

К.Р. Товмасын¹, Ф.Х. Оракова^{1,2}

ОЦЕНКА ДИАСТОЛИЧЕСКОГО РЕЗЕРВА ЛЕВОГО ЖЕЛУДОЧКА У ПАЦИЕНТОВ С САХАРНЫМ ДИАБЕТОМ 2-ГО ТИПА (обзор литературы)

¹ Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова, Санкт-Петербург, 194044, ул. Академика Лебедева, 6;² Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х.М. Бербекова, 3600004, Нальчик,
ул. Чернышевского, 173, e-mail: aila01@rambler.ru

Сахарный диабет 2-го типа (СД2) является одним из самых распространенных неинфекционных заболеваний в мире. Среди лиц с СД2 преобладают пациенты старшей возрастной группы. Углубленное понимание ранних сердечно-сосудистых проявлений диабета занимает важное место в международных исследованиях и программах профилактики, учитывая, что сердечно-сосудистые осложнения являются основной причиной смерти пациентов с диабетом. Последние исследования оценки диастолической дисфункции ЛЖ методом эхо-КГ как характерного предиктора развития кардиомиопатии показали, что обновленный алгоритм более информативен для определения диастолической дисфункции ЛЖ у пациентов при прогнозировании сердечно-сосудистых осложнений.

Ключевые слова: пожилой возраст, диабет 2-го типа, эхокардиография, диастолическая дисфункция левого желудочка, кардиомиопатия

Диастолическая функция ЛЖ — это способность ЛЖ к адекватному наполнению, что позволяет обеспечить соответствующий ударный объем без превышения определенных пределов давления. В настоящее время для оценки диастолической функции сердца используют эхокардиографические критерии. Одной из гемодинамических характеристик диастолической функции сердца является так называемая растяжимость желудочка, которая отражает его способность увеличиваться в большей или меньшей степени под влиянием определенного давления наполнения.

Растяжимость определяется двумя основными факторами — скоростью релаксации миокарда желудочка и состоянием его пассивных диастолических свойств. Релаксация — это активное удлинение мышечных волокон после завершения сокращения, которое происходит за счет процесса перехода ионов через клеточную мембрану в направлении, противоположном их перемещению, при сокра-

щении. Релаксация обеспечивает самостоятельное увеличение полости ЛЖ в ранней фазе диастолы, что способствует всасыванию крови во время быстрого наполнения. Второй элемент — пассивные диастолические свойства желудочка, такие как толщина стенки и жесткость миокарда. От пассивных диастолических свойств желудочка зависит большее или меньшее поступление в него крови во время фазы систолы предсердий. Изменения этих двух составляющих могут быть оценены при эхо-КГ-исследовании митрального кровотока. Они легко идентифицируются визуально и с помощью оценки показателей VE/VA и времени замедления кровотока — T_{dec} (рис. 1). Визуальное исследование и оценка показателей VE/VA и T_{dec} легко позволяют идентифицировать патологические типы кровотока.

Для более надежного суждения о диастолической функции применяют новый подход и дополнительные методы, которые рассмотрены в рекомендациях Европейской ассоциации эхокардиографии и Американского общества эхокардиографии в 2009 и 2016 гг. Для определения нарушения диастолической функции в качестве основного критерия рекомендуется использовать показатель E_t (средняя скорость движения митрального кольца), полученный с помощью тканевого импульсного режима. В отличие от митрального кровотока E , этот показатель не подвержен псевдонормализации и линейно уменьшается по мере ухудшения диастолической функции. Следовательно, если показатель E_t падает ниже контрольного значения, это свидетельствует о нарушении диастолической функции. Показатель E_t измеряют в верхушечном четырехкамерном сечении, где устанавливается контрольный объем в области септальных и латеральных отделов митрального кольца. Критерием для диагностики диастолической

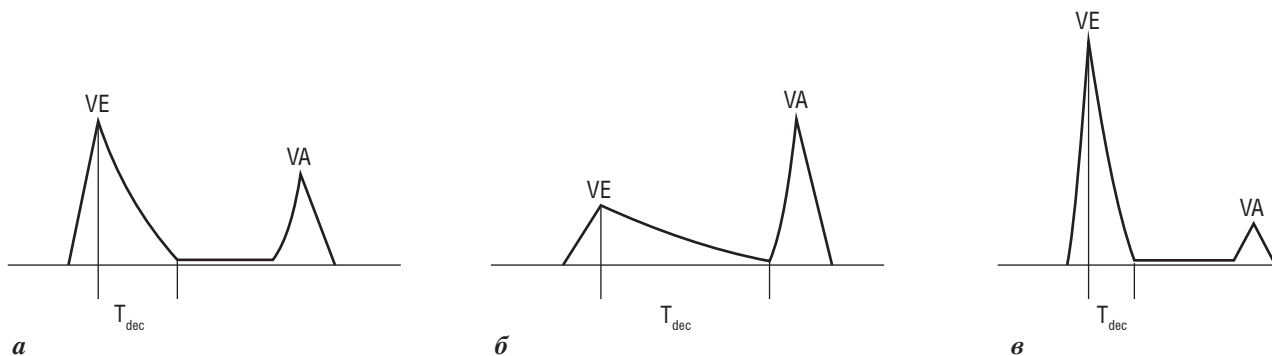


Рис. 1. Типы митрального кровотока: а — нормальный; б — замедление релаксации; в — рестриктивный кровоток

дисфункции является значение $E_{т\text{септальная}}$ ниже 8 см/с и $E_{т\text{латеральная}}$ ниже 10 см/с.

