

МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
БЕЛОРУССКАЯ МЕДИЦИНСКАЯ АКАДЕМИЯ
ПОСЛЕДИПЛОМНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
КАФЕДРА ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ДИАГНОСТИКИ

Л.Ю. УШАКОВА Е.А. ВЕРТИНСКИЙ С.А. ЧИЖ

**УЛЬТРАЗВУКОВАЯ ДИАГНОСТИКА
ДИАСТОЛИЧЕСКОЙ ДИСФУНКЦИИ ЛЕВОГО ЖЕЛУДОЧКА**

Учебно-методическое пособие

Минск БелМАПО

2012

УДК 616.124.2-008.1-073.43(075.9)

ББК 54.101я73

У 93

Рекомендовано в качестве учебно-методического пособия
УМС Белорусской медицинской академии последипломного образования
Протокол № 7 от 12.12. 2012.

Авторы:

к.м.н., доц. заведующий кафедрой функциональной диагностики Ушакова Л.Ю.,
к.м.н., доцент кафедры функциональной диагностики Вертинский Е.А.,
ассистент кафедры функциональной диагностики Чиж С.А.

Рецензенты:

2-ая кафедра внутренних болезней БГМУ;

профессор 3-ой кафедры внутренних болезней БГМУ, д.м.н. Губкин С.В.

Ушакова Л.Ю.

У 93

Ультразвуковая диагностика диастолической дисфункции
левого желудочка: учеб.- метод. пособие /Л.Ю. Ушакова, Е.А.
Вертинский, С.А. Чиж - Минск: БелМАПО, 2012– 27 с.

ISBN 978-985-499-651-6

В учебно-методическом пособии с подробно изложены вопросы ультразвуковой диагностики диастолической дисфункции левого желудочка, отражены представления о диастолической форме сердечной недостаточности, рассмотрены современные методы оценки диастолической функции, с современных позиций представлены критерии диагностики нормального диастолического наполнения, диастолической дисфункции 1 типа, псевдонормального трансмитрального кровотока, диастолической дисфункции 2 типа. Представлены принципы лечения диастолической дисфункции левого желудочка.

Учебно-методическое пособие предназначено для врачей функциональной и ультразвуковой диагностики, кардиологов, терапевтов.

УДК 616.124.2-008.1-073.43(075.9)

ББК 54.101я73

ISBN 978-985-499-651-6

© Ушакова Л.Ю., Вертинский Е.А.,
Чиж С.А. 2012.

© Оформление БелМАПО, 2012.

Тема: УЛЬТРАЗВУКОВАЯ ДИАГНОСТИКА ДИАСТОЛИЧЕСКОЙ ДИСФУНКЦИИ ЛЕВОГО ЖЕЛУДОЧКА

Общее время занятия: 4 часа

Мотивационная характеристика темы: знание особенностей ультразвуковой диагностики и дифференциальной диагностики диастолической дисфункции левого желудочка.

Цель занятия: повышение эффективности диагностики и дифференциальной ультразвуковой диагностики диастолической дисфункции левого желудочка

Задачи занятия:

1. Понятие о диастолической форме сердечной недостаточности как особой нозологической единиц.
2. Методы оценки диастолической функции левого желудочка.
3. Эхокардиографические критерии нормального диастолического наполнения.
4. Классификация типов диастолической дисфункции левого желудочка. Эхокардиографические критерии диастолической дисфункции 1 типа, псевдонормального трансмитрального кровотока, диастолической дисфункции 2 типа.
5. Дифференциальная диагностика псевдонормального трансмитрального кровотока и нормального диастолического наполнения с использованием пробы Вальсальвы.
6. Оценка кровотока в легочных и печеночных венах при диастолической дисфункции левого желудочка.
7. Тканевой доплер в оценке диастолической функции левого желудочка.
8. Роль стресс-эхокардиографии в оценке диастолической функции левого желудочка.

Требования к исходному уровню знаний: знание основных клинических, ультразвуковых критериев диагностики диастолической дисфункции левого желудочка

УЧЕБНЫЙ МАТЕРИАЛ

Под диастолической дисфункцией понимают неспособность левого желудочка (ЛЖ) наполняться и поддерживать ударный объем без компенсаторного увеличения предсердного давления наполнения.

От 30% до 50% пациентов, страдающих сердечной недостаточностью, по данным эхокардиографических исследований имеют сохраненную сократительную функцию ЛЖ.

В 1998 г. Европейским обществом кардиологов было предложено выделить диастолическую форму сердечной недостаточности как особую нозологическую единицу. Диастолическая сердечная недостаточность всегда включает в себя диастолическую дисфункцию, но наличие диастолической дисфункции еще не свидетельствует о наличии сердечной недостаточности.

Для постановки диагноза диастолической сердечной недостаточности необходимо:

- наличие симптомов и признаков сердечной недостаточности: одышки при физической нагрузке и/или в покое, ортопноэ, ритма галопа при аускультации, хрипов и признаков отека легких;
- наличие сохраненной или незначительно сниженной систолической функции ЛЖ и отсутствие его дилатации: фракция выброса (ФВ) $\geq 45\%$, индекс конечного диастолического размера (КДР) $\leq 3,2$ см/м², индекс конечного диастолического объема (КДО) ≤ 102 мл/м²;
- наличие прямых признаков диастолической дисфункции: данные о нарушении расслабления или заполнения ЛЖ, признаки повышенной жесткости камеры ЛЖ.

Процесс диастолического наполнения зависит от:

1. Расслабления левого желудочка, которое определяется скоростью расслабления кардиомиоцитов.
2. Пассивных диастолических свойств желудочка, которые зависят от:
 - толщины и массы миокарда;
 - наличия зон фиброза;
 - геометрии камер сердца;
 - перикардальных ограничений.
3. Градиента давления между предсердием и желудочком, который определяется:
 - сократимостью предсердия;
 - конечным систолическим объемом (КСО) желудочка;
 - жесткостью камер сердца.

Золотым стандартом оценки диастолической функции ЛЖ является катетеризация камер сердца с измерением давления в полостях.

При этом определяют:

1. Пиковое dP/dT – наиболее быстрое снижение давления во время раннего периода расслабления сразу после закрытия аортального клапана,

в норме составляет $-N = -2000 \pm 400$ мм рт. ст. / с, менее отрицательное значение свидетельствует о нарушении расслабления.

dP/dt может быть также определено неинвазивным методом по скорости нарастания давления в ЛЖ в начале систолы (по потоку митральной регургитации в режиме постоянно-волнового доплера) оценивают время (t), за которое давление в ЛЖ увеличилось с градиента (PG) 1 м/с до PG 3 м/с, $dP/dt = (PG\ 3\text{ м/с} - PG\ 1\text{ м/с}) / t$. В норме dP/dt 1000 - 1200 мм рт. ст. / с.

2. Константа расслабления (Тау) – отражает падение давления в полости ЛЖ во время фазы изоволюметрического расслабления, определяется по спектру потока митральной регургитации в режиме постоянно-волнового доплера, в норме составляет 25 - 40 мсек, более высокие значения свидетельствуют о нарушении расслабления (рис. 1).

