

пузырей. Чаще всего эти элементы обнаруживаются в мокроте, асцитической жидкости, иногда в дуоденальном содержимом, моче (крайне редко). Они могут быть найдены также в жидкости, полученной во время хирургической операции. Фрагменты оболочек эхинококкового пузыря, извлеченные во время операции или отошедшие самостоятельно, могут быть идентифицированы под микроскопом [3, 5].

Лечение

Основным методом лечения эхинококкоза остается хирургический. Пузырь удаляют вместе с оболочками. При этом стремятся не допустить вторичного обсеменения содержимым пузыря операционной раны и полостей (брюшной, плевральной). Сочетанное применение хирургических и химиотерапевтических способов лечения эхинококкоза печени является наиболее перспективным направлением в паразитарной гепатологии. Фармакотерапия эхинококкоза разрабатывается много лет. Предложено несколько препаратов, из которых довольно высокая активность была обнаружена у мебендазола (вермокс), альбендазола и некоторых других лекарственных средств. К назначению лекарственной терапии следует подходить с осторожностью, помня, что гибель эхинококка может привести к осложнениям (нагноение и разрыв кисты). В связи с этим наиболее разумно сочетать хирургическое и лекарственное лечение, назначая препарат до и после операции для предотвращения диссеминации сколексов гельминта вследствие нарушения целостности пузыря [2, 3, 10, 14].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Авдюхина, Т. И. Современный взгляд на проблему гельминтозов у детей и эффективные пути ее решения / Т. И. Авдюхина, Т. Н. Константинова, М. Н. Прокошева // Лечащий врач. — 2004. — № 1. — С. 14–18.
2. Агаев, Р. М. Хирургическое лечение эхинококкоза печени и его осложнений / Р. М. Агаев // Хирургия. — 2001. — № 2. — С. 32–36.
3. Акматов, Б. А. Диагностика и лечение эхинококкоза / Б. А. Акматов. — Баку, 1987. — С. 57–59.
4. Альперович, Б. И. Оперативные вмешательства при эхинококкозе, их классификация / Б. И. Альперович // Анналы хир. гепатол. — 1999. — Т. 4, № 1. — С. 104–106.
5. Ахмедов, И. Г. Морфогенез гидатидной кисты печени / И. Г. Ахмедов // Вестн. хир. — 2003. — Т. 162, № 1. — С. 70–76.
6. Ахмедов, И. Г. Рецидив эхинококковой болезни: патогенетические аспекты, профилактика, ранняя диагностика и лечение / И. Г. Ахмедов // Хирургия. — 2006. — № 4. — С. 52.
7. Бекиш, О.-Я. Л. Современные аспекты терапии гельминтозов человека // Эпидемиология, диагностика, лечение и профилактика паразитарных заболеваний человека: труды 3-й междунар. науч.-практ. конф. / О.-Я. Л. Бекиш, Вл. Я. Бекиш, Л. Э. Бекиш. — Витебск, 2002. — С. 30–37.
8. Бельчесов, Н. З. Экологические предпосылки распространения аскаридоза в горной зоне Йемена / Н. З. Бельчесов, Г. Р. Ярупин // Мед. паразитология и паразитарные болезни. — 1979. — № 1. — С. 75–78.
