

УДК 616.12-008.1:616.12-073.43

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ДИАСТОЛИЧЕСКОЙ ФУНКЦИИ ЛЕВОГО ЖЕЛУДОЧКА**

Белокопытова Марина Сергеевна  
*ГБУЗ «Краевая клиническая больница № 2»,  
Краснодар, Россия*

Ачмиз Саида Нуховна  
*ГБУЗ «Краевая клиническая больница № 2»,  
Краснодар, Россия*

Степанов Альберт Сергеевич  
*ГБУЗ «Краевая клиническая больница № 2»,  
Краснодар, Россия*

Иванчура Галина Сергеевна  
*ГБУЗ «Краевая клиническая больница № 2»,  
Краснодар, Россия*

В статье представлен обзор современных подходов к диагностике диастолической функции левого желудочка, приведено патофизиологическое обоснование применения различных эхокардиографических показателей.

Ключевые слова: ДИАСТОЛА,  
ДИАСТОЛИЧЕСКАЯ ДИСФУНКЦИЯ,  
РЕЛАКСАЦИЯ ЛЕВОГО ЖЕЛУДОЧКА,  
ДАВЛЕНИЕ НАПОЛНЕНИЯ ЛЕВОГО  
ЖЕЛУДОЧКА

UDC 616.12-008.1:616.12-073.43

## **THE STUDY OF LEFT VENTRICULAR DIASTOLIC FUNCTION**

Belokopytova Marina Sergeevna  
*SBIHC «Region clinic hospital Nr 2»,  
Krasnodar, Russia*

Achmiz Saida Nukhovna  
*SBIHC «Region clinic hospital Nr 2»,  
Krasnodar, Russia*

Stepanov Albert Sergeevich  
*SBIHC «Region clinic hospital Nr 2»,  
Krasnodar, Russia*

Ivanchura Galina Sergeevna  
*SBIHC «Region clinic hospital Nr 2»,  
Krasnodar, Russia*

The article presents an overview of the modern diagnostic approaches to left ventricular diastolic function diagnostic, pathophysiological reason for using of different echocardiographic parameters.

Keywords: DIASTOLE, DIASTOLIC  
DISFUNCTION, LEFT VENTRICULAR  
RELAXATION, LEFT VENTRICULAR  
PRESSUREES FOLLOWING

### Определение диастолы

Диастола – это период расслабления сердца, в который происходят все восстановительные процессы в миокарде. При этом создаются условия для эффективного венозного возврата крови к предсердиям, наполнения желудочков и последующего оптимального ударного выброса (формирование систолы желудочков).

Диастола представлена двумя периодами, второй из них подразделяется на три фазы:

1. Период изоволюмического расслабления.

2. Период наполнения:

– фаза быстрого пассивного наполнения;

– фаза медленного пассивного наполнения;

– фаза активного наполнения.

После окончания сокращения желудочков (систола) начинается **период расслабления**. При этом давление в них, а также в аорте и легочном стволе начинает снижаться, причем в магистральных артериях за счет их эластических свойств, а также общего периферического сопротивления сосудов это происходит медленнее, чем в желудочках. Как только давление крови в желудочках становится меньше давления в аорте и легочном стволе, закрываются полулунные клапаны.

Время от начала периода расслабления до закрытия полулунных клапанов называется *протодиастолическим периодом*. С момента закрытия полулунных клапанов желудочки, продолжая расслабляться, вновь становятся изолированными от аорты и легочного ствола, а также от предсердий, поскольку атриовентрикулярные клапаны в этот период еще закрыты. Это связано с тем, что давление в расслабляющихся желудочках пока выше, чем давление в предсердиях. Указанный период диастолы получил название *фазы изометрического, или изоволюмического расслабления*. Это энергозависимый процесс, обеспечиваемый АТФ. Когда давление

в желудочках падает настолько, что становится меньше, чем в предсердиях, открываются атриовентрикулярные клапаны и начинается *период наполнения* желудочков, во время которого в них поступает кровь из предсердий. Вначале кровь движется быстро (*фаза быстрого наполнения*), так как давление в желудочках близко к нулю. Это активный процесс, когда желудочки, расширяясь, «засасывают» кровь из предсердий. Именно в это время происходит основное кровенаполнение желудочков (около 85 %).

По мере наполнения желудочков давление в них возрастает, и движение крови замедляется (*фаза медленного наполнения*). Это пассивный процесс за счет предсердно-желудочкового градиента давления с поступлением в желудочки редуцированного объема крови. Завершающая фаза периода наполнения желудочков обусловлена систолой предсердий. Это фаза активного наполнения.

Генерация очередного импульса в синоатриальном узле вызывает электрическое возбуждение предсердий, что приводит к их сокращению. Клапаны между магистральными венами и предсердиями отсутствуют, поэтому для препятствия оттоку крови из предсердий обратно в вены во время систолы предсердий происходит сокращение кольцевой мускулатуры, окружающей устья полых и легочных вен. В течение систолы предсердий давление крови в них повышается и становится больше, чем в желудочках, которые в это время еще расслаблены. В результате разницы давлений из предсердий в желудочки переходит дополнительная порция крови, объем которой не превышает 15 % от общего наполнения желудочков за время диастолы. Примерная длительность диастолы представлена в таблице 1.

#### **Нормальная диастолическая функция левого желудочка**

Под нормальной диастолической функцией подразумевается способность левого желудочка (ЛЖ) принимать объем крови, достаточный для

поддержания адекватного сердечного выброса при давлении в легочных венах, не превышающем 12 мм рт. ст.

Таблица 1 – Примерная длительность диастолы при частоте сердечных сокращений – 75 ударов в минуту

<b>Диастола желудочков</b>	0,47 с
Период расслабления	0,12 с
Протодиастолический интервал	0,04 с
Фаза изометрического расслабления	0,08 с
Период наполнения	0,35 с
Фаза быстрого наполнения	0,08 с
Фаза медленного наполнения	0,18 с
Систола предсердий	0,09 с

Чем дольше в физиологическом диапазоне изменений диастола, тем она совершеннее. Продолжительная диастола – длительный период изоволюмического расслабления, что приводит к более полному актиномиозиновому расхождению. В результате становится больше сила сердечных сокращений. Более продолжительная диастола является необходимым условием большего диастолического наполнения ЛЖ, его конечно-диастолического объема. Чем больше конечно-диастолическое наполнение ЛЖ, тем будет эффективнее систола и период изоволюмического расслабления диастолы.

Факторы, определяющие диастолу ЛЖ:

- активное изоволюмическое расслабление;
- пассивные вязкоупругие и геометрические (толщина, размеры, форма) свойства миокарда и полостей ЛЖ и левого предсердия (ЛП);
- конечно-диастолическое давление (наполнения) в систолу предсердий;
- состояние митрального клапана и связанных с ним структур;
- систолическая функция ЛП;

- транзитная функция ЛП для крови легочных вен;
- продолжительность и временная структура диастолы;
- состояние перикарда;
- реологические свойства крови.