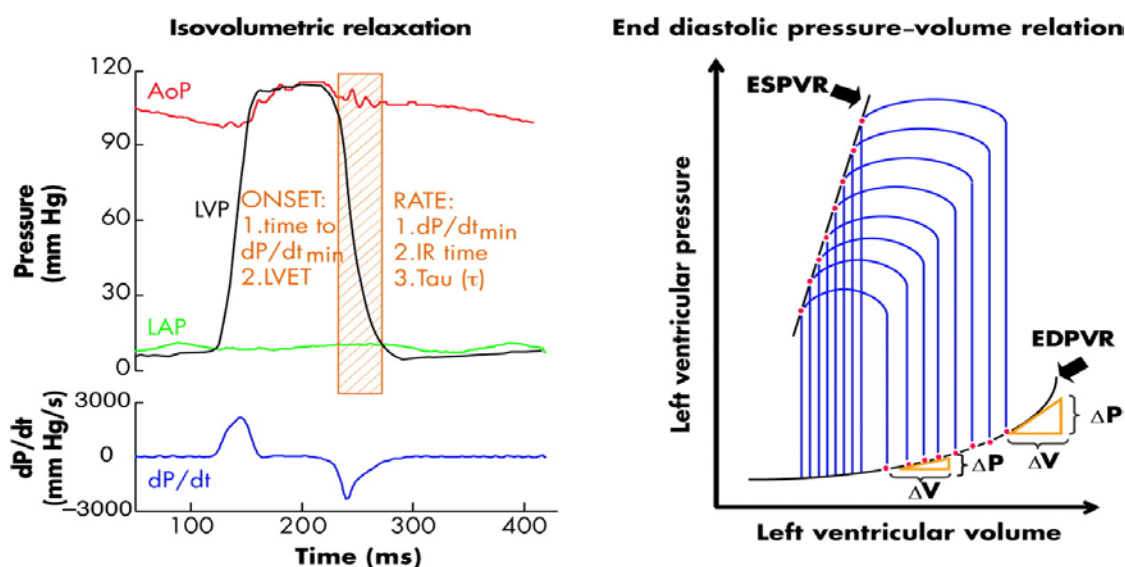


Рис. 1. Гемодинамическая оценка диастолической дисфункции.

Оценка трансмитрального кровотока

Трансмитральный кровоток (ТМК) регистрируется из верхушечного доступа, четырехкамерной позиции. Контрольный объем размером 1 - 3 мм должен быть расположен между верхушками створок митрального клапана.

Адекватная оценка диастолической функции исходя из анализа NVR по общепринятой методике возможна при наличии у больного:

- синусового ритма;
- ЧСС не менее 50 и не более 90 - 100 в 1 минуту;
- отсутствие нарушения атриовентрикулярного проведения;
- отсутствие митрального стеноза;
- отсутствие выраженной (II степени и выше) митральной или аортальной регургитации;
- отсутствие протезов и клапанных колец.

Обязательные измерения:

- ✓ пиковая скорость раннего диастолического наполнения E;
- ✓ пиковая скорость позднего диастолического (предсердного) наполнения A;
- ✓ соотношение E/A;
- ✓ время замедления раннего диастолического наполнения DT;
- ✓ время изоволюмического расслабления – курсор постоянно-волнового доплера располагают в области выносящего тракта ЛЖ для одновременной записи ТМК и трансаортального (ТАО) кровотока (рис. 2);

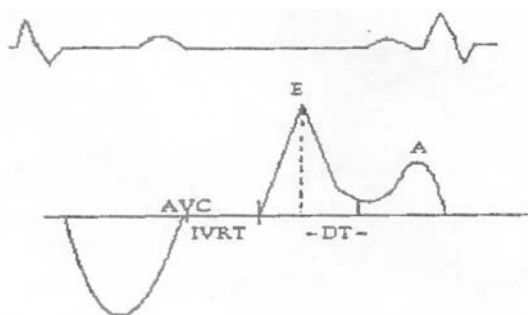


Рис. 2. Оценка трансмитрального кровотока.

Дополнительные измерения:

- ✓ продолжительность A волны – измеряется на уровне митрального кольца;
- ✓ время диастолического наполнения;
- ✓ интеграл линейной скорости волн E и A;
- ✓ общий интеграл потока диастолического наполнения и фракция предсердного наполнения (ФПН) – измеряется при расположении курсора на уровне митрального кольца;
- ✓ средне-диастолический поток: со скоростью менее 20 см/сек может определяться в норме, увеличение скорости свыше 20 см/сек свидетельствует о значительном замедлении расслабления ЛЖ и повышении давления наполнения.

Эхокардиографические критерии нормального диастолического наполнения:

- ✓ E/A 1 - 1,6;
- ✓ DT 160 - 220 (240) мс (может быть ниже, особенно у молодых пациентов);
- ✓ ВПР 70 - 90 (100) мс;
- ✓ нормальная фракция предсердного наполнения (< 30%);

- ✓ продолжительность ретроградной волны в легочных венах меньше продолжительности волны А трансмитрального кровотока (ТМК): $A_r < A_{ТМК}$;
- ✓ скорость $S \geq$ скорости D в ЛВ (скорость S может быть меньше скорости D в молодом возрасте, менее 1,5 - 2,5);
- ✓ $A_r < 35$ см/с (0,35 м/с);
- ✓ отсутствие структурной патологии;
- ✓ при пробе Вальсальвы E/A не изменяется.
- ✓ отношение интегралов скоростей E и A:
 - нормой для лиц в возрасте 20 - 29 лет является $VTIE/VTIA = 3,24 \pm 0,85$,
 - для лиц в возрасте 30 - 39 лет - $3,02 \pm 0,69$,
 - для лиц старше 50 лет - $2,28 \pm 0,41$.

Использование данного показателя позволяет более адекватно оценить наполнение, т.к. отношение интегралов линейных скоростей отражает отношение объемов крови, поступающих в желудочек в фазу раннего наполнения и в фазу систолы предсердия (рис. 3);

- ✓ внутрижелудочковое распределение трансмитрального потока крови - измеряется скорость потока на двух разных уровнях: на уровне кончиков створок митрального клапана и на расстоянии 2-3-х см от них по направлению к верхушке сердца. У здоровых людей скорость потока на расстоянии 3-х сантиметров от створок клапана снижается незначительно, у больных с диастолической дисфункцией скорость потока даже на небольшом расстоянии от митрального клапана снижается практически до нуля;
- ✓ пиковая скорость наполнения - вычисляется путем умножения пиковой скорости волны E на площадь митрального клапана. Нормальное значение для лиц в возрасте 25 ± 3 года составляет 448 ± 152 мл/с, в возрасте 67 ± 3 года – 274 ± 62 мл/с.