Вторым основным критерием патологических изменений является существенное увеличение левого предсердия [индекс ОЛП/ППТ (объем левого предсердия/площадь поверхности тела) $> 34 \text{ мл/м}^2$], оцененное биплановым методом и отнесенное к площади поверхности тела. Очевидно, что наличие препятствия для вхождения крови в ЛЖ должно закономерно вести к избыточному наполнению левого предсердия и его растягиванию. После установления факта нарушения диастолической функции на основе представленных выше критериев возникает необходимость определения степени ее выраженности. Для этого можно оценить давление наполнения. Неинвазивным способом оценки уровня этого показателя служит выявление соотношения скорости митрального кровотока (Е) и средней скорости движения митрального кольца (E_t) — показатель E/E_t . Последний возрастает по мере увеличения давления наполнения, то есть по мере ухудшения диастолической функции. Значение $E/E_t < 8$ соответствует нормальному давлению наполнения, 9–12 — умеренно повышенному, > 13 — резко повышенному. Также, в качестве дополнительных признаков, повышение давления наполнения можно оценивать:

- по изменению соотношения E/A митрального кровотока во время пробы Вальсальвы, что представляет собой показатель $\Delta E/A$; значительное снижение этого показателя при проведении пробы является специфичным для повышения давления наполнения;
- по кровотоку в легочных венах, что позволяет выявить увеличение конечного диастолического давления в ЛЖ; в этом контексте проводят сравнение продолжительности волны А митрального кровотока и ретроградной предсердной волны в легочной вене, обозначаемой как A_r ; нормальное состояние характеризуется

одинаковой продолжительностью этих волн; при повышении давления наполнения волна А митрального кровотока сокращается, поскольку предсердие становится сложнее передвигать кровь в ЛЖ.

В рекомендациях представлен алгоритм оценки диастолической функции, основанный на указанном подходе. Обращая внимание на традиционные показатели E/A и T_{dec} , можно заметить, что диастолическая дисфункция 1-й степени соответствует митральному кровотоку с признаками замедленной релаксации, дисфункция 2-й степени характеризуется псевдонормальным кровотоком, а 3-я степень ассоциируется с рестриктивным кровотоком. Тем не менее, очевидно, что надежная оценка диастолической функции невозможна только на основе митрального кровотока без учета размера предсердия и уровня давления наполнения. Поэтому есть все основания воспользоваться более современным подходом к оценке диастолической функции, рекомендованным в 2009 г. и дополненным теми же авторами в 2016 г. [28, 29].

Структурно-функциональные изменения у пациентов пожилого возраста с сахарным диабетом 2-го типа

Связь между сахарным диабетом 2-го типа (СД2) и сердечно-сосудистыми заболеваниями (ССЗ) представляет собой порочный круг, где риск одного повышает риск другого, а последнее является значительным фактором, способствующим осложнениям, патологии и смертности при первом. Еще более тревожно то, что распространение и СД2, и ССЗ неуклонно нарастает по всему миру. Авторы обзоров, которые включали данные 57 исследований, где участвовали около 4,5 млн пациентов с СД2 в течение 10 лет, пришли к выводу, что почти у большей половины пациентов пожилого возраста с СД2 в диагнозе также присутствует какая-либо форма сердечно-сосудистой

патологии. Было выявлено, что ССЗ явились причиной смертности у большинства обследуемых пациентов [23, 24].

У пациентов пожилого возраста с СД2 сердечно-сосудистые патологии могут развиваться, не проявляя контрольных признаков и симптомов до тех пор, пока не станет слишком поздно. В результате, исследователи предложили соответствующую терминологию и настоятельно рекомендовали проведение исследований по раннему выявлению сердечно-сосудистых симптомов у пациентов с подтвержденным диабетом, но без существующих проявлений [2, 15, 32, 40]. Например, предложение включает понятие «нераспознанная диабетическая сердечная недостаточность», которая включает атипичные, бессимптомные проявления, видимые на ЭКГ, а также диастолическую дисфункцию ЛЖ. Исследование последней требует более пристального внимания у пациентов пожилого возраста, поскольку несвоевременное обнаружение может привести к серьезным осложнениям ССЗ, сохраняя при этом нормальную ФВ. По данным ряда исследований, у 40–75% бессимптомных больных СД2 с помощью обычной эхо-КГ и тканевой доплерографии выявляется нарушение диастолической функции ЛЖ [3, 15, 40, 44]. В связи с этим большой интерес вызывают меры раннего скрининга, которые становятся неотъемлемой частью стандартной практики, как рекомендуют последние руководства.