Основными детерминантами диастолической функции ЛЖ являются активное расслабление и податливость. Расслабление миокарда ЛЖ начинается во вторую половину систолы, захватывает период изоволюмического расслабления и завершается в фазу раннего диастолического наполнения.

Податливость ЛЖ относится к пассивным характеристикам сердца и отражает растяжимость камеры ЛЖ во время его заполнения. Пассивные свойства миокарда начинают определять заполнение ЛЖ в раннюю диастолу, но максимально воздействуют на процесс наполнения в фазу диастазиса (медленного наполнения) и систолы предсердия. Снижение податливости ЛЖ приводит к более крутому наклону кривой давление / объем, при этом для увеличения объема ЛЖ в диастолу требуется большее давление заполнения.

Диастолические нарушения ЛЖ не всегда сопровождаются повышением давления наполнения. При незначительном замедлении расслабления ЛЖ происходит компенсаторное перераспределение кровотока в пользу систолы предсердия.

В результате более энергичного сокращения левого предсердия общее диастолическое наполнение поддерживается на нормальном уровне без сопутствующего повышения венозного легочного давления. Подобный характер диастолического наполнения ЛЖ отмечают у здоровых людей старшей возрастной группы, который считается как вариант нормы.

### Эхокардиографические исследования диастолической функции левого желудочка

В таблице 2 представлены основные параметры, определяемые при исследовании диастолической функции ЛЖ с помощью эхокардиографии (ЭхоКГ).

Таблица 2 – Основные параметры диастолической функции левого желудочка

Пик E	Отражение предсердно-желудочкового градиента давления в раннюю диастолу
Пик A	Отражение предсердно-желудочкового градиента давления в позднюю диастолу
e'	Отражение расслабления миокарда левого желудочка
Соотношение E/A	Отражение паттерна наполнения левого желудочка
Соотношение E/e'	Отражение давления наполнения левого желудочка
Время DT (время спада давления в ЛЖ)	Отражение процессов расслабления и восстановления миокарда левого желудочка
Индекс левого предсердия	Увеличение объема левого предсердия отражает повышение давления наполнения левого желудочка
Скорость трикуспидальной регургитации (систолический трикуспидальный градиент давления)	В сумме с величиной давления в правом предсердии отражает давление в легочной артерии. При отсутствии заболевания легких повышенное давление в легочной артерии отражает повышенное давление в левом предсердии
Проба Вальсальвы	Помогает дифференцировать нормальную и псевдонормальную диастолическую функцию левого желудочка
IVRT (период от момента окончания выброса крови через аортальное отверстие до начала поступления крови через митральный клапан)	Помогает в оценке нарушения релаксации миокарда левого желудочка и давления его наполнения
Профиль кровотока в легочных венах	Отражение давления наполнения в левом желудочке
Разница Arulm и Amitr	Отражение давления наполнения в левом желудочке

Условия при регистрации трансмитрального потока в импульсно-волновом режиме:

1. Апикальная четырехкамерная позиция, В-режим + ЦДК.
2. Контрольный объем (1–3 мм) устанавливается между кончиками створок митрального клапана в ЛЖ.

Используются минимальное усиление и частота фильтра 100–200 МГц.

3. Спектральная кривая должна быть без выраженных признаков турбулентности.

Условия регистрации движения митрального кольца при тканевой доплерометрии:

1. Используется низкочастотный фильтр 400–500 МГц.
2. Скоростной диапазон на уровне 5–20 см/с.
3. Контрольный объем (1–3 мм) устанавливается в базальные отделы боковой стенки ЛЖ и межжелудочковой перегородки (МЖП).

Определение IVRT: контрольный объем при проведении импульсно-волновой доплерографии из апикального доступа устанавливается на границе между приносящим и выносящим трактом ЛЖ.

Определение индекса ЛП представлено на рисунке 1. Чаще всего используется метод Симпсона (формула для расчета интегрирована в пакет программного обеспечения и позволяет представить результат на приборе сразу после вычисления). Для этого требуется проведение планиметрии ЛП для получения диаметра в двух плоскостях. Исследование проводится из апикальной позиции в систолу желудочков, когда размер ЛП максимальный. При обведении границ легочные вены не включаются в контур, нижняя граница представлена плоскостью митрального кольца. Индекс ЛП рассчитывают по отношению объема ЛП к площади поверхности тела, норма – 34 мл/м<sup>2</sup> и менее.

Для более точного отражения ЛП требуется измерять его объем с помощью бипланового алгоритма площадь – длина, согласно которому требуется измерение площади ЛП из двух взаимно перпендикулярных проекций из апикального доступа (четырёхкамерной и двухкамерной — А1 и А2 соответственно) и длины ЛП (L). При этом устья легочных вен и ушко ЛП при обведении контуров предсердия не учитываются.

Объем левого предсердия =  
 $\frac{8}{3\pi}[(A_1)(A_2)]/(L) *$

\* (L) - наименьшее  
 расстояние в  
 четырехкамерной  
 или двухкамерной  
 апикальных позициях

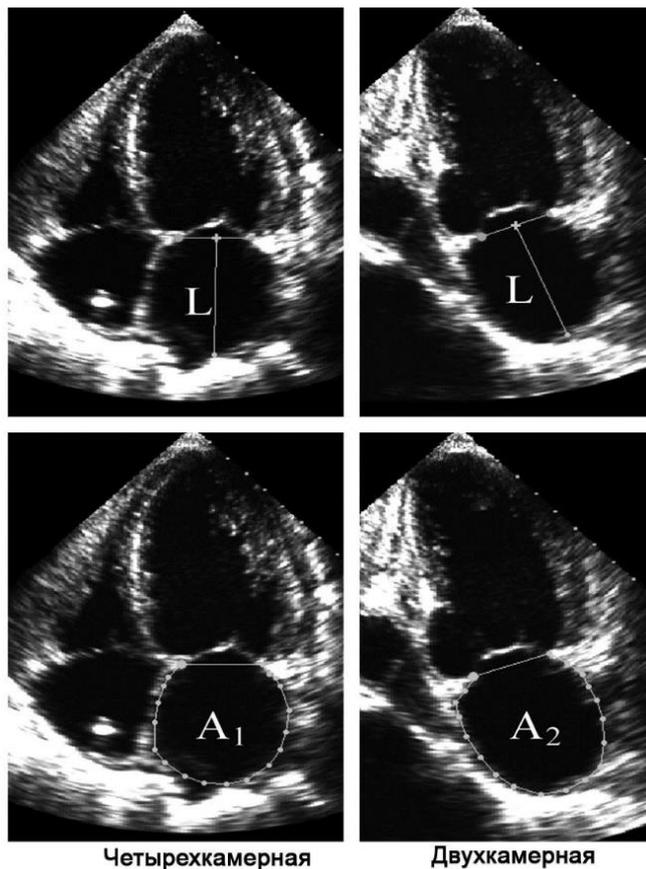


Рисунок 1 – Определение индекса левого предсердия

Объем ЛП ( $У_{лп}$ ) рассчитывают по формуле:

$$У_{лп} = \frac{0,85 \cdot A_1 \cdot A_2}{L}$$

Расчет систолического давления в легочной артерии (ЛА) представлен на рисунке 2. В режиме постоянно-волнового доплера при коррекции угла по потоку регургитации определяли максимальную скорость и максимальный транстрикуспидальный градиент давления.