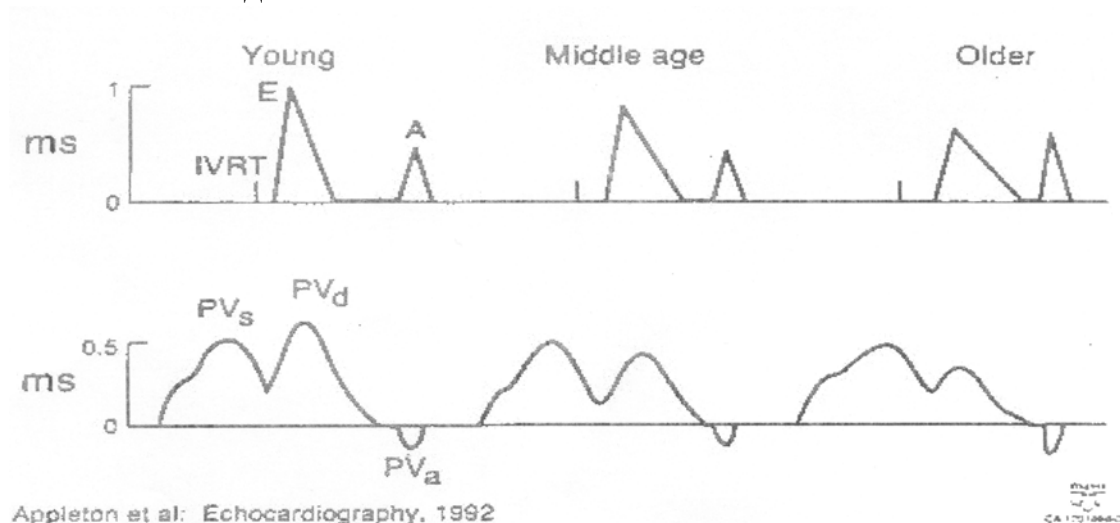


Рис. 3. Возрастные изменения диастолического наполнения.

Классификация типов диастолической дисфункции левого желудочка. Эхокардиографические критерии диастолической дисфункции 1 типа, псевдонормального трансмитрального кровотока, диастолической дисфункции 2 типа

Диастолическая дисфункция (ДД) I типа (нарушение расслабления ЛЖ):

- ✓ уменьшается пиковая скорость волны E ($E < 0,53$ м/с);
- ✓ увеличивается пиковая скорость волны A ($A > 0,70$ м/с);
- ✓ уменьшается E/A ($E/A < 1,0$ - для лиц моложе 60 лет);
- ✓ $DT > 220$ (240) мс - увеличивается время замедления;
- ✓ $ВИР > 100$ (90) мс – увеличивается продолжительность фазы изоволюметрического расслабления;
- ✓ уменьшается отношение $VTIE/VTIA$;
- ✓ увеличивается ФПН ($>30\%$),
- ✓ увеличивается отношение S/D, за счет уменьшения D- волны – $S / D > 1,5$ ($S \gg D$, более 1,5 - 2,5);
- ✓ происходит снижение пиковой объемной скорости наполнения менее $160 \text{ мл/с} \times \text{м}^2$,
- ✓ продолжительность ретроградной волны A_r в легочных венах $\leq$ продолжительности A ТМК: $A_r < A \text{ ТМК}$.

Псевдонормальный трансмитральный кровоток:

- ✓ нормальная пиковая скорость E-волны;
- ✓ нормальная пиковая скорость A-волны;
- ✓ нормальное соотношение E/A ($E/A \ 1,0 - 1,5$),
- ✓ уменьшение времени замедления E-волны – $DT < 150$ (160 - 200) мс,
- ✓ ВИР - нормальная продолжительность фазы – 70 - 90 (100) мс;
- ✓ нормальное отношение $VTIE/VTIA$;
- ✓ нормальная фракция предсердного наполнения ($< 30\%$);
- ✓ падение скорости трансмитрального потока крови от кончиков створок клапана по направлению к верхушке (на расстоянии 3-х см) практически до нуля;
- ✓ нормальная пиковая объемная скорость наполнения;
- ✓ увеличение скорости D-волны потока в легочных венах более 0,6 м/с и снижение отношения $S/D < 0,75$ ($< 1,5$) (скорость S $>$ или $<$ скорости D);
- ✓ увеличение скорости $A_r > 0,35$ м/с (35 см/с);
- ✓ продолжительность ретроградной A_r волны в легочных венах $>$ продолжительности волны A ТМК (на 30 мс и более) (рис. 4);
- ✓ наличие структурной патологии;
- ✓ реверсия E/A ($< 1,0$) при снижении преднагрузки (за счет снижения E – проба Вальсальвы).

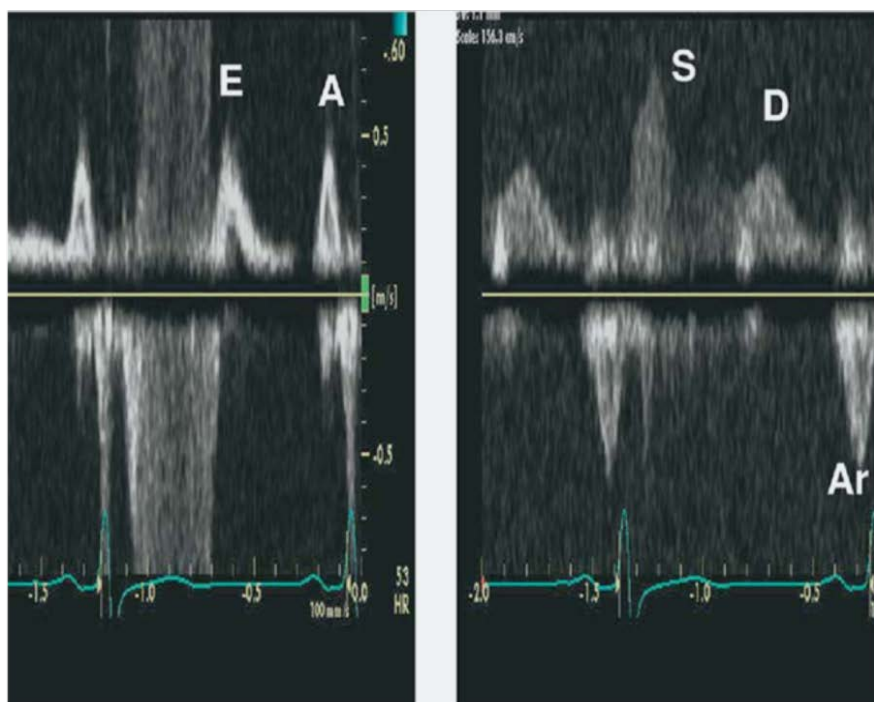


Рис. 4. Псевдонормальный трансмитральный кровоток.