9. Гурбанбердиев, Г. Эхинококкоз печени и левого ретроперитонеального пространства, имитирующий аневризму / Г. Гурбанбердиев, Г. Велбаев, С. Хокгушев // Хирургия. — 2005. — № 12. — С. 54–56.
10. Диагностика и хирургическое лечение эхинококкоза печени / А. А. Мовчун [и др.] // Хирургия. — 1997. — № 2. — С. 28–30.
11. Журавлев, В. А. Гидатидозный эхинококкоз печени. Вопросы хирургического лечения / В. А. Журавлев, В. М. Русин, Н. А. Щербак // Хирургия. — 2004. — № 4. — С. 51–54.
12. Заяц, Р. Г. Основы общей и медицинской паразитологии: учеб.-метод. пособие / Р. Г. Заяц, И. В. Рачковская, И. А. Карпов. — Минск: БГМУ, 2002. — 184 с.
13. Комилов, Т. С. Особенности диагностики и пути улучшения результатов хирургического лечения эхинококкоза печени / Т. С. Комилов, И. А. Мирходжаев // Анналы хир. гепатол. — 2004. — Т. 9, № 2. — С. 63–67.
14. Лечение эхинококкоза печени / Р. М. Ахмедов [и др.] // Анналы хир. гепатол. — 2002. — Т. 7, № 2. — С. 35–39.
15. Найт, Р. Паразитарные болезни / Р. Найт; пер. с англ. — М.: Медицина, 1985. — 416 с.
16. Насиров, М. Я. Пути улучшения результатов лечения эхинококкоза печени / М. Я. Насиров, Д. М. Панахов, Г. Х. Ахмедов // Анналы хир. гепатол. — 2002. — Т. 7, № 1. — С. 23–26.
17. Обоснование удаления фиброзной капсулы при эхинококкэктомии из печени / М. А. Кахаров [и др.] // Хирургия. — 2003. — № 1. — С. 31–35.
18. Озерецковская, Н. Н. Органная патология в острой стадии тканевых гельминтозов: роль эозинофилии крови и тканей, иммуноглобулинемии Е, G4 и факторов, индуцирующих иммунный ответ / Н. Н. Озерецковская // Мед. паразитология и паразитарные болезни. — 2000. — № 3. — С. 3–8.
19. Садиков, Т. И. Разработка и внедрение нового отечественного антигельминтика альбендазола / Т. И. Садиков, М. А. Сагдуллаев // Мед. паразитология и паразитарные болезни. — 2001. — № 2. — С. 49–51.
20. Химиотерапия эхинококкоза / Ю. Л. Шевченко [и др.] // Анналы хирургии. — 2005. — № 2. — С. 15–20.
21. Чернышев, В. Н. Лечение гидатидного эхинококкоза печени / В. Н. Чернышев, К. А. Панфилов, В. Е. Богданов // Хирургия. — 2005. — № 9. — С. 39–40.
22. Эпидемиологические аспекты эхинококкоза / Ш. И. Каримов [и др.] // Хирургия. — 1998. — № 7. — С. 37–39.
23. A case report of ascariasis of the common bile duct in a patient who had undergone cholecystectomy / G. Amog [et al.] // Arch. Pathol. Lab. Med. — 2000. — Vol. 124, № 8. — P. 1231.
24. Adult ascaris in the intrahepatic bile ducts / M. C. Receveur [et al.] // Presse Med. — 2002. — Vol. 9, № 11. — P. 31–36.
25. Ascaris lumbricoides infestation as a cause of intestinal obstruction in children: experience with 87 cases / E. Vilamizar [et al.] // J. Pediatr. Surg. — 1996. — Vol. 31, № 12. — P. 201–205.

