Нарусов О.Ю., Шария М.А. и др. Роль магнитно-резонансной томографии в диагностике воспалительных заболеваний миокарда // Кардиологический вестник. – 2012. – № 1. – С. 15.
8. Assomul R.G., Lyne J.C., Keenan N. et al. The role of cardiovascular magnetic resonance in patients presenting with chest pain, raised troponin and unobstructed coronary arteries // Eur. Heart J. – 2007. – Vol. 28. – P. 1242–1249.
9. Abdel-Aty H., Boye P., Zagrosek A. et al. Diagnostic performance of cardiovascular magnetic resonance in patients with suspected acute myocarditis: comparison of different approaches // J. Am. Coll. Cardiol. – 2005. – Vol. 45. – P. 1815–1822.
10. Vassouche H., Mahrholdt H., Meinhardt G. et al. Diagnostic synergy of non-invasive cardiovascular magnetic resonance and invasive endomyocardial biopsy in troponin-positive patients without coronary artery disease // Eur. Heart J. – 2009. – Vol. 30. – P. 2869–2879.
11. Bertrand M., Reguier C. Major advances in cardiology. – L.E.N. Medical, Paris., 2012. – 103 p.
12. Blessberger H., Binder T. Two dimensional speckle-tracking echocardiography: clinical applications // Heart. – 2010. – Vol. 96. – P. 2032–2040.
13. Bohl S., Wassmuth R., Abdel-Aty H. et al. Delayed enhancement cardiac magnetic resonance imaging reveals typical patterns of myocardial injury in patients with various forms of non-ischemic heart disease // Int. J. Cardiovasc. Imaging. – 2008. – Vol. 24. – P. 597–607.
14. Cooper L.T. Myocarditis from bench to bedside // Humana Press Totowa, New Jersey. – 2003. – P. 256–267, 354–358.
15. Dennert R., Crijns H.L., Heymans S. Acute viral myocarditis // Eur. Heart J. – 2008. – Vol. 29. – P. 2073–2082.
16. De Cobelli F., Pieroni M., Esposito A. et al. Delayed gadolinium-enhanced cardiac magnetic resonance in patients with chronic myocarditis presenting with heart failure or recurrent arrhythmias // J. Am. Coll. Cardiol. – 2006. – Vol. 47. – P. 1649–1654.
17. Di Beela G., Caeta M., Pingitore A. et al. Myocardial deformation in acute myocarditis with normal left ventricular wall motion – a cardiac magnetic resonance and 2-dimensional strain echocardiography study // Circ. J. – 2010. – Vol. 74 (6). – P. 1205–1213.
18. Di Beela G., Coglitore S., Zimbulatti C. et al. Strain Doppler echocardiography can identify longitudinal myocardial dysfunction derived from edema in acute myocarditis // Int. J. Cardiol. – 2008. – Vol. 126 (2). – P. 279–280.
19. Dill T., Ekinci O., Hansel J. et al. Delayed contrast-enhanced magnetic resonance imaging for the detection of autoimmune myocarditis and long-term follow-up // J. Cardiovasc. Magn. Reson. – 2005. – Vol. 7. – P. 521–523.
20. Elamm C., Fairweather D., Cooper L.T. Pathogenesis and diagnosis of myocarditis // Heart. – 2012. – Vol. 96. – P. 835–840.
21. Friedrich M.G., Sechtem U., Schulz-Menger J. et al. Cardiovascular magnetic resonance in myocarditis: a Journal of the American College of Cardiology White Paper // J. Am. Coll. Cardiol. – 2009. – Vol. 53 (17). – P. 1475–1487.
22. Gutberlet M., Spors B., Thoma T. et al. Suspected chronic myocarditis at cardiac MR: diagnostic accuracy and association with immunohistologically detected inflammation and viral persistence // Radiology. – 2008. – Vol. 246. – P. 401–409.
23. Goitein O., Matetzky S., Beinart R. et al. Acute myocarditis: noninvasive evaluation with cardiac MRI and transthoracic echocardiography // Am. J. Roentgenology. – 2009. – Vol. 192. – P. 254–258.
24. Heymans S. Myocarditis and heart failure: need for better diagnostic, predictive and therapeutic tools // Eur. Heart J. – 2007. – Vol. 28. – P. 1279–1280.
25. Howlett J.G., McKelvie R.S., Arnold J.M. et al. Canadian Cardiovascular Society Consensus Conference guidelines on heart failure, update 2009: diagnosis and management of right-sided heart failure, myocarditis, device therapy and recent important clinical trials // Can. J. Cardiol. – 2009. – Vol. 25 (2). – P. 85–105.
26. Hundley W.G., Bluemke D.A., Finn J.P. et al. ACCF/ACR/AHA/NASCI/SCMR 2010 Expert consensus document on cardiovascular magnetic resonance: a report of the American college of cardiology foundation task force on the expert consensus documents // Circulation. – 2010. – Vol. 121. – P. 2462–2508.
27. Hyafil F., Serfaty J.M., Ducrocq G. et al. Speckle tracking echocardiography can identify the location of myocardial injury in acute myocarditis // Circulation. – 2008. – Vol. 118 (5). – P. 851.
28. Hsiao J.F., Koshino Y., Bonnichsen C.R. et al. Speckle tracking echocardiography in acute myocarditis // Int. J. Cardiovasc. Imaging. – 2013. – Vol. 29. – P. 275–284.
29. Ingkanisorn W.P., Paterson D.I., Calvo K.R. et al. Cardiac magnetic resonance appearance of myocarditis caused by high dose I-2: similarities to community-acquired myocarditis // J. Cardiovasc. Magn. Reson. – 2006. – Vol. 8 (2). – P. 353–360.
30. James O.G., Cristensen J.D., Wong T.Z. et al. Utility of FDG PET/CT in inflammatory cardiovascular disease // Radio Graphics. – 2011. – Vol. 31. – P. 1271–1286.
31. Jeserich M., Konstantinides S., Pavlik J., Bode C., Geibel A. Non-invasive imaging in the diagnosis of acute viral myocarditis // Clin. Res. Cardiol. – 2009. – Vol. 98. – P. 753–763.