К максимальному градиенту давления прибавляется давление в правом предсердии (ПП). Оно оценивается по диаметру нижней полой вены и ее реакции на вдох (таблица 3). Диаметр нижней полой вены измеряют из субкостальной позиции перпендикулярно длинной оси на расстоянии 1–2 см от ее впадения в ПП.

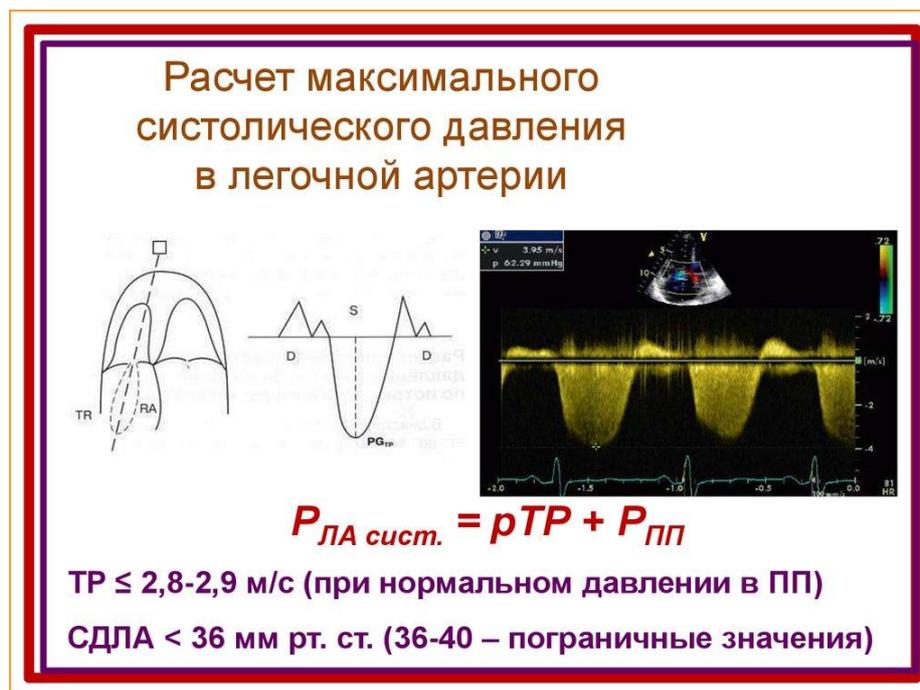


Рисунок 2 – Расчет систолического давления в легочной артерии

В режиме постоянно-волнового доплера при коррекции угла по потоку регургитации определяется максимальная скорость и максимальный транстрикуспидальный градиент давления.

Таблица 3 – Определение давления в правом предсердии

Диаметр нижней полой вены (НПВ), мм	Реакция на вдох	Давление в правом предсердии, мм рт. ст.
<17	Полное спадание	0–5
17–25	Спадание > 50 %	5–10
17–25	Спадание < 50 %	10–15
>25	Спадание < 50 %	15–20
>25 + расширение печеночных вен		>20

Проба Вальсальвы с оценкой трансмитрального кровотока: оцениваются изменение Е/А соотношения трансмитрального потока при пробе с натуживанием – попытке форсированного выдоха при закрытом носе и рте (рисунок 3). Е/А соотношение с «псевдонормального» заменяется на «нарушенная релаксация», что свидетельствует о высоком давлении наполнения ЛЖ.

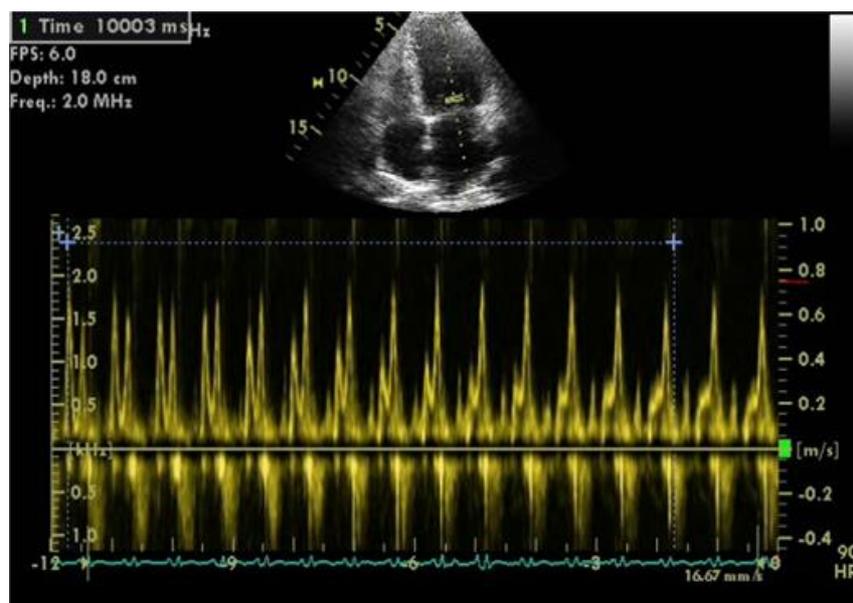


Рисунок 3 – Регистрация трансмитрального потока при пробе Вальсальвы

#### **Нарушения диастолической функции левого желудочка**

Отсутствует единый достаточно точный и воспроизводимый эхокардиографический параметр в оценке диастолической функции ЛЖ. Следовательно, рекомендовано использовать полный анализ параметров двумерной эхокардиографии и доплер-эхокардиографии. Необходима оценка как структурных (гипертрофия ЛЖ, дилатация ЛП), так и функциональных нарушений.

Физиологическими признаками диастолической дисфункции ЛЖ являются нарушения релаксации, потеря способности к восстановлению, снижение диастолического комплаенса и повышение давления наполнения ЛЖ. Последний показатель является компенсаторным механизмом для поддержания наполнения ЛЖ и ударного объема сердца. При ранних нарушениях диастолы систолическая функция ЛЖ еще сохраняется. Замедленная релаксация ограничивает объем пассивного поступления крови в ЛЖ. Возрастание объема крови ЛП в систолу предсердий через механизм Франка – Старлинга увеличивает наполнение ЛЖ в эту фазу диастолы.