Поступила 20.07.2012

УДК 616-079

ТКАНЕВАЯ ДОППЛЕРОГРАФИЯ: ПРИНЦИПЫ И ВОЗМОЖНОСТИ МЕТОДА (обзор литературы)

Е. П. Науменко, И. Э. Адзериho

Республиканский научно-практический центр
радиационной медицины и экологии человека, г. Гомель
Белорусская медицинская академия последипломного образования, г. Минск

Тканевая доплерография представляет собой группу режимов, основанных на эффекте Допплера, качественной и количественной оценки глобальной и сегментарной функции миокарда. Она позволяет количественно оценивать функциональное состояние не только левого, но и правого желудочка. Использование

тканевой доплерографии информативно для оценки глобальной и региональной функции левого желудочка. С ее помощью стала возможной оценка систолической и диастолической функции различных сегментов левого и правого желудочков.

В обзоре представлена информация о принципах и возможностях новой технологии ультразвукового исследования сердца — тканевой доплерографии в оценке миокардиальной функции. Затронута история ее развития. Основное же внимание уделено характеристике режимов тканевой миокардиальной доплерографии.

Ключевые слова: эхокардиография, тканевая миокардиальная доплерография, доплеровская визуализация тканей.

DOPPLER TISSUE IMAGING: PRINCIPLES AND POSSIBILITIES OF THE METHOD (literature review)

E. P. Naumenko, I. E. Adzeriho

Republican Research Center for Radiation Medicine and Human Ecology, Gomel
Belarusian Medical Academy of Postgraduate Education, Minsk

Doppler tissue imaging is a group of regimes based on the Doppler effect and the qualitative and quantitative assessment of the global and segmental myocardial function. Doppler tissue imaging enables to evaluate quantitatively the functional state of not only the left, but also the right ventricle. The using of Doppler tissue imaging is informative for assessing the global and regional function of the left heart ventricle. The Doppler tissue imaging made it possible to assess the systolic and diastolic function of the various segments of the left and right ventricles.

The review presents the information about the principles and possibilities of Doppler tissue imaging, the new technology of ultrasound heart examination in assessment of myocardial function. The review also covers the history of myocardial Doppler tissue imaging. The main attention is focused on the characterization of Doppler myocardial tissue imaging regimes.

Key words: echocardiography, Doppler tissue imaging.

Сердечно-сосудистые заболевания (ССЗ) являются причиной преждевременной смертности и инвалидности населения и оказывают значительное отягощающее влияние на систему здравоохранения. Смерть в молодом возрасте либо жизнь с хроническим заболеванием или инвалидностью приводит к тяжелым экономическим последствиям для семьи и общества. Затраты на лечение болезней системы кровообращения в странах Европы оцениваются в 169 млрд. евро в год. По прогнозам ВОЗ, прямые расход на лечение БСК будут только увеличиваться в связи с все более широким внедрением в практику высокотехнологичных методов диагностики и лечения [1, 2].

В настоящее время одним из наиболее часто используемых методов неинвазивной диагностики ССЗ остается ультразвуковое исследование сердца — эхокардиография (ЭхоКГ) [3, 4]. Однако она имеет ряд ограничений и зависит не только от качества серошкального изображения [3], но и связана с субъективизмом его интерпретации, поскольку каждый врач имеет свой порог идентификации движения стенки левого желудочка (ЛЖ).

С развитием ультразвуковой технологии появились новые более объективные методики, такие как тканевая доплерография (ТД). Тканевая миокардиальная доплерография (ТМД) позволяет количественно оценить морфоструктуру, функцию и метаболизм миокарда [4, 5, 6].

История доплер ЭхоКГ начинается в 1842 г., когда австрийским ученым, профессором математики Христианом Допплером (Christian Doppler) был впервые открыт, проанализирован и описан принцип изменения длины волны, отраженной от движущегося объекта. В кардиологии сущность доплеровского эффекта состоит в том, что при отражении ультразвукового сигнала от движущихся объектов (эритроцитов, а также створок клапанов, стенок сердца) меняется его частота и происходит сдвиг частоты ультразвукового сигнала. Тканевой доплер анализирует низкочастотный сигнал, прошедший фильтр, отсекающий высокочастотный спектр. ТМД ЭхоКГ является по сути модификацией доплеровского метода, она избирательно анализирует сигналы, исходящие от тканей (< 10 см/с и низкочастотные), которые затем проходят автокорреляцию и скоростные преобразователи. Используются настройки частотных фильтров (0–50 Гц), позволяющие выделить движение миокарда.

В Японии в середине 80-х годов прошлого века впервые была произведена цветовая доплеровская визуализация динамики движения ригидной атеросклеротической бляшки. С этого момента, несмотря на технические ограничения, метод цветowych доплеровских потоков был признан необычайно значимой технологией в области эхокардиографии и кардиологии.

В 1989 г. Karl Isaaz впервые попытался количественно оценить функцию левого же-

лудочка по движению миокардиальной стенки, используя метод импульсного исследования.

В 1992 г. группа ученых (G. Sutherland, W. McDicken и др.) разработала первое программное обеспечение. Эта работа была продолжена другой группой ученых, возглавляемой А. Fleming. Реальное развитие и использование ТМДЭхоКГ началось после опубликования этими авторами базисной работы.