32. Khoo N.S., Myers K., Smallhorn J., Paterson I. Abnormal left ventricular circumferential strain, strain rate and rotation parameters using speckle tracking imaging in acute myocarditis as evidenced on cardiac magnetic resonance imaging // *Circulation*.– 2009.– Vol. 120 (Abstract 525).– P. 351.
33. Kim D.H., Choi S.I., Chang H.J. et al. Delayed hyperenhancement by contrast-magnetic resonance imaging: clinical application for various cardiac diseases // *J. Comput. Assist. Tomogr.*– 2006.– Vol. 30.– P. 226–232.
34. Laissy J.P., Hyafil F., Feldman L.J. et al. Differentiating acute myocardial infarction from myocarditis: diagnostic value of early- and delayed-perfusion cardiac MR imaging // *Radiology*.– 2005.– Vol. 237.– P. 75–82.
35. Lang R., Bierig M., Devereux R. et al. Recommendations for chamber quantification // *Eur. J. Echocardiogr.*– 2006.– Vol. 7.– P. 79–108.
36. Lurz P., Eitel I., Adam J. et al. Diagnostic performance of CMR imaging compared with EMB in patients with suspected myocarditis // *JACC Cardiovasc. Imaging*.– 2012.– Vol. 5.– P. 513–524.
37. Magnani J.W., Dec G.W. Myocarditis: current trends in diagnosis and treatment // *Circulation*.– 2006.– Vol. 113.– P. 876–890.
38. Mahrhold H., Goedecke C., Wagner A. et al. Cardiovascular magnetic resonance assessment of human myocarditis: a comparison to histology and molecular pathology // *Circulation*.– 2004.– Vol. 109.– P. 1250–1258.
39. Mavrogeni S. Myocarditis in systemic diseases and the role of cardiovascular magnetic resonance // *Hellenic J. Cardiol.*– 2012.– Vol. 53.– P. 142–147.
40. Mondillo S., Galderisi M., Mele D. et al. Speckle-tracking echocardiography. A new technique for assessing myocardial function // *J. Ultrasound Med.*– 2011.– Vol. 30.– P. 71–83.
41. Monney P.A., Sekhri N., Burchell T. et al. Acute myocarditis presenting as acute coronary syndrome: role of early cardiac magnetic resonance in its diagnosis // *Heart*.– 2011.– Vol. 97.– P. 1312–1318.
42. Moon H., Park H.E., Kang J. et al. Noninvasive assessment of cardiac inflammation by cardiovascular magnetic resonance in a rat model of experimental autoimmune myocarditis // *Circulation*.– 2012.– Vol. 125.– P. 2603–2612.
43. Nassenstein K., Breuckmann F., Bucher C. et al. How much myocardial damage is necessary to enable detection of focal late gadolinium enhancement at cardiac MR imaging // *Radiology*.– 2008.– Vol. 249.– P. 829–835.
44. Olimulder M.A., Es J., Galjee M.A. The importance of cardiac MRI as a diagnostic tool in viral myocarditis-induced cardiomyopathy // *Netherlands Heart J.*– 2009.– Vol. 17.– P. 481–486.
45. Rottgen R., Christiani R., Freyhardt P. et al. Magnetic resonance imaging findings in acute myocarditis and correlation with immunohistological parameters // *Eur. Radiol.*– 2011.– Vol. 21 (6).– P. 1259–1266.