Псевдонормализация обусловлена дополнением замедленного и неполного изоволюмического расслабления возрастающей диастолической жесткостью миокарда ЛЖ, и к механизму пассивного наполнения ЛЖ кровью присоединяется возрастающее давление в легочных венах с признаками легочной гипертензии. Трансмитральный градиент давления восстанавливается на более высоком уровне, а возросшая жесткость миокарда ЛЖ укорачивает диастазис. Схематически эти процессы представлены на рисунке 4. Более тяжелые нарушения трансмитрального кровотока получили название рестрикции. Это результат дальнейшего роста жесткости миокарда ЛЖ и давления в ЛП с прогрессивным уменьшением диастазиса.

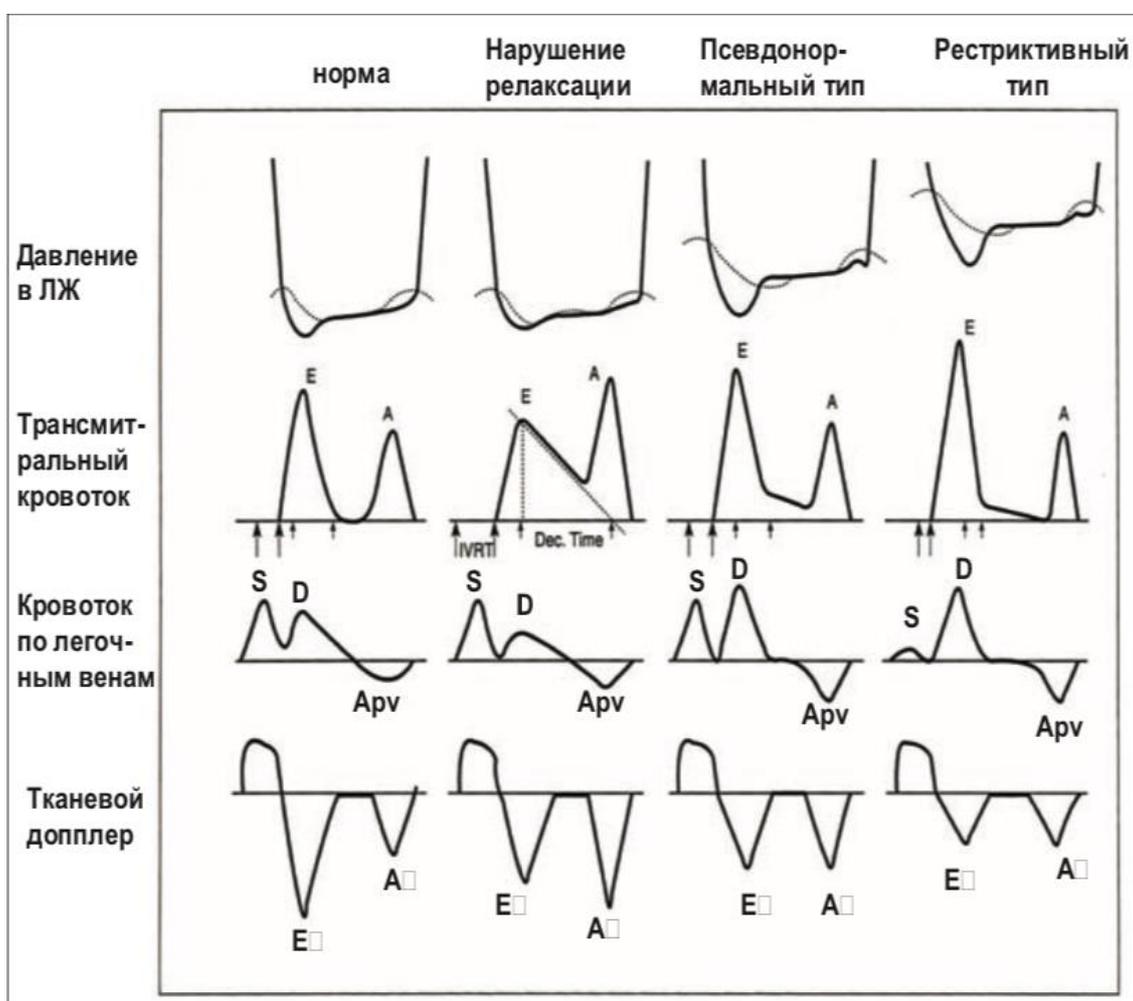


Рисунок 4 – Норма и нарушения диастолической функции левого желудочка

На рисунке 4 схематически изображены колебания давления в ЛЖ, трансмитральный кровоток, кровоток по легочным венам и паттерн тканевого доплера с базальных отделов боковой стенки ЛЖ при нормальной диастолической функции и ее нарушениях.

*Нарушение релаксации* – уменьшение соотношения E/A и увеличение DT E-волны, увеличение IVRT. Минимальное нормальное значение для e' составляет 6 см/с (усредненное при измерении e' в базальных отделах межжелудочковой перегородки (МЖП) и боковой стенки ЛЖ) для людей до 60 лет. При значениях e' (боковой стенки ЛЖ) более 8 см/с нарушение релаксации ЛЖ может быть исключено, и в дальнейших исследованиях нет необходимости в выявлении диастолической дисфункции.

*Диастолический комплаенс* – податливость миокарда ЛЖ, зависит как от соотношения давление – объем, так и от эластичности структур, расположенных вокруг желудочков и давления в ПЖ. Прямых ЭхоКГ-признаков, отражающих комплаенс миокарда, нет, но выявлена нелинейная взаимосвязь укорочения DT-волны и снижения комплаенса. Измеряют также A-волну трансмитрального потока и A-волну в легочных венах. Однако эти показатели зависят от других факторов (тахикардия, АВ-блокада, патология ЛП) и имеют низкое качество визуализации (поток в легочных венах). Укорочение DT-волны в сочетании с «урезанной» A-волной и высокой A-волной в легочных венах соответствуют снижению диастолического комплаенса ЛЖ.