Диагностика диастолической дисфункции ЛЖ является одним из наиболее легко идентифицируемых визуально нарушений среди широкого спектра ранних субклинических сердечных осложнений при СД2. Эхо-КГ-критерии диастолической дисфункции ЛЖ имеют важное практическое значение для этих пациентов, в связи с чем необходимо постоянно рассматривать новые рекомендуемые эхо-КГ-критерии. Было установлено, что снижение ФВ ЛЖ, связанное с систолической дисфункцией, не всегда достаточно информативно для диагностики сердечной недостаточности. В некоторых случаях пациенты могут не испытывать симптомов и сохранять нормальную или среднюю ФВ, что делает стандартную оценку недостаточной. В этом контексте диастолическая дисфункция является более ценным показателем ранней стадии сердечной недостаточности у пациентов без симптомов. Она позволяет более точно прогнозировать различные сердечные заболевания, не связанные с эндо- или перикардиальными проблемами, и отражает структурные изменения на уровне миокарда и матрикса. Эти изменения включают повреждение коллагена,

интерстициальный фиброз и воспаление, которые приводят к увеличению жесткости миокарда и ослаблению релаксации с меньшим поступлением в желудочек крови во время фазы систолы предсердий.

Раннее обнаружение метаболических и структурных изменений в сердце крайне важно, так как они могут прогрессировать и привести к необратимой сердечной недостаточности. Механизмы, ответственные за эти изменения, включают метаболические нарушения, нарушение клеточной функции, активацию ренин-ангиотензин-альдостероновой системы и сердечную автономную нейропатию, которые связаны с аномалиями, характерными для СД2. Для достоверной оценки показателей диастолической дисфункции у такой категории пациентов необходимы, помимо детальных и расширенных измерений, комплексные подходы с использованием дополнительных показателей [1, 7, 35].

Подходы к эхокардиографической оценке диастолической функции левого желудочка

Как ранее отмечалось, использование трансторакальной эхо-КГ является предпочтительным методом для оценки сердечной функции благодаря его неинвазивности и безопасности. В соответствии с рекомендациями, сформулированными в 2009 и 2016 гг., для достоверной оценки релаксации ЛЖ и последующего давления наполнения необходимо измерить несколько параметров [22, 30]. Эти параметры включают пик пассивного наполнения (зубец E), пик активного наполнения (зубец A), отношение E/A и время замедления зубца E (EDT) при использовании импульсной доплерографии (рис. 2).

Для адекватной оценки диастолической функции сердца, помимо предыдущих параметров, необходимо измерить и другие важные показатели:

- изоволюметрическое время релаксации (IVRT), которое позволяет определить продолжительность релаксации между систолической и диастолической фазами сердечного цикла; кроме того, ранняя диастолическая кольцевая скорость E' и позднедиастолическая кольцевая скорость A', измеряемые с помощью тканевой доплерографии (TDI), предоставляют информацию о скорости движения тканей миокарда во время сердечного цикла; важно учесть все эти параметры при оценке диастолической функции сердца, так как они необходимы для полного представления о его состоянии; изображение наглядно демонстрирует измерение IVRT и помогает точнее оценить сердечную функцию (рис. 3);

- трикуспидальную регургитацию (TRpV), которая позволяет измерить градиент скорости обратного тока крови через трикуспидальный клапан (рис. 4);
- кровотока в легочной вене по измерению продолжительности предсердной волны митрального кровотока и ретроградной предсердной волны в легочной вене (рис. 5);
- объем левого предсердия биплановым методом, отнесенный к площади поверхности тела.

Все эти эхо-КГ-измерения играют важную роль в оценке работы сердца и позволяют получить более полное представление о его функции и состоянии.

Диастолическая дисфункция левого желудочка: новые представления

В 2016 г. было пересмотрено и расширено предыдущее руководство 2009 г. для более точного различения различных моделей диастолической функции при сохраненной ФВ ЛЖ. Это важное обновление, отражающее развитие наших знаний и понимание этого аспекта сердечной деятельности. Затем в 2019 г. руководство было дополнительно расширено для более широкого понимания и при-

менения данных параметров в повседневной клинической практике и процессе принятия решений. Это позволяет медицинским специалистам эффективнее использовать эти измерения в своей работе.