Диастолическая дисфункция II типа (рестриктивный тип диастолического наполнения):

- ✓ увеличение пиковой скорости E-волны;
- ✓ уменьшение пиковой скорости A-волны;
- ✓ увеличение соотношения $E/A > 2,0$;
- ✓ уменьшение времени замедления $DT < 150$ (160) мс;
- ✓ уменьшение продолжительности фазы ВИР < 70 мс;
- ✓ нормальное отношение $VTIE/VTIA$;
- ✓ уменьшение фракции предсердного наполнения ($< 30\%$);
- ✓ снижение $S/D < 0,75$ в ЛВ ($S2 \ll D$);
- ✓ скорость $Ar > 0,35$ м/с (35 см/с);
- ✓ $Ar > A$ ТМК (на 30 мс и более);
- ✓ признаки структурной патологии;
- ✓ возможно снижение соотношения E/A при снижении преднагрузки.

Выделяют обратимый и необратимый подтипы диастолической дисфункции II типа в зависимости от реакции на пробу Вальсальвы.

Рост максимальной скорости пика A при увеличении венозного возврата к сердцу свидетельствует о частично сохраненной способности ЛП к вмещению дополнительного объема крови, диастолическая дисфункция в этом случае обратимая. Амплитуда пика A возрастает при прекращении маневра Вальсальвы. Прогностически такая ситуация более благоприятна (рис. 5, 6).

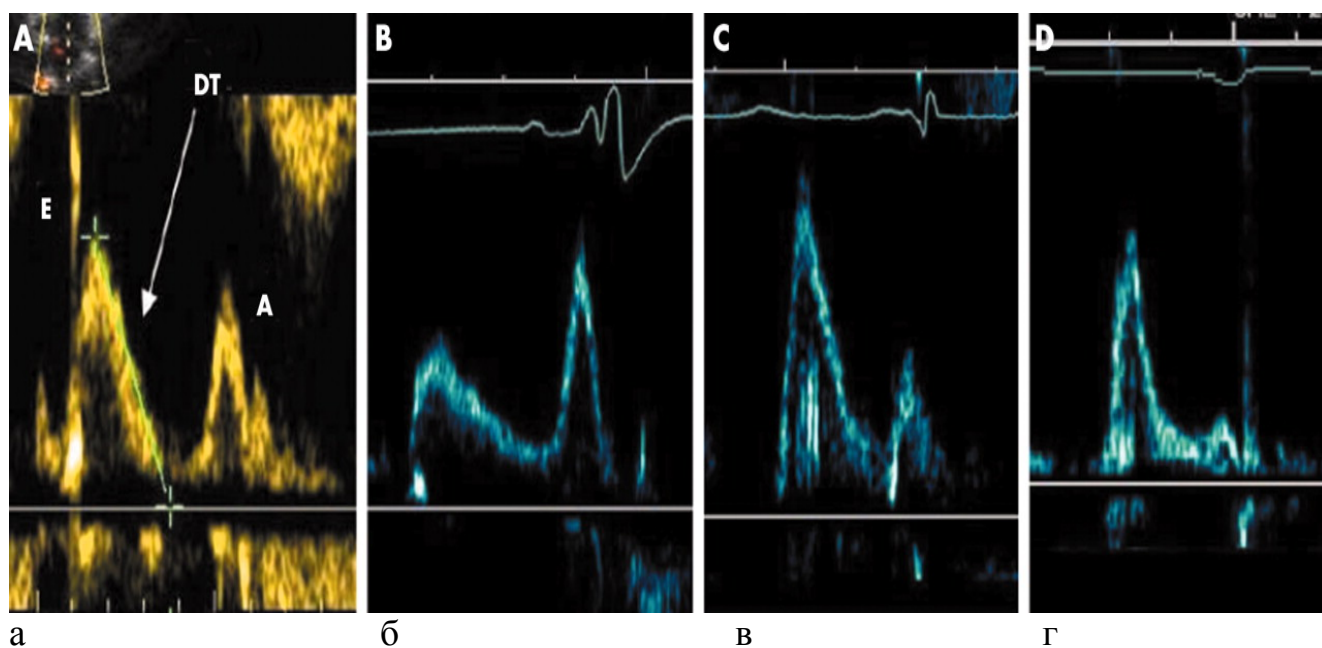


Рис. 5. Типы диастолической дисфункции: а - нормальный ТМК, б - ДД I типа, в - псевдонормальный ТМК, г - ДД II.

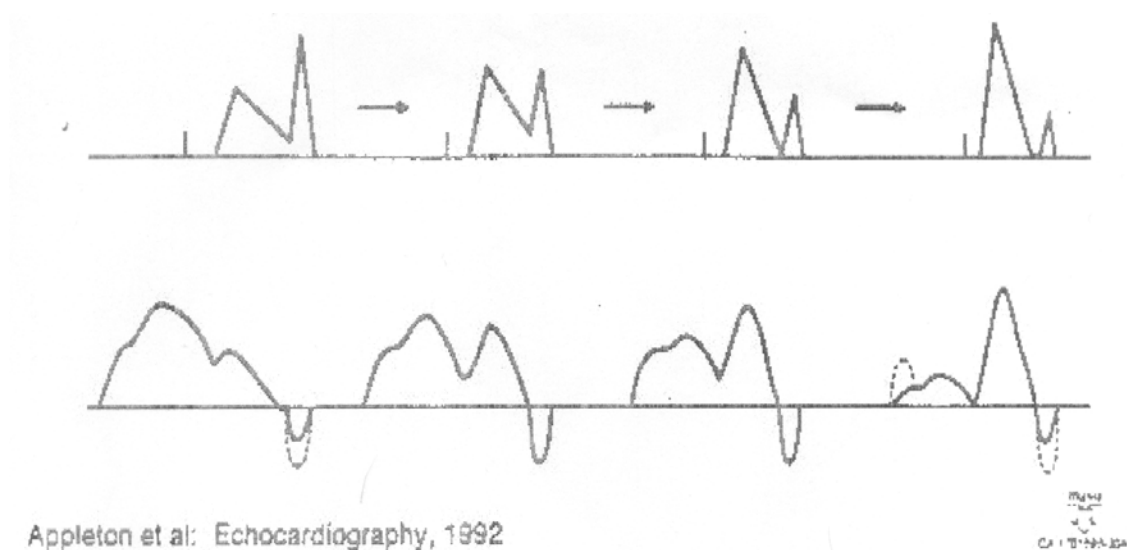


Рис. 6. Типы диастолической дисфункции: ДД I типа, псевдонормальный ТМК, ДД II типа.

Оценка кровотока в легочных и печеночных венах при диастолической дисфункции левого желудочка

Регистрация кровотока в легочных венах

- ✓ Регистрация потока в легочных венах (ЛВ) производится из верхушечного доступа, четырехкамерной позиции. Контрольный объем помещается на расстоянии 0,5 - 2,0 см от устья легочной вены, обычно правой верхней.
- ✓ В легочных венах регистрируются два систолических пика S1 и S2, диастолический D и реверсия потока Pva, соответствующая систоле предсердий.
- ✓ S1 регистрируется в раннюю систолу и обусловлен расслаблением левого предсердия (ЛП), снижением в нем давления, что способствует притоку крови из ЛВ.
- ✓ S2 происходит в среднепоздней систоле, обусловлен повышением давления в ЛВ. В норме $S2 > S1$, при повышении давления в ЛП соотношение меняется. При нормальном атриовентрикулярном проведении у 70% пациентов пики S1 и S2 неразличимы.
- ✓ Пик D начинается после открытия митрального клапана.
- ✓ Волна Pva соответствует систоле предсердий (рис. 7).