С конца 80-х и до начала 2000-х годов опыт применения ТД ограничивался экспериментальными работами, несмотря на обнадеживающие результаты. Однако за последние десять лет, вследствие устранения технических недостатков возможности ТМД значительно возросли. Во многих клиниках ТМД становится частью стандартного ЭХоКГ-протокола.

Учитывая, что ТМД обогащает информативностью ЭХоКГ и дает значительное количество дифференциально-диагностической информации клиницисту, а большинство современных эхокардиографов оснащены этой методикой, нам представляется необходимым более подробно ознакомить врачей с практическим использованием и возможностями данной методики.

В кардиологической практике ТМД может применяться для диагностики большого количества нозологий и состояний [4, 5, 7–11]:

1. Оценка глобальной (продольной) систолической функции ЛЖ.
2. Оценка сегментарной систолической функции ЛЖ.
3. Диагностика ишемии миокарда.
4. Дифференциальная диагностика необратимой и обратимой дисфункции миокарда.
5. Оценка глобальной и региональной диастолической функций ЛЖ.
6. Оценка функционального состояния других отделов сердца (правый желудочек, левое предсердие).
7. Дифференциальная диагностика констриктивного перикардита и рестриктивной кардиомиопатии.
8. Неинвазивная оценка давления в полости сердца и легочной артерии.
9. Диагностика отторжения сердечного трансплантата.
10. Диагностика межжелудочковой и внутривентрикулярной диссинергии.

Основные режимы тканевого доплера:

- 1 — цветовой двухмерный, характеризуется наилучшим пространственным разрешением;
- 2 — цветной М-модальный, обладает высоким временным разрешением;
- 3 — импульсно-волновой, позволяет определить максимальную скорость движения миокарда;
- 4 — режимы постпроцессинговой количественной обработки двухмерных цветовых доплеровских данных.

Выбор режима ТД определяется целью исследования. Для наиболее оптимального использования ТД необходимо хорошо представлять возможности и проблемы каждого из режимов, который врач предполагает использовать в своей практике.

Цветовой двухмерный режим ТД

При проведении ТМД ЭХоКГ в этом режиме каждая точка доплеровского спектра окрашивается в определенный цвет в зависимости от направления и скорости движения исследуемых структур. Объекты, которые движутся к датчику, прокрашиваются в красный цвет, от датчика — в синий. Таким образом, алгоритм анализа цветового двухмерного режима ТД идентичен алгоритму анализа цветовых двухмерных доплерограмм кровотока. Дает представление о пространственном соотношении движения различных структур в каждый момент времени.

Цветной М-модальный режим

В режиме М-модального картирования получается развертка изображения во времени. К преимуществам цветного доплеровского картирования следует отнести возможность быстрой визуальной оценки характера движения и хорошее пространственное разрешение, позволяющее отдельно измерить скорость движения миокарда в субэпикардиальных и субэндокардиальных слоях. Еще более важное преимущество метода — возможность одновременной оценки скорости различных сегментов миокарда. Для анализа достаточно зарегистрировать одно кодированное цифровое изображение (*cineloop*), которое может содержать один или несколько сердечных циклов. Последующий анализ проводится в режиме off-line и требует использования специального программного обеспечения.

Импульсно-волновой режим

Этот режим позволяет регистрировать скорости тех участков миокарда, которые попадают в контрольный объем на протяжении сердечного цикла. Длина этих участков обычно составляет 12–16 мм для базальных сегментов левого желудочка (ЛЖ) и 20–22 мм для базальных сегментов правого желудочка (ПЖ) при сканировании из верхушечного доступа. При работе в этом режиме можно в реальном времени регистрировать скорость движения участка миокарда или сердечной структуры, чаще всего фиброзного кольца митрального клапана (ФКМК) [7, 8, 14]. Для этого необходимо установить контрольный объем в исследуемую точку. При анализе движения миокарда различных сегментов из верхушечного доступа основным вектором движения будет продольный, обусловленный сокращением субэндокардиальных слоев. При регистрации движения миокарда из поперечных сечений сокращение миокарда обусловлено циркулярно-

расположенными волокнами миокарда. Допплерограмма движения миокарда состоит из трех пиков: систолического и 2-х диастолических, противоположно направленных.