Однако необходимо отметить, что корректная оценка этих параметров требует соблюдения текущих рекомендаций и опыта квалифицированных специалистов. Внимательность и профессиональное мастерство в их применении являются ключевыми факторами для достижения достоверных и информативных результатов. С 2016 г. несколько исследователей посвятили свои усилия изучению различий между двумя алгоритмами, имеющими значение в клинической практике. Они провели детальный сравнительный анализ доступных наборов данных, которые включали все измерения, необходимые для обработки на основе обновленной версии (например, включение пиковой скорости трикуспидальной регургитации для более точной оценки степени диастолической дисфункции) [17, 43]. Из этих исследований также были получены дополнительные выводы, относящиеся к участию пациентов с диабетом в рассматриваемых группах, доля которых колебалась от 6 до 30%. Это позволяет глубже понять и проанализировать

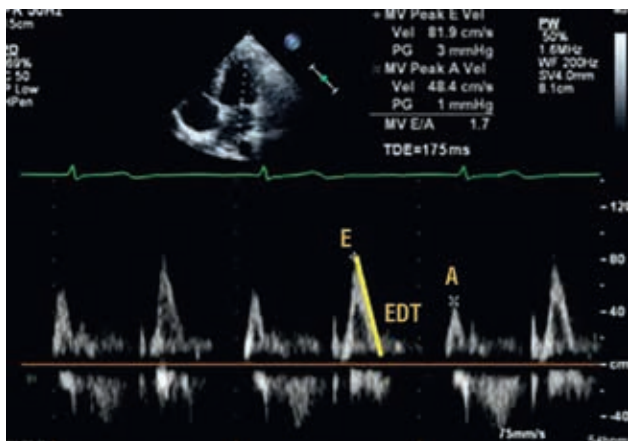


Рис. 2. Эхокардиографическая оценка митрального кровотока с помощью импульсной доплерографии у пациента с синусовым ритмом: А — скорость волны А, см/с; Е — скорость волны Е; EDT — время замедления волны Е

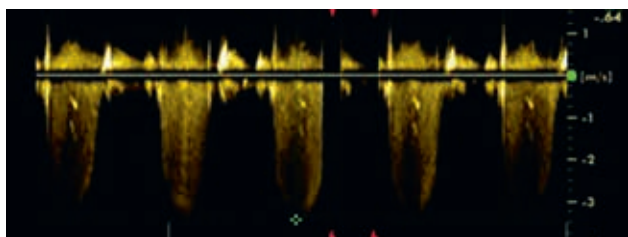


Рис. 4. Оценка трикуспидальной регургитации

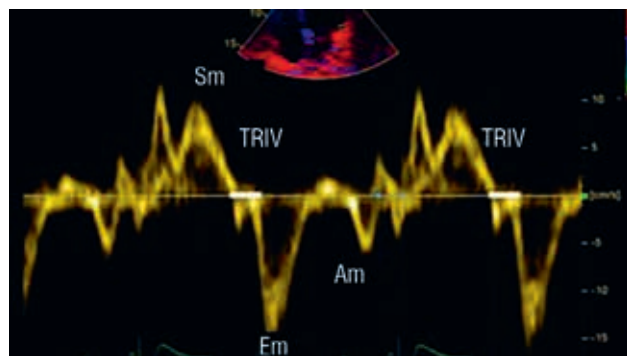


Рис. 3. Измерение изоволюметрического времени релаксации (IVRT)

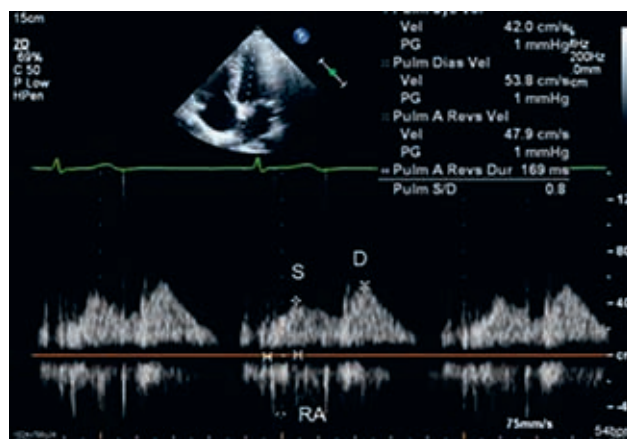


Рис. 5. Оценка кровотока в легочной вене

влияние диабета на диастолическую функцию сердца [5, 6, 10, 42].

По данным ряда исследователей, которые ретроспективно проанализировали показатели более 1 тыс. пациентов, у 114 пациентов с СД2 был повышенный риск сердечно-сосудистых осложнений, выявлено, что частота диастолической дисфункции значительно выше при применении алгоритма 2009 г. (она составляла 38,1%), а при применении алгоритма 2016 г. частота была невысокой (1,4%) [36, 40]. В другом ретроспективном исследовании было выявлено, что при применении одновременно критериев двух алгоритмов только у 43% пациентов совпало выявление диастолической дисфункции, но это имело место при легких ее нарушениях [9, 37]. Эти данные подтверждают, что новый алгоритм (2016 г.) более предпочтителен, когда оценивается дисфункция от умеренной до тяжелой, что помогает в дальнейшей терапевтической тактике лечения пациентов. Более того, после детального наблюдения за 157 пациентами, из которых 45 имели диагноз СД2, исследователи L. Sanchis и соавт. выявили, что алгоритм 2009 г. может приводить к гипердиагностике диастолической дисфункции I степени, в то время как алгоритм 2016 г. позволяет точнее определять диастолическую дисфункцию более сложной степени, аналогичные результаты были получены в исследованиях ряда авторов [11, 30, 33]. Однако у некоторых пациентов диастолическая дисфункция, которую определяли при помощи нового алгоритма (2016 г.), была диагностирована как «неопределенная», в то время как при применении старого алгоритма (2009 г.) случаев «неопределенных» нарушений не было [27, 38, 41].