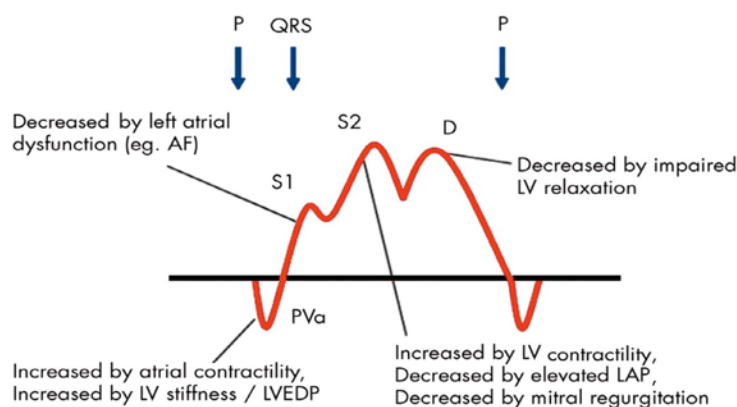


Рис. 7. Кровоток в легочных венах.

Обязательные измерения:

- ✓ пиковая систолическая скорость S;
- ✓ пиковая антеградная диастолическая скорость D;
- ✓ соотношение S/D. При удлинённом PR интервале хорошо различимы волны S1 и S2. В этом случае для расчета соотношения S/D должна быть использована скорость второго пика S2;
- ✓ систолическая фракция наполнения $SVTI / [SVTI + DVTI] \times 100\%$:
 - величина > 60 (55)% свидетельствует о нормальном давлении в ЛП,
 - $< 40\%$ — о повышении давлении в ЛП, давлении наполнения ЛЖ

- ✓ (ДНЛЖ) > 18 мм рт. ст.;
- ✓ пиковая скорость ретроградного кровотока в ЛВ в позднюю диастолу Ar.

Дополнительные измерения:

- ✓ продолжительность ретроградной предсердной волны Ar;
- ✓ разница между продолжительностью ретроградной предсердной волны в ЛВ и волны А ТМК – продолжительность Ar - продолжительность А ТМК: Ar - АТМК > 30 мсек свидетельствует о повышении ДНЛЖ;
- ✓ время замедления диастолической волны DTD: DTD < 150 мсек свидетельствует о повышении ДНЛЖ.

Кровоток в печеночных венах

- ✓ Кровоток в печеночных венах (ПВ) регистрируется из субкостального доступа с использованием контрольного объема 2 - 3 мм, располагая контрольный объем на расстоянии 1 - 2 см от места их впадения в нижнюю полую вену.
- ✓ Кровоток в ПВ отражает изменения в давлении, объеме и растяжимости ЛП.
- ✓ В норме поток в ПВ состоит из 4 компонентов: систолического антеградного потока, диастолического антеградного потока, систолической реверсии потока, диастолической реверсии потока (рис. 8, 9).

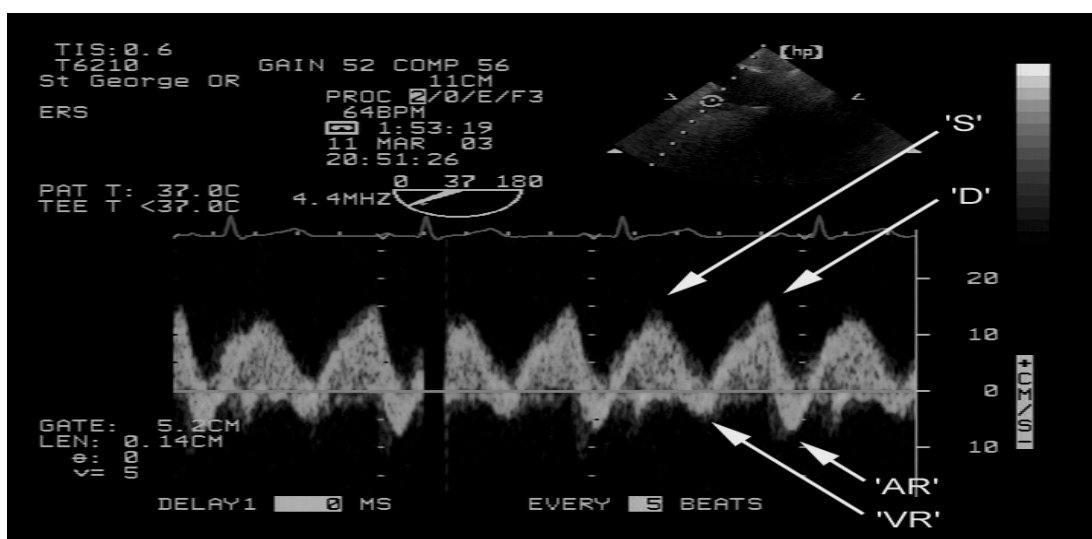


Рис. 8. Кровоток в печеночных венах.

В норме антеградный систолический поток больше антеградного диастолического и нет выраженной реверсии потока ни в систолу, ни в диастолу.