Систолический пик (S_m) направлен выше, а два диастолических (E_m и A_m) — ниже изолинии. Систолическая волна имеет два пика: S_1 и S_2 . Считается, что S_1 отображает изоволюметрическое систолическое напряжение миокарда, S_2 — собственно систолическое сокращение. Систолическая волна S может варьировать по форме в зависимости от скорости сегментов миокарда. В продольном сечении максимальная скорость составляет в норме от 8 до 18 см/с [11, 18]. У пациентов с объемной перегрузкой или у молодых лиц с высокой частотой сердечных сокращений (ЧСС) максимальная систолическая скорость может быть выше. Заболевания сердца, нарушения ритма и проводимости, гемодинамическая нагрузка на сердце вызывают различные отклонения от нормального импульсно-волнового спектра. Иногда наряду с основными волнами появляются дополнительные волны, как правило, небольшой амплитуды. В большинстве случаев ими можно пренебречь. Исключение составляет постсистолическая волна PS_m , которую можно наблюдать у больных с ИБС и хронической сердечной недостаточностью, особенно при выраженных нарушениях регионарной сократимости. Преимуществом этого метода по сравнению с визуализацией в В-режиме является техническая простота и независимость от серошкального изображения эндокарда ЛЖ. Недостаток этого метода обуславливается тем, что на экскурсию движения фиброзного кольца митрального клапана (ФК МК) влияют анатомические особенности и функциональное состояние левого предсердия. Относительным недостатком этого режима является то, что можно использовать лишь один сегмент в режиме *on-line* [9, 10, 11, 12, 16]. Целенаправленно исследуя сегменты миокарда ЛЖ, можно оценить сегментарную сократимость, а оценивая движение фиброзных колец — глобальную (продольную) функцию желудочков. Импульсно-волновой режим ТД необходимо использовать в диагностике скрытой коронарной недостаточности, в оценке количества дисфункциональных сегментов с $E/A < 1,0$ и (или) $IVRT > 90$ мс, независимо от показателей трансмитрального кровотока U больных ИБС при нормальных значениях $E/A < 1,0$ и (или) $IVRT > 40-80$ мс регистрируются дисфункциональные сегменты. Следовательно, применение данного режима позволяет выявить раннюю стадию поражения сердца при ИБС. Оценку продольной диастолической функции ЛЖ необходимо выполнять пациентам с факторами риска

ИБС для выявления ранних признаков коронарной недостаточности. Применение данного режима позволяет выявить «псевдонормальную» диастолическую дисфункцию ЛЖ. Регистрация тканевого доплеровского спектра от фиброзного кольца трикуспидального клапана (ФК ТК) на стороне свободной стенки правого желудочка (ПЖ) позволяет рассчитать систолическое давление в легочной артерии, среднее давление в правом предсердии, а от фиброзного кольца митрального клапана (ФК МК) на стороне боковой стенки — конечное диастолическое давление в ЛЖ.

Режимы постпроцессинговой количественной обработки двухмерных цветовых доплеровских данных (средства анализа цифровых данных скорости, позволяющие представить результат обработки в режиме «*off line*»).

Режим *Tissue Velocity Imaging (TVI)* обрабатывается в режиме *on-line* из двухмерного цветового доплеровского режима с помощью специального программного обеспечения. В отличие от импульсно-волнового доплеровского исследования этот режим оценивает средние скорости движения миокарда и его структур. В режиме *TVI* регистрируются 2 систолических пика — S_1 и S_2 в диастолу регистрируется два пика — E , A . Значения скоростей *TVI* на 20 % ниже скоростей импульсно-волнового доплеровского исследования. Наряду с основными пиками у пациентов с ИБС может регистрироваться постсистолический пик. Регистрация постсистолического пика свидетельствует о серьезном поражении миокарда.

При описании регионарных скоростей движения стенок необходимо отметить, что они оценивают лишь движение миокарда, но не измеряют локальную деформацию. Ее можно оценить, используя режимы *Strain (S)* и *Strain/Rate (SR)* — деформация и скорость деформации.