*Давление наполнения в ЛЖ* – это конечно-диастолическое давление в ЛЖ или давление заклинивания в легочных капиллярах, отражающее среднее давление в ЛП (при инвазивном исследовании). При ЭхоКГ непосредственно не измеряют давление в ЛЖ. Поэтому ориентируются на совокупность показателей, а именно – сочетание высокой E-волны трансмитрального потока и сниженной e'-волны при ТДГ указывает на повышение диастолического давления в ЛЖ и выражается повышенным значени-

ем  $E/e'$ . Однако диапазон нормального значения  $e'$ -волны достаточно широк (5–18 см/с), следовательно, соотношение  $E/E'$  не может быть точным показателем давления в ЛП. Поэтому оценку давления в ЛП производят комплексно, используя такие показатели, как: индекс ЛП, скорость трикуспидальной регургитации, величина А-волны трансмитрального потока и А-волны в легочных венах, проба Вальсальвы. Соотношение  $E/e'$  более 15 считается патологическим в независимости от возраста и свидетельствует о повышенном давлении наполнения ЛЖ. Единственным важным исключением являются пациенты с констриктивным перикардитом, которые, зачастую, имеют нормальные значения  $e'$ .

Для определения давления наполнения может использоваться разность между длительностью А-волны трансмитрального потока и ретроградной А-волны в легочных венах. Если она более 30 мс, то это свидетельствует о повышении давления наполнения ЛЖ.

Индекс ЛП – увеличение объема ЛП отражает повышение давления наполнения ЛЖ. Объем ЛП не является показателем мгновенного изменения давления, а отражает кумулятивный эффект повышения давления в течение длительного времени. Увеличение ЛП может длительно сохраняться после нормализации давления. Повышение объема ЛП может возникнуть у спортсменов, при наличии анемии, брадикардии, предсердных аритмий, митральных пороков. Максимальный размер ЛП является маркером хронической перегрузки давлением, вызванной в основном тяжелой диастолической дисфункцией ЛЖ.

Скорость ТК регургитации (систолический трикуспидальный градиент давления) – в сумме с величиной давления в ПП отражает давление в ЛА. При отсутствии заболевания легких повышенное давление в ЛА свидетельствует о повышенном давлении в ЛП.

При необходимости применяют пробу Вальсальвы. Оценивается митральный поток, а именно – соотношение  $E/A$  в состоянии покоя и при пробе с натуживанием.

Таким образом, ЭхоКГ-оценка наполнения ЛЖ должна включать в себя:

- пик митрального  $E$
- соотношение  $E/e'$
- измерение систолического давления в ЛП
- измерение индекса ЛП
- время спада митральной  $E$ -волны (DT)
- проба Вальсальвы (дополнительно)
- разница  $A_{pulm}$  и  $A_{mitr}$

При необходимости выполняется исследование диастолической функции при нагрузке (стресс ЭхоКС). Функцию оценивают по изменению соотношения  $E/e'$  и скорости трикуспидальной регургитации. Пороговым значением для диастолической дисфункции является стресс-индуцированное увеличение  $E/e'$  более 13.

#### **Алгоритмы эхокардиографического исследования диастолической функции левого желудочка**

Алгоритм оценки диастолической функции ЛЖ:

1. Определяют фракцию выброса ЛЖ, если она снижена, то диастолическая функция всегда нарушена и, как правило, повышено давление наполнения ЛЖ. Определяют соотношение  $E/e'$  и DT для оценки степени тяжести диастолической дисфункции.
2. Определяют индекс массы миокарда, если он повышен, значит, присутствует диастолическая дисфункция, оценивают  $E/A$ ,  $E/e'$  и DT для уточнения степени тяжести диастолической дисфункции.

3. Если ФВ и индекс ЛЖ в пределах нормы, то не исключают диастолическую дисфункцию. Оценивают индекс ЛП, скорость ТР,  $E/e'$ ,  $E/A$ , DT, IVRT, кровоток по легочным венам.

Необходимо учитывать возраст пациента. У людей в возрасте 50–60 лет E- и A-волны трансмитрального потока одинаковой величины или с некоторым преобладанием A-волны, время замедления раннего диастолического потока (DT) – более 230 мс и IVRT 60–80 мс.

Алгоритм оценки давления наполнения ЛЖ и степени тяжести диастолической дисфункции у пациентов с нарушенной ФВ и/или диагностированными заболеваниями миокарда:

1. Если  $E/A$  равен или менее 0,8 и E меньше 50 см/с – это ДДЛЖ I типа (нарушены процессы релаксации).

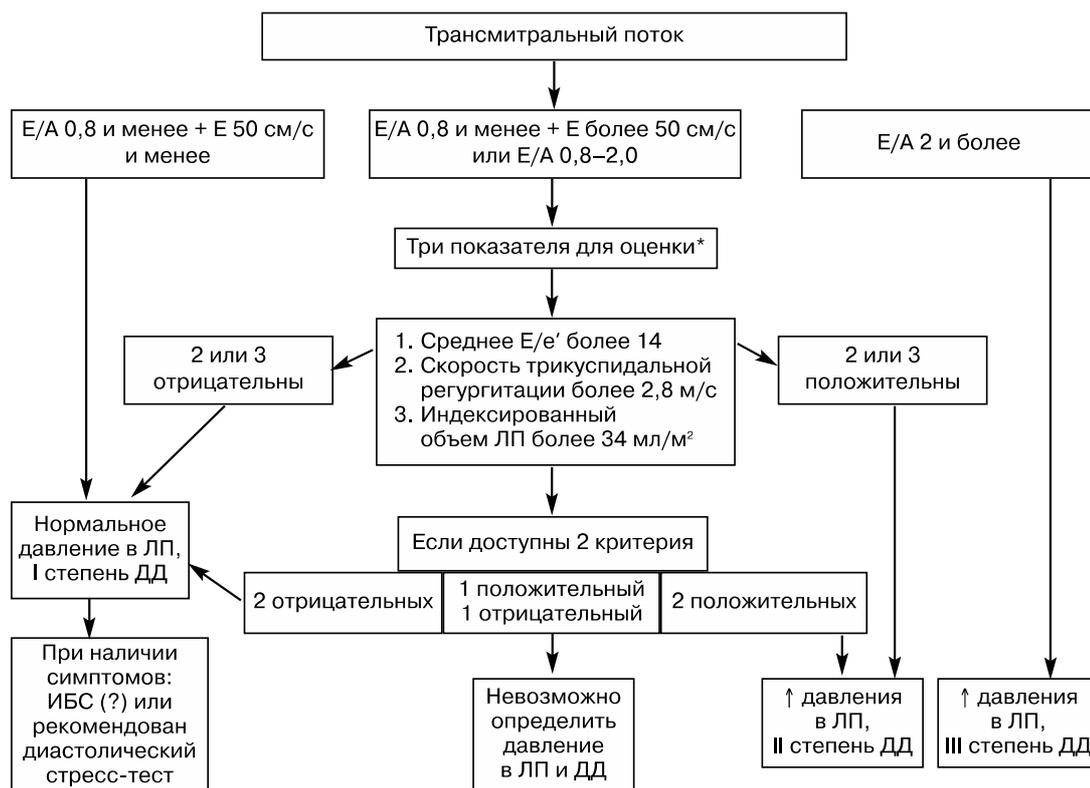
2. Если  $E/A$  менее или равен 0,8 и E больше 50 см/с (или  $E/A$  более 0,8 и менее 2), то необходимо определить три критерия:  $E/e' > 14$ , скорость ТР  $> 2,8$  см/с, индекс ЛП  $> 34$  мл/м<sup>2</sup> – 2 и более отрицательны – это диастолическая дисфункция ЛЖ (ДДЛЖ) I типа, 2 и более положительны – это псевдонормальный тип ДДЛЖ (увеличено давление наполнения ЛЖ).