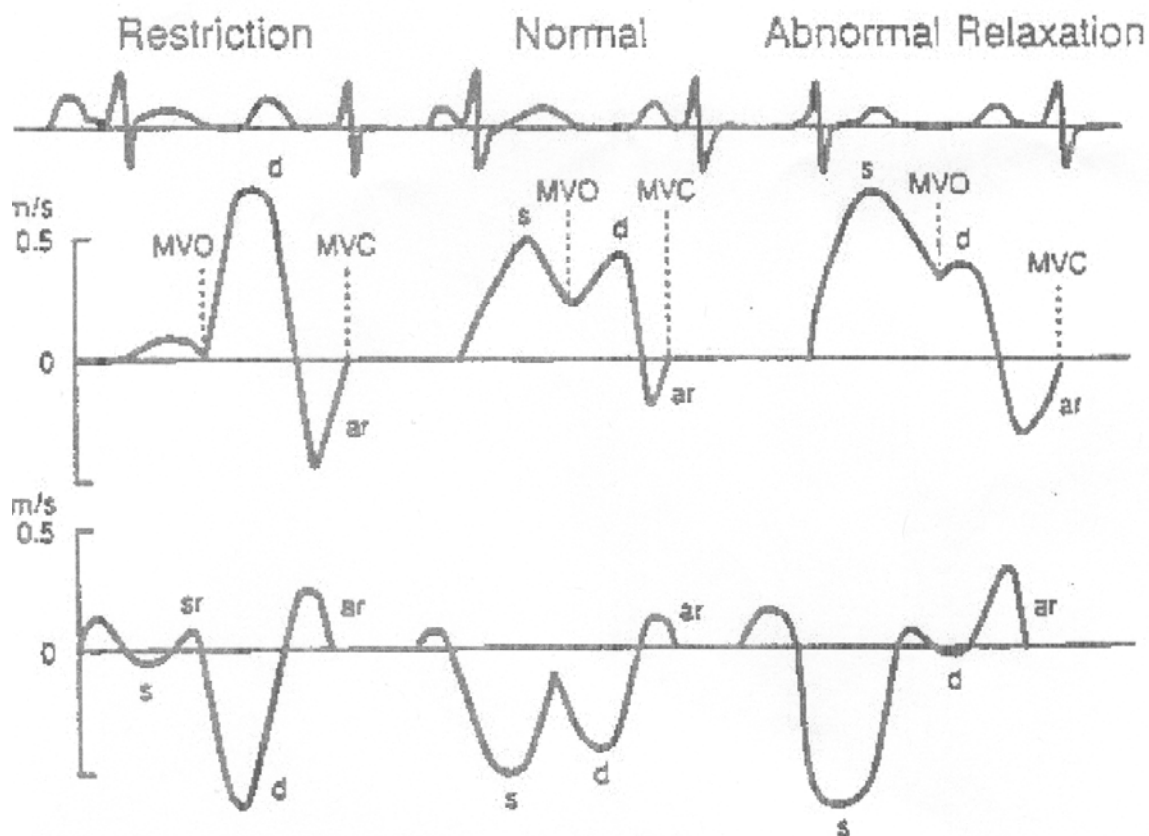


Рис. 9. Типы диастолической дисфункции: поток в легочных венах, поток в печеночных венах.

Дифференциальная диагностика псевдонормального трансмитрального кровотока и нормального диастолического наполнения с использованием пробы Вальсальвы

Проба Вальсальвы заключается в осуществлении форсированного выдоха при закрытом носе и рте (с давлением ≈ 40 мм рт. ст). Ультразвуковым критерием того, что пациент выполняет пробу с адекватным усилием является уменьшение скорости пика Е у пациентов без признаков рестриктивного типа диастолического наполнения на ≥ 20 см/с. Причиной псевдонормализации ТМК является повышение давления в ЛП на фоне нарушения расслабления миокарда.

На высоте пробы Вальсальвы снижается преднагрузка, псевдонормальный ТМК меняется на кровоток, характерный для нарушения расслабления – ДД 1 типа. При нормальном ТМК в равной степени снижается как скорость Е, так и скорость А, соотношение Е/А не меняется. У кардиологических пациентов уменьшение Е/А на $\geq 50\%$ высоко специфично для повышенного ДНЛЖ.

Ограничением метода является недостаток стандартизации, в настоящее время он уступает по информативности тканевому доплеровскому исследованию и используется, если тип диастолической дисфункции не ясен после тканевого доплеровского исследования (рис. 10, 11).

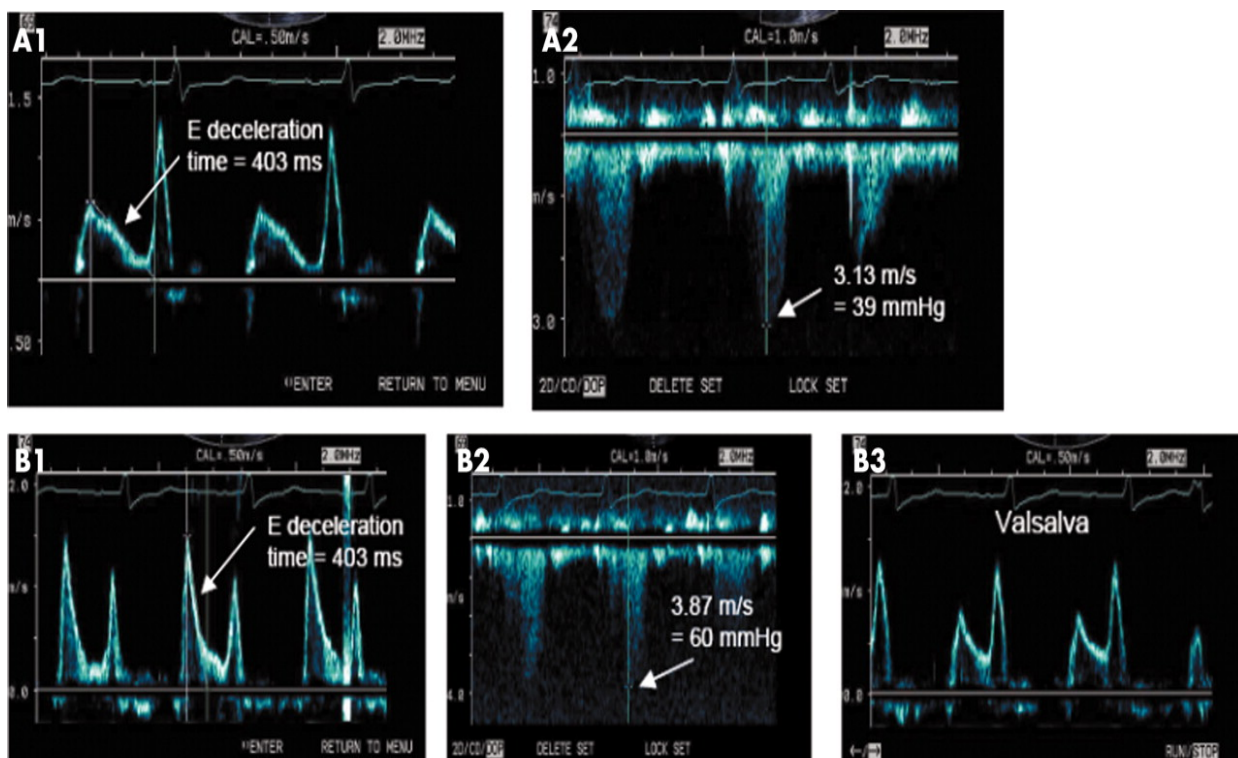


Рис. 10. Проба Вальсальвы: А - исходное исследование; В - через 10 недель при усилении одышки – псевдонормализация ТМК в сочетании с повышением ДЛА, нарушение расслабления - ДД 1 типа - выявляется при проведении пробы Вальсальвы.