Strain и *Strain/Rate (S, SR)*. *Strain* определяется как деформация объекта по отношению к его начальной форме [9, 10, 13, 14]. Относительное изменение длины и является деформацией (*Strain*), которая обозначается E и может быть описана формулой: $E = (L - L_0) / L_0$, где L — длина объекта после деформации, а L_0 — исходная длина объекта. Поскольку эта величина является изменением длин относительно исходной величины, то она выражается в процентах. Если происходит удлинение объекта, то деформация считается положительной величиной, при укорочении объекта — отрицательной. Скорость деформации миокарда рассчитывается на основе пространственного градиента скоростей между двумя соседними точками миокарда: $E = (V_1 - V_2) / L$, где L — расстояние между точками 1 и 2, а V_1 и V_2 скорости движения в этих же точках. При утолщении сегмента миокарда в радиальном на-

правлении E принимает положительное значение, при истончении — отрицательное. Продольные изменения деформации сегментов миокарда, полученные из верхушечных позиций датчика, характеризуются терминами «скорость укорочения» в систолу (отрицательное значение E) и «скорость удлинения» в диастолу (положительное значение E).

Преимущества измерений S и SR в том, что эти величины могут быть получены в реальном времени с высокой временной и пространственной точностью. На значение S и SR не влияет глобальное смещение сердца и эффект связывания сегментов. Ограничения режима заключаются в том, что измерения проводятся из апикальной позиции, поэтому можно оценить только продольную деформацию и на анализ S и SR влияет качество серошкального изображения. Продольный систолический SR коррелирует с максимальным значением первой временной производной давления в ЛЖ. По сравнению с миокардиальными скоростями продольный SR обладает большей чувствительностью и специфичностью в выявлении как дисфункциональных, так и жизнеспособных сегментов. Этот режим позволяет выявить сегменты миокарда с нормальным кинезом стенки, а также при различных типах асинергии.

Двухмерный *Strain*, или двухмерное отслеживание пятен (ДОП) [12, 15, 20] представляет собой новую технологию, основанную на анализе движения ультразвуковой картины миокарда в В-модальном изображении серой шкалы. Эта технология использует уникальную ультразвуковую картинку, которая создается в результате отражения, преломления и рассеивания ультразвука при его проникновении в ткани. Фоновый шум фильтруется с помощью специального алгоритма, выделяющего небольшой сегмент миокарда со стабильной картиной ультразвуковых пятен серой шкалы, называемой *kernels*, и состоящий из 20–40 пикселей. При использовании технологии ДОП происходит отслеживание от кадра к кадру уникальной картины совокупности пятен серой шкалы, которые генерируются при прохождении ультразвукового луча. Смещение этой уникальной картины пятен серой шкалы происходит вслед за движением миокарда, и изменения между пятнами отражают деформацию миокарда. Для корректного выполнения анализа необходимо корректно обвести границы эндокарда и эпикарда ЛЖ и, соответственно, правильно очертить зону интереса. Программное обеспечение автоматически разделяет желудочек на 6 одинаковых сегментов, каждый из которых может быть проанализирован в отдельности. При использовании этой технологии наряду с параметра-

ми деформации возможна оценка параметров ротации и скручивания левого желудочка. Поскольку при использовании технологии ДОП параметры деформации могут быть рассчитаны для 2-х направлений, речь идет о двухмерном стрейне. Преимущества метода ДОП: не зависит от угла сканирования, не требует высокой частоты кадров, не зависит от эффекта подтягивания, обладает большей воспроизводимостью данных, позволяет анализировать продольный, радиальный, циркулярный стрейн и показатели вращения ЛЖ. Нормальные значения продольного стрейна варьируют от 16 до 19 %. Глобальный продольный максимальный систолический стрейн составляет $18,6 \pm 0,1 \%$, максимальная систолическая скорость стрейна — $1,10 \pm 0,01 \text{ с}^{-1}$. Значения продольного стрейна базальных сегментов меньше по сравнению со средними и верхушечными сегментами В норме показатели систолического и диастолического стрейна и скорости стрейна примерно вдвое больше в радиальном направлении по сравнению с продольным. Показатели систолического и диастолического стрейна и скорости стрейна правого желудочка больше по сравнению с левым и характеризуются большей неоднородностью. Систолическое продольное укорочение ЛЖ осуществляется в основном за счет сокращения субэндокардиальных слоев миокарда, которые являются наиболее уязвимыми вследствие наибольшего влияния на них внутрижелудочкового давления и относительно скудного кровообращения этой зоны. Поэтому нарушение продольной функции является наиболее чувствительным в диагностике механической дисфункции ЛЖ. Средние и эпикардиальные участки миокарда могут не затрагиваться патологическим процессом на начальных этапах, поэтому циркулярная функция ЛЖ и его скручивание могут оставаться в норме или даже происходит компенсаторное увеличение с целью поддержания систолической функции ЛЖ. Нарушение ранней диастолической продольной релаксации и замедление раскручивания ЛЖ приводит к увеличению давления наполнения ЛЖ и его диастолической дисфункции, фракция выброса при этом нормальная.