В другом исследовании с участием 235 пациентов с метаболическим синдромом, в том числе у 52 с подтвержденным диабетом, было выявлено, что 3% имеют достоверную диастолическую дисфункцию, у 58% нарушений диастолической функции выявлено не было, а у 39% определялась как «неопределенные» нарушения [4]. Но при этом пациенты с диагнозом «неопределенных» нарушений имели эхо-КГ-показатели, которые больше напоминали диастолическую дисфункцию, чем нормальную диастолическую функцию. Такие же результаты были обнаружены в ретроспективном анализе 1 674 случаев, проведенном M. Shimron и соавт. (20% из них были диабетиками), и в этих группах отмечен повышенный риск симптомов сердечной недостаточности по сравнению с нормой [43]. Эти результаты, вероятно, могут быть использованы для включения «неопределенных»

пациентов в программы скрининга сердечной недостаточности и обоснования применения ранних терапевтических мер.

В своем обзоре 2017 г. A. Fraser отметил, что, несмотря на то, что алгоритмы кажутся объективными и простыми, их применение часто сопровождается вариабельностью в зависимости от понимания и опыта клиницистов [11]. Это может приводить к риску чрезмерной, недостаточной или ошибочной диагностики, особенно в отношении диастолической функции, где новый алгоритм включает большое количество показателей, создавая некоторую неоднозначность в определении пациентов как «неопределенных».

В исследовании A. Vamaуi и соавт. наглядно демонстрируют, насколько сложно соблюдать все руководящие принципы максимально корректно, последовательно и безошибочно с учетом рекомендуемых диагностических критериев. В своих рекомендациях они советуют практикующим врачам и исследователям учитывать клинические данные, проводить все необходимые измерения и уделять внимание конкретным патологическим состояниям при использовании алгоритма, чтобы сократить количество «неопределенных» нарушений [5]. Также недавние исследования, где применяли эхо-КГ и инвазивные методы, выявили необходимость специализированной подготовки врачей для интерпретации полученных данных, поскольку они могут отличаться. Результаты совпадали, когда определяли критерии диастолической дисфункции в соответствии с новым алгоритмом 2016 г. и данные были тщательно измерены [32, 33]. Но в результате недавних перспективных исследований с участием 219 пациентов, которые проводили в течение 5 лет, были применены алгоритмы 2016 г. для выявления диастолической дисфункции, при этом у 47% пациентов с диабетом не было выявлено сердечно-сосудистой патологии. В результате этого исследования для данной группы пациентов был предложен определенный протокол, основанный на клинических, ЭКГ и эхо-КГ-данных. Использование этого протокола улучшило возможности диагностики сердечно-сосудистых осложнений [37]. Следовательно, целесообразнее разрабатывать скрининговые программы для пожилых пациентов с диабетом, которые соответствуют определенным критериям, но без клинических симптомов сердечной недостаточности, для предотвращения сердечно-сосудистых осложнений.

Еще один вопрос, который может рассматриваться, — это степень нарушения, в которой сам диабет, по сравнению с другими факторами, может

усугублять диастолическую функцию пациента. Хотя обнаружено, что повышенный ИМТ независимо ухудшает систолическую и диастолическую функции [8, 18, 21, 26], в то же время диабет, вероятно, усугубляет влияние. Более того, эффекты становятся более выраженными в случае одновременного присутствия обоих факторов [20, 25, 31, 39] у лиц пожилого возраста. Исследования также показали, что диабет искажает диастолическую функцию как в присутствии сопутствующей гипертензии, так и независимо от нее [34]. Кроме того, несколько исследований показали, что среднее значение отношения E/e' выше у пациентов с диабетом, включая тех, у кого нет явных сердечно-сосудистых проявлений [16]. Остается вопрос, является ли повышенное значение индекса E/e' показателем или даже предиктором ранних диастолических изменений при развитии кардиомиопатии. Тем не менее, не все согласны с этим утверждением, основываясь на исследованиях, которые указывают на возможные изменения, происходящие еще до возникновения диастолического нарушения [12, 13, 19].