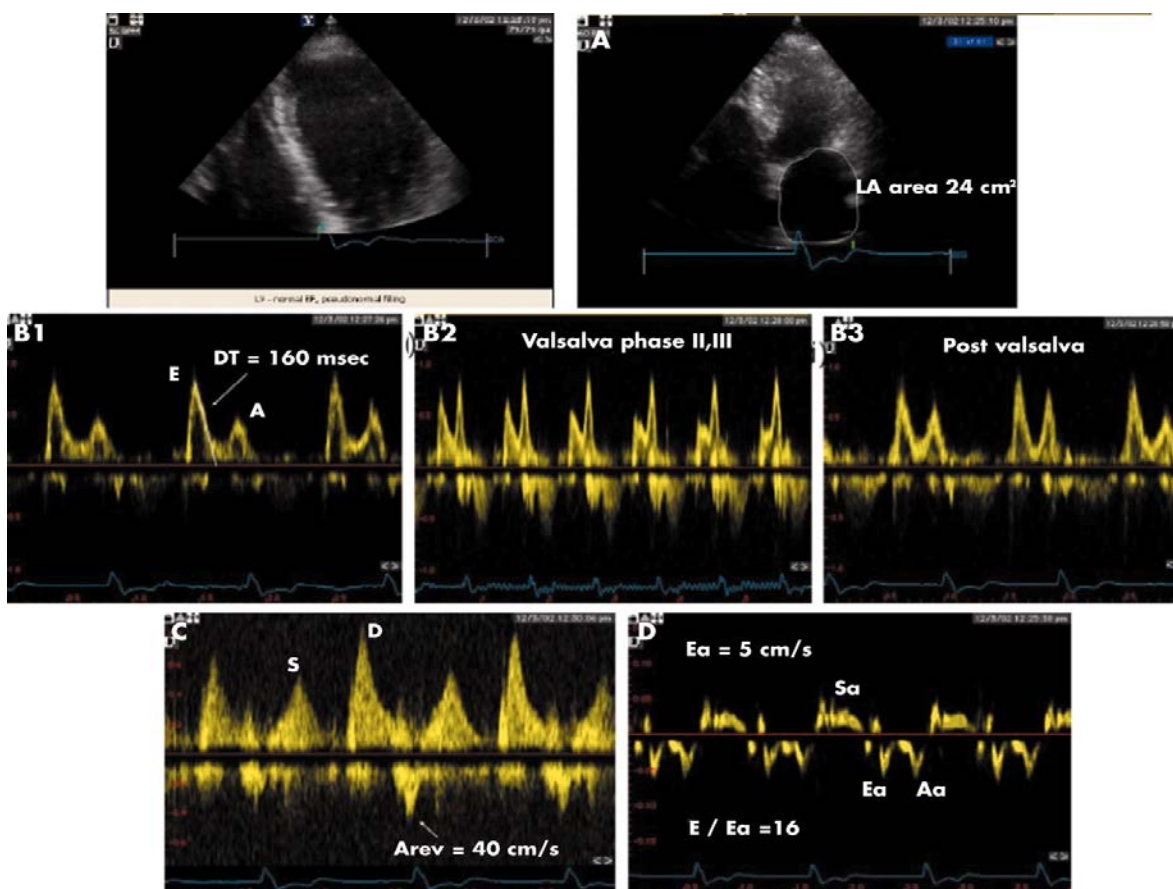


Рис. 11. Проба Вальсальвы. Больная 67 лет с АГ и ХСН II-III. Увеличение ЛП, псевдонормальный ТМК, изменяющийся на высоте пробы Вальсальвы, уменьшение S/D, увеличение Ar > 0,4 м/с, уменьшение E', увеличение E/E' до 16.

Возможна оценка диастолической функции ЛЖ с помощью М-модального эхокардиографического исследования.

Такие параметры, как:

- амплитуда движения корня аорты,
- форма движения митрального клапана,
- размеры предсердия

позволяют косвенно судить о состоянии диастолического наполнения.

Скорость распространения потока раннего диастолического наполнения

Регистрация скорости распространения диастолических потоков проводится в режиме цветового М-режима из верхушечного доступа в четырехкамерной позиции с расположением луча сканирования в центре приносящего тракта ЛЖ.

Первая волна распространения из ЛП к верхушке ЛЖ отражает раннее наполнение (Е), вторая – предсердное сокращение. Измерение фронта распространения aliasing-эффекта обычно проводят от створок митрального клапана до области верхушки в полость ЛЖ при скорости предела Найквиста в 45 см/с от митрального клапана по касательной к изоскоростному изменению цвета.

Отношение максимальной скорости Е ТМК к скорости распространения фронта волны в $N > 50$ см/с, при диастолической дисфункции < 45 см/с, тесно коррелирует с давлением заклинивания легочной артерии.

Раннее наполнение Е состоит из двух фаз: I – column и II – vortex (рис. 12).

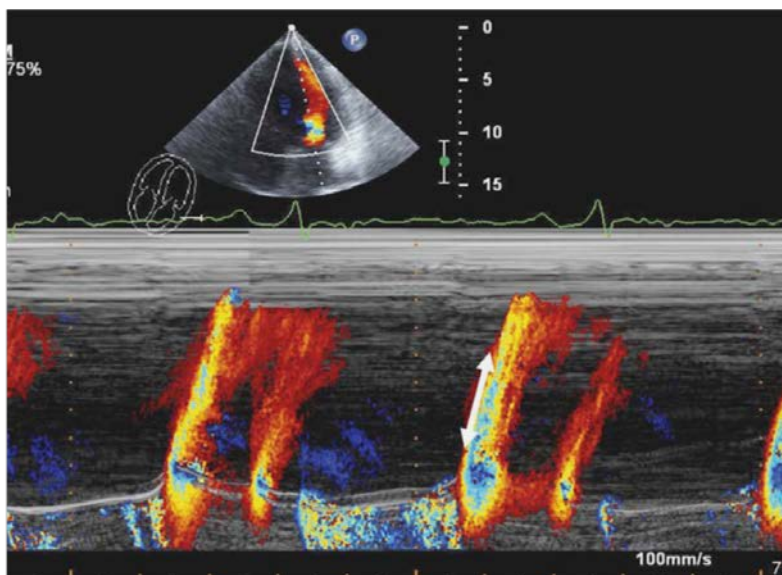


Рис. 12. Скорость распространения потока раннего диастолического наполнения.

Скорость распространения потока раннего диастолического наполнения в норме, при нарушении расслабления, нормальной и сниженной фракции выброса ЛЖ (рис. 13):

а) вверху – скорость распространения потока раннего диастолического наполнения в норме;

б) в середине – у пациента с нарушенным расслаблением, нормальными фракцией выброса и размером ЛЖ: высокая скорость фазы I, сниженное проникновение во время фазы II, свидетельствующие о небольшом размере ЛЖ во время фазы быстрого наполнения;

в) внизу – у пациента с умеренно расширенным ЛЖ и сниженной фракцией выброса (45%): фаза I едва различима, основное наполнение приходится на фазу II, но ее скорость тоже снижена.