Регистрация даже минимального нарушения механической функции ЛЖ может иметь клиническое значение. Для выявления заболевания на ранней стадии достаточно регистрации нарушений продольной деформации миокарда ЛЖ. Радиальная и циркулярная деформация, показатели скручивания позволяют оценить и выявить механизм дисфункции ЛЖ.

Tissue tracking — тканевой след отражает интеграл скорости движения конкретного участка миокарда во время систолы, этот интеграл равен пройденному конкретным участком

миокарда расстоянию вдоль оси доплеровского сканирования за время систолы [9, 16, 19]. Для адекватной работы данного режима обязательным является регистрация ЭКГ на экране монитора ультразвукового сканера. Этот режим позволяет оценить визуально (в двухмерном режиме) и количественно (по регистрации кривых) систолическое расстояние смещения какого-либо участка миокарда вдоль оси доплеровского луча путем комбинированного цветового изображения. Этот режим выполняется только из апикальной позиции и оценивает систолическое базально-апикальное смещение каждого сегмента или смещение ФК МК или ТК. В двухмерном режиме *Tissue Tracking* можно быстро провести визуальный анализ систолического смещения сегментов по наличию семи цветовых полос. Эти цветовые полосы означают различные расстояния движения с постепенным снижением расстояния движения. В норме самое низкое расстояние движения отмечается в верхушке, самое большое — в ФК МК или ФК ТК. Этот режим позволяет визуализировать систолическую дисфункцию ЛЖ. По кривым *Tissue Tracking* можно выявить постсистолическое сокращение сегментов, которое будет проявляться низким смещением сегмента в конце систолы или постсистолическим смещением в период изоволюметрического расслабления ЛЖ. Визуальное использование этого метода целесообразно при оценке эффекта лекарственной терапии или реваскуляризации миокарда.

Основные надежды в выявлении жизнеспособности миокарда и в диагностике ишемии миокарда связаны с новыми режимами ТД, позволяющими оценить деформацию миокарда и скорость деформации. Клиническое значение параметров деформации миокарда заключается в основном в диагностике острой ишемии миокарда и различных форм ишемической дисфункции. *Strain* и *Strain/Rate* в наибольшей степени отражают систолическое утолщение и, следовательно, сократимость миокарда. Режим деформации позволяет выявить ишемические изменения еще до уменьшения скоростей движения миокарда и до появления локальной сократимости при визуальной оценке.

Заключение

Проведенный обзор литературы свидетельствует, что ТМД ЭХоКГ является перспективным направлением неинвазивной оценки состояния миокарда. Данное направление существенно расширяет фундаментальные представления о функции миокарда. По мере накопления фактических данных области применения метода постоянно расширяются. При использовании метода ТД необходимо тщательно соблюдать методические особенности реги-