3. Если  $E/A$  равен 2-м или более – это ДДЛЖ II типа (увеличено давление наполнения).

При необходимости выполняют оценку трансмитрального потока при пробе Вальсальвы. Если  $E/A$  соотношение с «псевдонормального» меняется на «нарушенная релаксация», то это свидетельствует о высоком давлении наполнения ЛЖ.

Алгоритм оценки степени диастолической дисфункции ЛЖ у больных со сниженной и нормальной фракцией выброса ЛЖ представлен на рисунке 5.

В таблице 4 представлены критерии эхокардиографических показателей при нормальной диастолической функции ЛЖ и при ее нарушениях.



\*Давление в ЛП не определяется при 1 положительном показателе.

Рисунок 5 – Алгоритм оценки диастолической дисфункции  
левого желудочка

Таблица 4 – Эхокардиографические критерии нормальной и нарушенной  
диастолической функции левого желудочка

Показатель	Норма	ДДЛЖ I тип	«Псевдонормальный» тип ДДЛЖ	ДДЛЖ II тип
Релаксация левого желудочка (e')	Норма	Нарушена (e' снижен)	Нарушена (e' снижен)	Нарушена (e' снижен)
Давление наполнения левого желудочка	Норма	Снижено или норма	Увеличено	Увеличено
Е/А соотношение	≥0,8	≤0,8	>0,8 до <2	>2
Е/е' соотношение	<10	<10	10–14	>14
Пиковая скорость TR регургитации (м/с)	<2,8	<2,8	>2,8	>2,8
Индекс левого предсердия	Норма	Норма или увеличен	Увеличен	Увеличен

### Частные случаи оценки диастолической функции левого желудочка

Диастолическая функция у молодого человека без патологии миокарда (рисунок 6). При осмотре из парастеральной позиции по длинной оси определяют нормальную толщину стенок ЛЖ. При оценке трансмитрального потока отмечено нормальное соотношение пиков E и A, что свидетельствует о нормальном периоде наполнения в диастолу. Пик e' указывает на отсутствие нарушения релаксации ЛЖ, а пик s' – о сохраненной систолической функции ЛЖ.

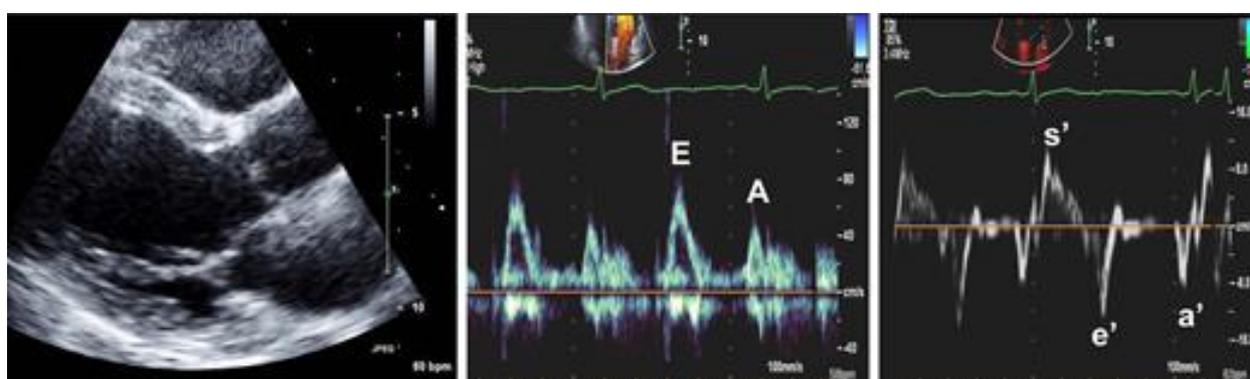


Рисунок 6 – Диастолическая функция у молодого человека без патологии миокарда.

Индекс массы миокарда не увеличен, E/A соотношение  $> 1$ , e' боковой стенки 12 см/с.

«Гипертоническое сердце» представлено на рисунке 7. При артериальной гипертензии увеличивается масса миокарда ЛЖ, что само по себе свидетельствует о нарушении диастолической функции ЛЖ. Нарушаются процессы релаксации ЛЖ, увеличивается жесткость ЛЖ, возрастает объем ЛП и давление в легочных венах. В результате происходит псевдонормализация трансмитрального кровотока, что подтверждает высокое давление наполнения ЛЖ.

Признаки псевдонормализации диастолической функции ЛЖ: E/A соотношение  $> 1$ , DT укорочено. Повышено давление наполнения ЛЖ.

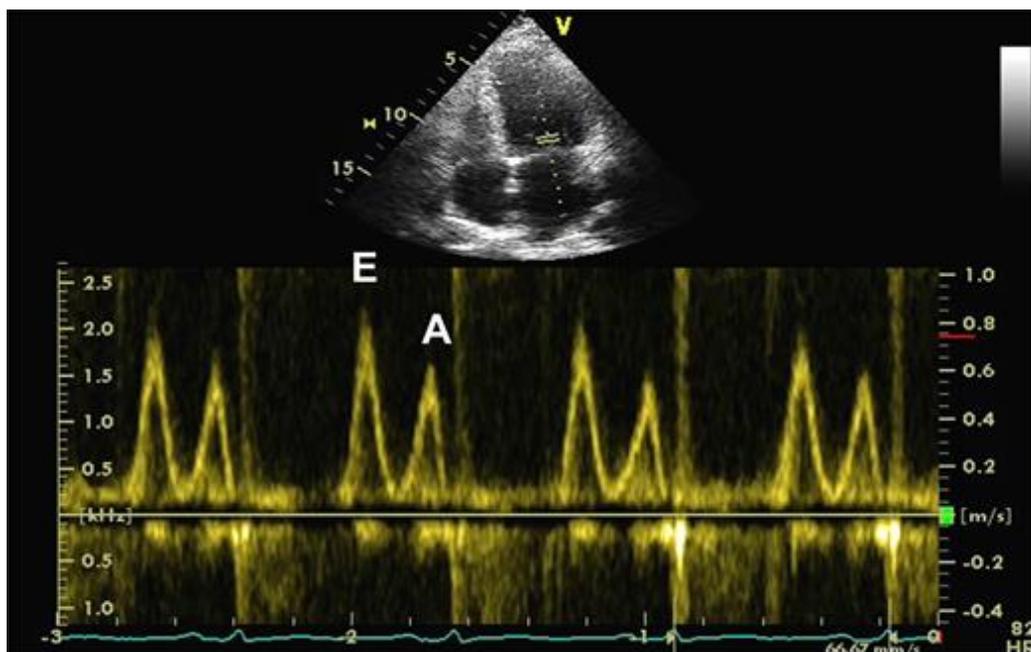


Рисунок 7 – «Гипертоническое сердце»