46. Schultheiss H.P., Kuhl U., Cooper L.T. The management of myocarditis // *Eur. Heart J.*– 2011.– Vol. 32.– P. 2616–2625.
47. Shehara M.L., Turkbey E.B., Voel-Claussen J., Bluemke D.A. Role of cardiac magnetic resonance imaging in assessment of non-ischemic cardiomyopathies // *Top. Magn. Reson. Imaging*.– 2008.– Vol. 19.– P. 43–57.
48. Shonk J.R., Vogel-Claussen J., Halushka M.K. et al. Giant cell myocarditis depicted by cardiac magnetic resonance imaging // *J. Comput. Assist. Tomogr.*– 2005.– Vol. 29.– P. 742–744.
49. Singh S., Goyal A. The origin of echocardiography // *Texas Heart Institute Journal*.– 2007.– Vol. 34.– P. 431–438.
50. Skouri H.N., Dec G.W., Friedrich M.G., Cooper L.T. // Noninvasive imaging of myocarditis // *J. Am. Coll. Cardiol.*– 2006.– Vol. 48.– P. 2085–2093.
51. Sun Y., Ma P., Bax J.J. et al. 99m Tc-MIBI myocardial perfusion imaging in myocarditis // *Nucl. Med. Commun.*– 2003.– Vol. 24 (7).– P. 779–783.
52. Takamura T., Dohi K., Onishi K. et al. Left ventricular contraction-relaxation coupling in normal, hypertrophic and failing myocardium quantified by speckle-tracking global strain and strain rate imaging // *J. Am. Soc. Echocardiogr.*– 2010.– Vol. 23 (7).– P. 747–754.
53. Toh S.A., Miller J., Rouan J.W. Using contrast-enhanced cardiac magnetic resonance imaging to diagnose acute myocarditis // *Clinical Vignette*.– 2006.– Vol. 6.– P. 409–411.
54. Yelgec N.S., Dymarkowski S., Ganame J., Bogaert J. Value of MRI in patients with a clinical suspicion of acute myocarditis // *Eur. Radiol.*– 2007.– Vol. 17.– P. 2211–2217.
55. Zagrosek A., Abdel-Aty H., Boye P. et al. Cardiac magnetic resonance monitors reversible and irreversible myocardial injury in myocarditis // *JACC Cardiovasc. Imaging*.– 2009.– Vol. 2.– P. 131–138.
56. Zagrosek A., Wassmuth R., Abdel-Aty H. et al. Relation between myocardial edema and myocardial mass during the acute and convalescent phase of myocarditis – a CMR study // *J. Cardiovasc. Magn. Reson.*– 2008.– Vol. 10.– P. 19.
57. Zimmermann O., Grebe O., Merkle N. et al. Myocardial biopsy findings and gadolinium enhanced magnetic resonance in dilated cardiomyopathy // *Eur. J. Heart Fail.*– 2006.– Vol. 8.– P. 162–166.

Поступила 27.02.2013 г.

## The role of novel non-invasive visualization methods in the diagnosis of myocarditis

V.N. Kovalenko, Ye.G. Nesukai, S.V. Cherniuk

*The role of the contemporary non-invasive visualization methods in the diagnosis of myocarditis is reviewed in the article. The detailed information regarding evaluation of the myocardial inflammation using cardiac magnetic resonance (CMR), speckle-tracking echocardiography and scintigraphy, is presented. The article is focused on CMR, especially delayed enhanced, and its abilities in the diagnosis and management of myocarditis, including current guidelines on use of CMR for monitoring myocardial inflammation.*