страции данных и учитывать технические ограничения метода.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Сердечнососудистые заболевания: в Республике Беларусь: анализ ситуации стратегии контроля / А. Г. Мрочек [и др.]. — Минск: Беларусь, наука, 2011. — 341 с.
2. *Фенгебаум, Х.* Эхокардиография / Х. Фенгебаум; под ред. В. В. Митькова; пер. с англ. — М.: Видар, 1999. — 512 с.
3. *Шиллер, Н.* Клиническая эхокардиография / Н. А. Шиллер, М. Л. Осипов. — М., 1993. — 200 с.
4. Воспроизводимость измерений скоростей движения миокарда левого желудочка в режиме тканевого доплера / М. Н. Алехин [и др.] // Ультразвуковая и функциональная диагностика. — 2004. — № 2. — С. 92–99.
5. *Алехин, М. Н.* Тканевой доплер в клинической эхокардиографии / М. Н. Алехин. — М.: Инсвязьиздат, 2006. — 104 с.
6. *Алехин, М. Н.* Возможности практического использования тканевого доплера. Лекция 2. Тканевой доплер фиброзных колец атриовентрикулярных клапанов / М. Н. Алехин // Ультразвуковая и функциональная диагностика. — 2002. — № 4. — С. 112–118.
7. *Беленков, Ю. Н.* Диастолическая функция сердца у больных с хронической сердечной недостаточностью и методы диагностики ее нарушений с помощью тканевой миокардиальной доплероэхокардиографии / Ю. Н. Беленков, Э. Т. Агманова // Кардиология. — 2003. — № 11. — С. 58–65.
8. *Алехин, М. Н.* Возможности клинического использования тканевого доплера. Тканевой доплер и стресс-эхокардиография / М. Н. Алехин // Ультразвуковая и функциональная диагностика. — 2003. — № 3. — С. 123–132.
9. Сегментарная систолическая и диастолическая функции левого желудочка у практически здоровых лиц (по результатам импульсно-волнового тканевого доплеровского исследования). / Е. Н. Павлюкова [и др.] // Ультразвуковая и функциональная диагностика. — 2008. — № 3. — С. 71–76.
10. *Алехин, М. Н.* Ультразвуковые методики оценки деформации миокарда и их клиническое значение. Доплеровская визуализация тканей в оценке деформации миокарда (лекция 1) / М. Н. Алехин // Ультразвуковая и функциональная диагностика. — 2011. — № 1. — С. 105–117.
11. Non-Doppler two-dimensional strain imaging by echocardiography — from technical considerations to clinical applications / G. Perk [et al.] // J. Am. Soc. Echocardiogr. — 2007. — Vol. 20, № 3. — P. 234–243.
12. Современные возможности тканевой доплерографии и области ее применения / А. Б. Хадзегова [и др.] // Сердце: журнал для практикующих врачей. — 2010. — Т. 9, № 4 (54). — С. 251–261.
13. *Алехин, М. Н.* Ультразвуковые методики оценки деформации миокарда и их клиническое значение. Двухмерное отслеживание пятен серой шкалы ультразвукового изображения миокарда в оценке его деформации и скручивания (лекция 2) / М. Н. Алехин // Ультразвуковая и функциональная диагностика. — 2011. — № 3. — С. 107–120.
14. Prediction of viability by pulsedwave Doppler tissue sampling of asynergic myocardium during lowdose dobutamine challenge / S. Altinmakas [et al.] // Int. J. Cardiol. — 2006. — Vol. 74. — P. 107–113.
15. Analysis of mitral annulus excursion with tissue Doppler echocardiography. Noninvasive assessment of left ventricular diastolic dysfunction / C. Bruch [et al.] // Kardiol. — 2010. — Vol. 88. — P. 353–362.
16. EAE/ASE Recommendations for the Evaluation of Left Ventricular Diastolic Function by Echocardiography / S. F. Nagueh // European Journal of Echocardiography. — 2009. — Vol. 10. — P. 165–193.
17. Тканевой доплер: практ. рук-во по ультразвуковой диагностике / М. К. Рыбакова [и др.] // ВИДАР. — 2008. — 544 с.
18. Echocardiographic assessment of regional right ventricular function: a head-to-head comparison between 2-dimensional and tissue Doppler — derived strain analysis / T. J. Taske [et al.] // Am. Soc. Echocardiography. — 2008. — Vol. 21, № 3. — P. 275–283.
19. Myocardial Strain: Can we Finally Measure Contractility? / T. P. Abraham [et al.] // J. Am. Coll. Cardiol. — 2001. — Vol. 37 (3). — P. 731–734.