Гипертрофическая кардиомиопатия (рисунок 8). Для оценки диастолической функции и давления наполнения при гипертрофической кардиомиопатии (ГКМП) используется комплексный подход. В зависимости от типа ГКМП, гипертрофии стенок ЛЖ, обструкции выносящего тракта ЛЖ (ВТЛЖ) показатели могут меняться. Поэтому оценку диастолической функции проводят в следующей последовательности:  $E/e'$  соотношение, индекс ЛП, скорость ТР, разница между длительностью  $A_{ulm}$  и  $A_{mitr}$ . Если три из четырех критериев положительны ( $E/e' > 14$ , индекс ЛП  $> 34$  мл/м<sup>2</sup>, скорость ТР  $> 280$  см/с,  $A_{ulm}-A_{mitr} > 30$  мс), то это свидетельствует о повышении давления наполнения ЛЖ.

На рисунке 8 А (верхний слева) показана выраженная гипертрофия МЖП,  $E/A = 1,22$ ;  $E/e' = 24$ ; скорость ТР = 300 см/с;  $e'$  и  $a'$  уменьшены. Повышено давление наполнения. «Псевдонормальный» тип ДДЛЖ.

Диастолическая функция при резко сниженной фракции выброса ЛЖ и артериальной гипертензии (рисунок 9).

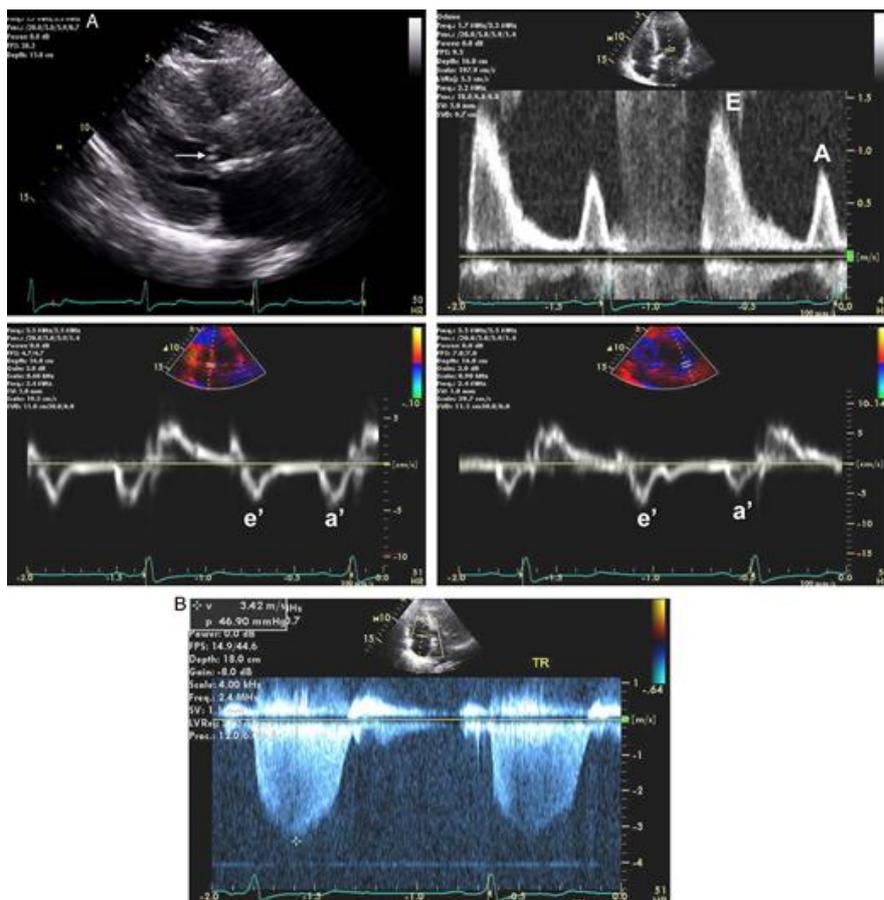


Рисунок 8 – Гипертрофическая кардиомиопатия

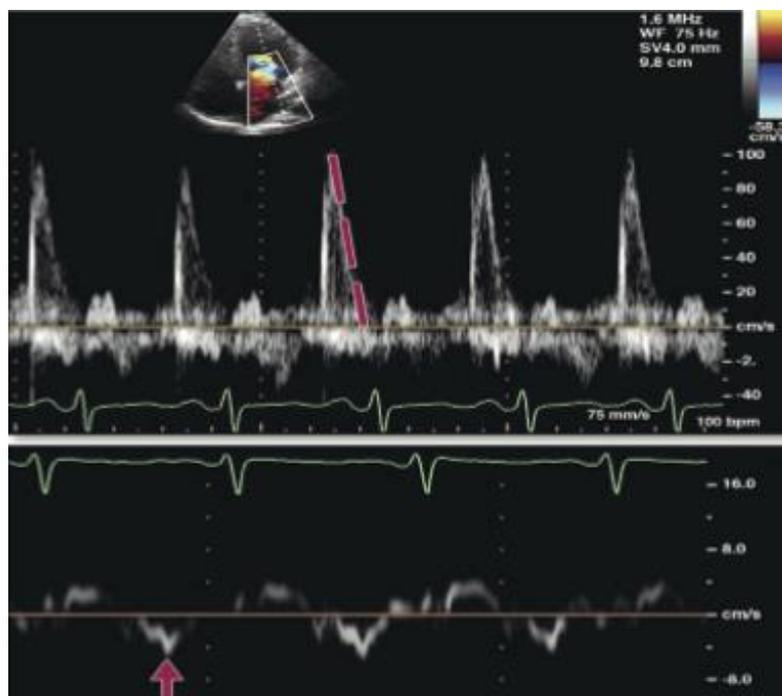


Рисунок 9 – Диастолическая функция при резко сниженной фракции выброса левого желудочка и артериальной гипертензии

Рестриктивный тип диастолической функции ЛЖ (ДДЛЖ II типа).  $E/A > 2$ , DT резко укорочено, очень низкие скорости  $e'$  и  $s'$  волны движения МК.

«Оглушенное» левое предсердие после электрической кардиоверсии (рисунок 10). После электрического разряда предсердия на какое-то время теряют способность к контрактильности, но через несколько дней систола предсердий восстанавливается.