Для более полного понимания сердечных изменений, вызванных диабетом и развивающихся медленно, может быть полезным оценивать соотношение E/e' в сочетании с индексом объема левого предсердия (LAVi) [9]. При анализе эхо-КГ-данных и применении алгоритмов для классификации диастолической дисфункции важно учитывать разные группы пациентов по принадлежности к полу, по возрасту, а также по антропометрическим характеристикам, таким как рост и масса тела. Они учитываются при расчете площади поверхности тела, которую затем используют для определения индекса объема левого предсердия (LAVi), одного из основных параметров, включенных в оценку диастолической функции. Недавнее исследование А. D'Andrea и соавт. показало статистически значимые различия показателя E/e' у мужчин и женщин в здоровой популяции представителей европеоидной расы [7]. Более того, этот показатель естественным образом увеличивается с возрастом [7], но это исследование проводили на здоровых людях, и он не может являться прогностическим показателем для сердечно-сосудистых осложнений. Также некоторыми исследователями предложена корректировка значений в соответствии с возрастом при использовании алгоритма 2016 г. для интерпретации результатов эхо-КГ [27, 43].

В настоящее время исследуются различные альтернативные неинвазивные методы для диагностики диастолической дисфункции и изучения свойств

миокарда. Среди них механическая деформация, измеряемая с помощью спекл-трекинга, позволяет оценить состояние миокарда [6]. Если проанализировать показатели деформации левого предсердия с точки зрения диагностики осложнений сердечно-сосудистой патологии у пациентов с СД и сохраненной ФВ, то здесь можно привести ряд работ, которые выполняли у пациентов с впервые возникшими симптомами сердечной недостаточности и, как правило, в амбулаторных условиях. Так, по данным некоторых авторов [1, 37], в небольшой группе амбулаторных пациентов с СД и симптомами сердечных осложнений глобальная продольная деформация левого предсердия в фазу накопления менее 17,5% позволяла выявлять сердечно-сосудистую патологию с сохраненной ФВ с чувствительностью 89% и специфичностью 55%. В исследовании с использованием доплеровской визуализации тканей было показано, что снижение деформации левого предсердия позволяет дифференцировать пациентов с диастолической дисфункцией ЛЖ от тех пациентов, которые уже страдают ХСН с сохраненной ФВ [9]. Более того, было показано, что у пациентов с появляющимися симптомами сердечной недостаточности нередко присутствует дисфункция левого предсердия, которая может быть самым первым объективным признаком клинической манифестации сердечной недостаточности с сохраненной ФВ [8, 14, 17].

Выводы

В вопросах определения и выявления более сложной степени диастолической дисфункции наиболее корректным является алгоритм 2016 г. Однако важно понимать, что существует проблема полной оценки и точной интерпретации данных. Это связано с различиями в модели и доступности оборудования, методологической неоднородностью, различными профилями и сопоставлением пациентов, а также с опытом и знаниями клиницистов. Кроме того, демографический и антропологический профиль пациентов, включая их принадлежность к определенной национальности или этнической группе, может влиять на интерпретацию результатов, особенно при наличии сопутствующих заболеваний. Надо понимать, что как бы ни старались постоянно совершенствовать алгоритмы, присутствие усугубляющих факторов в клинической картине, таких как старение, ожирение, метаболический синдром и гипертензия, могут искажать диастолическую функцию и способствовать серьезным сердечным осложнениям, особенно у пожилых пациентов с диабетом.

Однако не все клиницисты в повседневной клинической практике полностью осознают важность раннего выявления диастолической дисфункции или не всегда имеют доступ к методологическим возможностям для этого. Поэтому широкое обследование пациентов с сахарным диабетом для раннего обнаружения начальных признаков диастолической дисфункции имеет большое клиническое значение. Учитывая широкий спектр сердечно-сосудистых осложнений, связанных с диабетом, необходимо полностью понимать важность раннего выявления диастолической дисфункции. Также необходимо учитывать, что сам диабет может влиять на диастолическую функцию и способствовать развитию серьезных сердечных осложнений, включая сердечную недостаточность. Таким образом, исследования, направленные на раннее обнаружение признаков диастолической дисфункции, имеют существенное клиническое значение.

Конфликт интересов отсутствует.