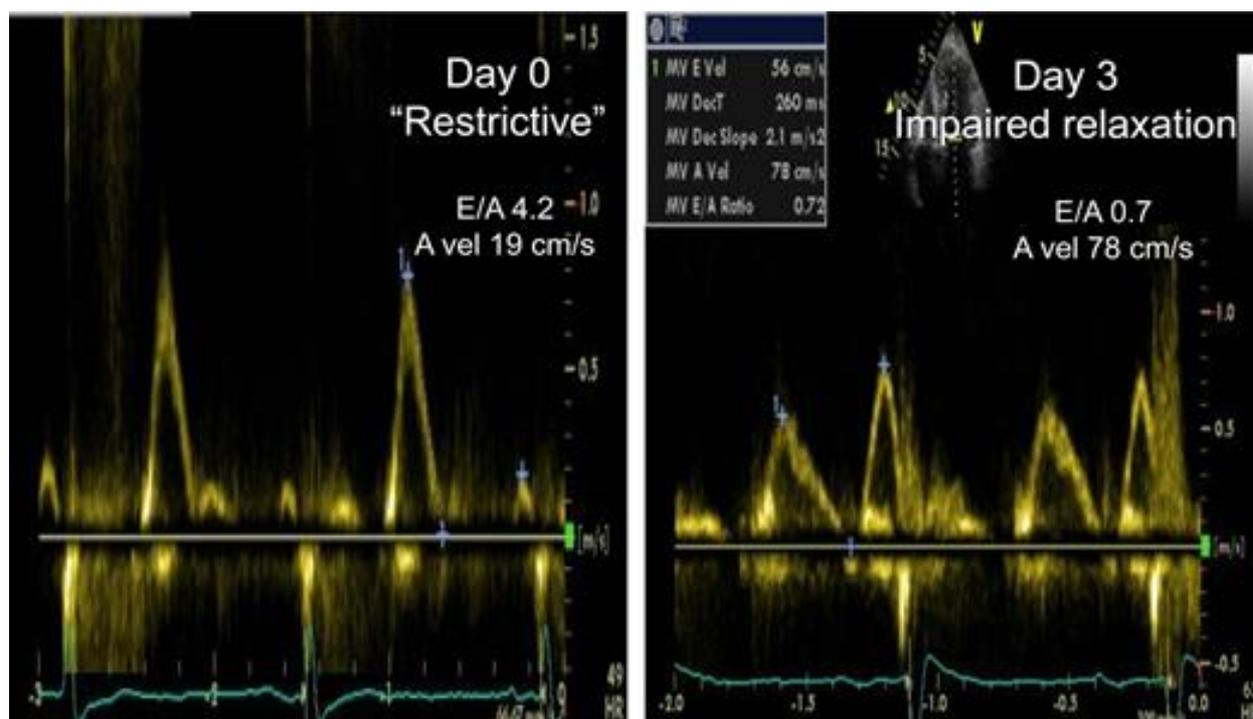


Рисунок 10 – «Оглушенное» левое предсердие после электрической кардиоверсии

E трансмитральное более 1,9 м/с, уменьшение А-волны указывает на рестриктивный тип диастолической функции. Через несколько дней функция ЛП восстанавливается (систола предсердий) и А-волна увеличивается. E/A соотношение указывает на нарушение релаксации ЛЖ, но нормальное давление его наполнения.

#### Заключение

В диастолу происходят наиболее ранние нарушения сердца. Они предшествуют систолической дисфункции и являются ее функциональным

и структурным субстратом. Изолированная диастолическая дисфункция понятна, систолическую без диастолической трудно представить. Необходимо исследовать диастолическую функцию при рутинном эхокардиографическом исследовании.

По литературным данным и собственным наблюдениям пациенты часто имеют промежуточную степень ДД (между I и II типом) ( $E/A$  0,75 и менее,  $DT$  более 140 мс,  $E/e'$  10 и более). Прогноз при «псевдонормальной» диастолической функции хуже, чем при ДД ЛЖ I типа. При «псевдонормальной» ДД ЛЖ прогноз такой же, как при ДДЛЖ II типа. Классификация основывается только на эхокардиографических показателях, что позволяет оценить косвенные признаки повышения диастолического давления в ЛЖ, неспецифичные для какой-либо конкретной патологии. Однако недоказано, являются ли существующие градации ДД оптимальными для использования в клинической практике. Большинство из оцениваемых в рутинной практике показателей диастолической функции, таких как характер трансмитрального кровотока и кровотока в легочных венах,  $E/e'$ , систолическое давление в ЛА, Размер ЛП и другие показатели могут изменяться при митральной недостаточности так же, как при первичной дисфункции миокарда ЛЖ. Митральная недостаточность, часто присутствующая у больных, значительно усложняет интерпретацию получаемых ультразвуковых данных и оценку диастолической функции ЛЖ. Все это подчеркивает необходимость комплексного подхода в изучении диастолической дисфункции.

### Список литературы

1. Recommendations for the Evaluation of Left Ventricular Diastolic Function by Echocardiography: An Update from the American Society of Echocardiography and the European Association of Cardiovascular Imaging // *European Heart Journal Cardiovascular Imaging*-12. 2016; 1321–1360.
2. New Concepts in Diastolic Dysfunction and Diastolic Heart Failure. *Circulation*. 2002;105 :1387–1393.
3. Diastolic Heart Failure: Challenges of Diagnosis and Treatment *American Family Physician*. – 2004 Jun 1; 69(11):2609–2617.
4. Диастолическая дисфункция левого желудочка у больных с сердечной недостаточностью // *Креативная кардиология*. – 2017; 11 (2): 145–58.
5. Диастола сердца. *Вестник Харьковского национального университета*, 2013; 597.
6. Диастолическая сердечная недостаточность. *Липень*, 2009; № 1, 47–54.
7. Рекомендации европейского общества кардиологов (ЕОК) по диагностике и лечению острой и хронической сердечной недостаточности // *Российский кардиологический журнал*. – 2012; 4 (102).
8. Рекомендации по количественной оценке структуры и функции камер сердца. Приложение 1 к *Российскому кардиологическому журналу*. – 2012. – № 3 (95).
9. *Барабанов С. В.* Физиология сердца / С. В. Барабанов, В. И. Евлахов, А. П. Пуговкин, Т. Л. Рудакова, Л. Н. Шалковская. – СПб.: СпецЛит, 2001. – С. 36–41.
10. *Урсула Вилкенсхоф.* Справочник по эхокардиографии. – М.: Медицинская литература, 2009, 11.
11. *Франк А.* Флаксампф. Курс эхокардиографии / А. Франк. – М.: Медкнига, 2016. С. 125–129.