Литература

- Утина Т.Г., Акашева Д.У., Корсунский Д.В., Драпкина О.М. Значение стандартной и спекл-трекинговой эхокардиографии для ранней диагностики бессимптомной дисфункции миокарда левого желудочка при сахарном диабете 2 типа // Кардиоваскулярная тер. и проф. 2023. Т. 22, № 1. С. 47–58.
- Хроническая сердечная недостаточность: Клинические рекомендации 2020 // Рос. кардиол. журн. 2020. Т. 25, № 11. С. 40–83.
- Цветков В. А., Крутиков Е.С., Чистякова С.И. Субклиническая дисфункция левого желудочка у больных сахарным диабетом 2-го типа. // Пробл. эндокринолог. 2020. Т. 66, № 1. С. 56–63.
- Alonso-Gomez A., Todjal Sierra L., Fortuny Frau E. et al. Diastolic dysfunction and exercise capacity in patients with metabolic syndrome and overweight obesity // J. Cardiol. Heart Vascular. 2019. № 22. P. 67–72.
- Bamayi A., Woodiwiss A., Peterson V. et al. Insulin resistance affects the effect of hypertension on left ventricular diastolic dysfunction in a community sample // J. clin. Cardiol. 2019. № 42. P. 305–311.
- Blomstrand P., Sieblom P., Nilsson M. et al. Impact of diabetes mellitus on left ventricular longitudinal function of patients with non-ischemic dilated cardiomyopathy // J. Cardiovasc. Diabetol. 2020. № 19. P. 115–122.
- D'Andrea A., Vriz O., Ferrara F. et al. Reference ranges and physiological variations of the left E/e ratio in healthy adults: clinical and echocardiographic correlates // J. Cardiovasc. Echogr. 2018. № 28. P. 101–111.
- Einarson T., Ludwig K., Panton U. Prevalence of cardiovascular diseases in type 2 diabetes: a systematic literary review of scientific data from around the world in 2007–2017 // J. Cardiovasc. Diabetol. 2018. № 17. P. 83–91.
- Fabiani I., Pugliese N., La Carrubba S. et al. The interactive role of diastolic dysfunction and ventricular remodeling in asymptomatic subjects at increased risk of heart failure // Int. J. Cardiovasc. Visualizat. 2019. № 16. P. 26–34.
- Flachskampf F., Biring-Sorensen T., Solomon S. et al. Visualization of the heart to assess the diastolic function of the left ventricle // JACC Cardiovasc. Imaging. 2015. № 8. P. 1071–1093.
- Fraser A. Manifesto of cardiovascular imaging: taking into account the human factor // Europ. Cardiovasc. Imaging. 2017. № 18. P. 1311–1321.
- Gong F., Campbell D., Prior D. Noninvasive cardiac imaging and prediction of heart failure progression in subjects of pre-clinical stage A/B // JACC Cardiovasc. Visualizat. 2017. № 10. P. 1504–1519.
- Gottbrecht M., Salerno M., Aurigemma G. Evolution of algorithms for diastolic echocardiography function // J. Cardiol. 2017. № 35. P. 39–46.
- Grotel R., Menting M., McGee J.R. Quantitative assessment of the echocardiographic chamber in a healthy population of the Netherlands // Heart J. 2017. № 25. P. 682–690.
- Guja K., Nnciulescu Miulescu S. 2PZU // J. Diabet. Inside. Metab. Dis. 2018. № 25. P. 123–130.
- Helscher M., Bode K., Bugger H. Diabetic cardiomyopathy // J. molec. Sci. 2016. № 17. P. 117–125.
- Henein M.Y., Lindqvist P. Assessment of diastolic function of the left ventricle using Doppler echocardiography. Map. Failure. Rev. // J. Diagnostic 2019. № 9. P. 13–16.
- Hernande L., Bergerot K., Ritzschel E. et al. Diastolic dysfunction in patients with type 2 diabetes mellitus: is this really the first marker of diabetic cardiomyopathy? // J. Amer. Soc. Echocardiogr. 2011. № 24. P. 1268–1275.
- Huang D., Refaat M., Mohammadi K. et al. Macrovascular complications in patients with diabetes and prediabetes // J. Biomed. Res. Int. 2017. № 4. P. 1–9.
- Kenny H., Abel E. Heart failure in type 2 diabetes mellitus // J. Circus. 2019. № 124. P. 121–141.
- Kosmala W., Marwick T.H. Asymptomatic Left Ventricular Diastolic Dysfunction. Predicting Progression to Symptomatic Heart Failure // J. Amer. Coll Cardiol. 2020. Vol. 13. P. 215–217
- Kossai A., Nasr M. Diastolic dysfunction and new recommendations for echocardiographic assessment of left ventricular diastolic function: summary of recommendations and novelties in diagnosis and classification // DMS. 2019. № 35. P. 317–325.
- Lonkarevich B., Trifunovich D., Soldatovich I.M. Silent diabetic cardiomyopathy in everyday practice: clinical and echocardiographic study // BMC Cardiovasc. Disorder. 2016. № 16. P. 1–11.
- Lorenzo-Almoros A., Tunion J., Orejas M. et al. Diagnostic approaches in diabetic cardiomyopathy // J. Cardiovas. Diabetol. 2017. № 16. P. 38–44.
- Maak K., Lerke M., Backes J. et al. Heart failure and diabetes: Metabolic changes and therapeutic interventions: a modern review of the Translational Research Committee of the Association of Heart Failure and the European Society of Cardiology // Europ. Heart J. 2018. № 39. P. 4243–4254.
- Mandavia K., Arur A., Demarco V. et al. Type 2 diabetes mellitus and heart failure: Statement of Position of the Heart Failure Association of the European Society of Cardiology // Europ. J. Heart Failure. 2018. № 20. P. 853–872.
- Nague S., Appleton K., Gillebert T. et al. Recommendations for assessing left ventricular diastolic function using echocardiography // J. Echocardiogr. 2009. № 22. P. 107–133.
- Nague S., Smith O., Byrd B. et al. Recommendations for assessing left ventricular diastolic function using echocardiography: updated information from the American Society of Echocardiography and the European Association of Cardiovascular Imaging // J. Echocardiogr. 2016. № 29. P. 277–314.
- Nague S., Abraham T., Aurigemma G. et al. Inter-observational variability in the application of the recommendations of the American Society of Echocardiography: The European Association of Cardiovascular Imaging, 2016, according to the assessment of the filling pressure of the left ventricle // Circus. Cardiovas. Visualization. 2019. № 12. P. 1–8.
- Nagueh S. Classification of left ventricular diastolic dysfunction // J. Echocardiogr. 2018. № 31. P. 1209–1211.
- Newman J., Schwarzbard A., Weintraub H. et al. Primary prevention of cardiovascular diseases in diabetes mellitus // J. Amer. Cardiol. 2017. № 70. P. 883–893.

32. Ng A., Prevedello F., Dolci G. et al. The effects of diabetes and an increasing body mass index category on systolic and diastolic function of the left ventricle // J. Amer. Soc. Echocardiogr. 2018. № 31. P. 916–925.
33. Omar A., Narula S., Abdel Rahman M. et al. Precision phenotyping in heart failure and clustering of ultrasound data patterns for the assessment of diastolic dysfunction // JACC Cardiovasc. Visualizat. 2017. № 10. P. 1291–1303.
34. Pappachan J., Varugese G., Sriraman R. et al. Diabetic Cardiomyopathy // J. Diabet. 2013. № 4. P. 177–192.
35. Ponikowski P., Vurs A., Anker S. et al. ESC ESC 2016 on the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure // Europ. J. Heart Failure. 2016. № 18. P. 891–975.
36. Plitt G., Spring J., Moulton M. et al. Mechanisms, diagnosis and treatment of heart failure with preserved ejection fraction and diastolic dysfunction // Exp. Reverend Cardiovasc. 2018. № 16. P. 579–589.
37. Salvatore T., Pafundi P.C., Galiero R. et al. The Diabetic cardiomyopathy: the contributing pathophysiological mechanisms // Front Med. 2021. Vol. 8. P. 695–792.
38. Sanchis L., Andrea R., Falses K. et al. Differential clinical consequences of current recommendations for assessing left ventricular diastolic function using echocardiography // J. Cardiol. 2019. № 2. P. 114–119.
39. Sardou K., De Lucia K., Wallner M. et al. Diabetes mellitus and its cardiovascular complications: a new look at an old disease // J. Diabet. Res. 2019. № 1. P. 1–2.
40. Seferovich P., Paulus V. Clinical diabetic cardiomyopathy: a bilateral disease with restrictive and dilated phenotypes // Europ. Heart J. 2015. № 36. P. 1718–1727
41. Seferovich P., Petrie M., Filippatos G. et al. Type 2 diabetes mellitus and heart failure: a position statement from the Heart Failure Association of the European Society of Cardiology // Europ. J. Heart Fail. 2018. Vol. 20. P. 853–872.
42. Sherntaner G., Lotan K., Baltadzhieva-Trendafilova E. et al. Unrecognized cardiovascular disease in type 2 diabetes: is it time to act sooner? // Cardiovas. Diabetol. 2018. № 17. P. 140–145.
43. Shimron M., Williams L., Khazanov Y. et al. Clinical and echocardiographic characteristics of patients with sinus rhythm, normal left ventricular function and uncertain diastolic function // J. Echocardiogr. 2018. № 35. P. 792–797.
44. Wang S., Vogel M., Chen H. Preclinical diastolic dysfunction // ACC. 2014. № 63. P. 407–416.

Поступила в редакцию 17.03.2024

После доработки 05.05.2024

Принята к публикации 13.05.2024

Adv. geront. 2024. Vol. 37, № 3. P. 251–258

K.R. Tovmasyan¹, F.H. Orakova^{1,2}

THE RELEVANCE OF DIASTOLIC RESERVE OF THE LEFT VENTRICLE IN PATIENTS WITH TYPE 2 DIABETES MELLITUS (*literature review*)

¹ S.M. Kirov Military Medical Academy, 6 Lebedev str., St. Petersburg 194044; ² Kabardino-Balkarian State University, 173 Chernyshevsky str., Nalchik 360004, Kabardino-Balkarian Republic, e-mail: aila01@rambler.ru

Type 2 diabetes mellitus is one of the most common non-infectious diseases in the world. Among people with type 2 diabetes, patients of the older age group. An in understanding of the early cardiovascular manifestations of diabetes occupies an important place in international research and prevention programs, given that cardiac vascular complications are the cause of death in patients with diabetes. Recent studies evaluating left ventricular diastolic dysfunction as a characteristic predictor of diabetic cardiomyopathy by echocardiography. In accordance with the recommendations for diastolic dysfunction, have shown that the algorithm of the informative algorithm is used to determine left ventricular diastolic dysfunction in patients with prognosis in predicting cardiovascular complications.

Key words: elderly age, type 2 diabetes mellitus, echocardiography, left ventricular diastolic dysfunction, cardiomyopathy