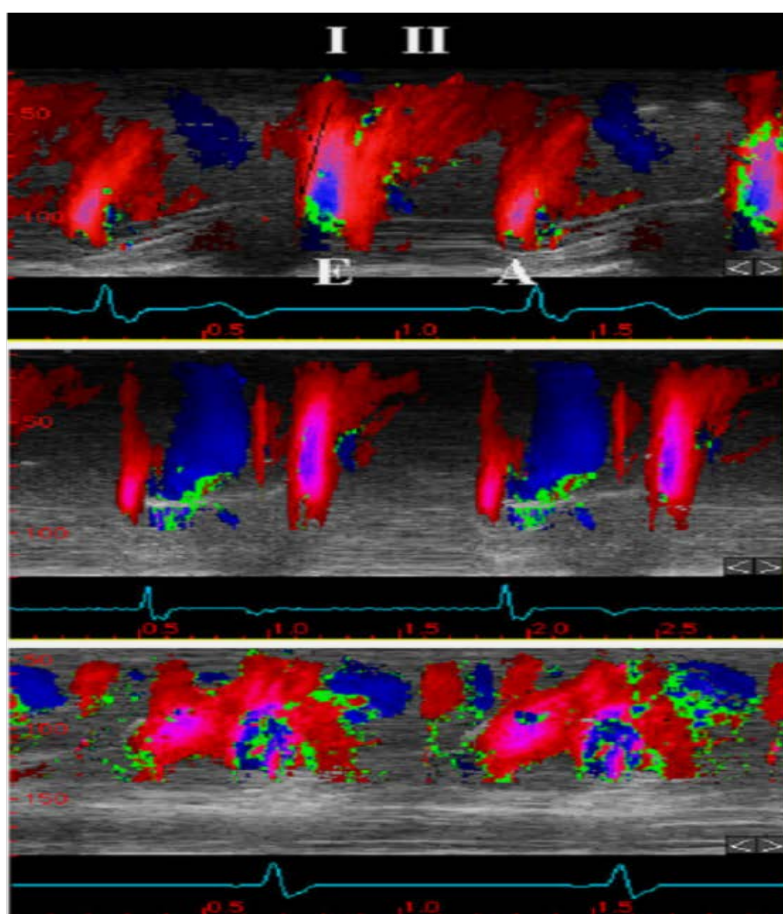


Рис. 13. Скорость распространения потока раннего диастолического наполнения в норме, при нарушении расслабления, нормальной и сниженной фракции выброса.

Тканевой доплер в оценке диастолической функции ЛЖ

Для оценки диастолической функции ЛЖ тканевое доплеровское исследование осуществляется из верхушечного доступа. Контрольный объем должен быть расположен у основания створок митрального клапана со стороны боковой стенки или межжелудочковой перегородки. Шкала скорости устанавлива-

ется на уровне 20 см/с выше и ниже базовой линии, при значительном снижении сократимости ЛЖ – на уровне 10 - 15 см/с. У обследуемых с синусовым ритмом рекомендуется запись 3 последовательных сокращений в конце выдоха.

Основные измерения:

- ✓ скорость систолического пика S;
- ✓ скорость раннего диастолического пика E' (Ea, Em, e');;
- ✓ скорость позднего диастолического пика A' (Aa, Am, a');;
- ✓ временной интервал от начала комплекса QRS электрокардиограммы (ЭКГ) до начала пика E' – удлиняется при нарушении расслабления ЛЖ.

Для оценки глобальной диастолической функции ЛЖ рекомендуется получить доплеровский сигнал как минимум со стороны латеральной стенки и межжелудочковой перегородки митрального кольца и их среднее значение.

Скорость E' со стороны межжелудочковой перегородки обычно ниже, чем со стороны латеральной стенки, соответственно соотношение E/E' выше. Медиальная часть фиброзного кольца в наибольшей степени испытывает влияние правого желудочка.

Дополнительные измерения:

- ✓ соотношение E'/A';
- ✓ соотношение E ТМК/E' – играет важную роль в оценке конечно-диастолического давления в ЛЖ:

- E ТМК/E' < 8 свидетельствует о нормальном конечно-диастолическом давлении ЛЖ (E ТМК/E' 5 - 10 Рыбакова М.К.)

- E ТМК/E' > 15 – о его повышении (более 12 мм рт. ст.).

- E ТМК/E' от 8 до 15 – необходимо использование дополнительных методов оценки диастолической функции ЛЖ.

Сочетание снижения максимальной скорости движения медиальной части митрального кольца в раннюю диастолу < 8,5 см/с и отношения E'/A' < 1,0 свидетельствует о псевдонормальном ТМК.

Максимальная скорость фиброзного кольца митрального клапана в раннюю диастолу постоянно уменьшается по мере прогрессирования диастолической дисфункции, S' в норме 8 – 18 см/с.

По некоторым данным E'/A' < 1 у здоровых людей раньше (40 – 49 лет), чем

E/A < 1 (60 – 69 лет).

В норме E' латер ≥ 10 см/с, E' септ ≥ 8 см/с, ЛП < 34 мм/м².

E' < 8 см/с – рестриктивная кардиомиопатия, E' > 8 см/с – констриктивный перикардит, ТМК при рестриктивной кардиомиопатии и констриктивном перикардите не различается.

- ✓ разница во времени между интервалом от начала комплекса QRS ЭКГ до начала пика E ТМК и от начала QRS до пика E' движения митрального кольца.

Нарушение расслабления не только приводит к уменьшению скорости пика E', но к удлинению времени до его начала.

С другой стороны, повышение конечно-диастолического давления в полости ЛЖ приводит к более раннему началу волны Е ТМК.

- ✓ соотношение ВИР / (время до начала волны Е ТМК - время до начала Е') < 2 свидетельствует о повышении ДНЛЖ.

Скорость Е' движения митрального кольца снижена у пациентов с кальцинозом митрального клапана и его кольца, с митральными кольцами, митральным стенозом, протезом митрального клапана, повышена у больных с умеренной или выраженной митральной регургитацией и нормальным расслаблением ЛЖ за счет увеличения потока через несостоятельный митральный клапан. У этих пациентов измерение Е' и соотношения Е/Е' неинформативно (табл 1, рис. 14, 15, 16).

Таблица 1. Скорость движения митрального кольца в норме.

Значения некоторых параметров фиброзного кольца митрального у здоровых лиц в импульсно-волновом режиме ТД [Edner M. и соавт., 2000]

n	Все обследованные (M±σ и пределы значений)	Возрастные группы, лет (M±σ)		
		20-39	40-59	60-81
	88	25	34	29
Перегородочный отдел ФК митрального клапана				
S', см/с	7,7±1,4 (5,3-13,0)	8,2±1,1	8,2±1,5	6,9±1,1
E', см/с	9,7±2,8 (4,5-16,7)	12,3±2,3	10,3±1,8	7,0±1,7
A', см/с	9,2±2,3 (4,0-14,3)	7,5±2,2	10,0±2,1	9,7±1,7
E'/A'	1,2±0,6 (0,4-2,8)	1,8±0,6	1,1±0,3	0,8±0,2
ВИР, мс	82,2±24 (35-137)	66,6±23	79,1±22	99,2±25
Боковой отдел ФК митрального клапана				
S', см/с	9,9±2,9 (5,0-15,7)	11,3±2,6	10,4±2,7	8,1±2,6
E', см/с	12,8±4,3 (4,0-23,3)	16,9±3,4	13,0±3,1	9,1±2,5
A', см/с	9,2±2,9 (3,7-16,0)	7,3±2,7	9,8±2,4	10,2±2,8
E'/A'	1,6±1,0 (0,4-5,5)	2,7±1,2	1,4±0,5	0,9±0,3
ВИР, мс	76,1±27 (33-200)	62,7±16,8	69,8±23,4	93,9±29,7

ВИР — время изоволюмического расслабления

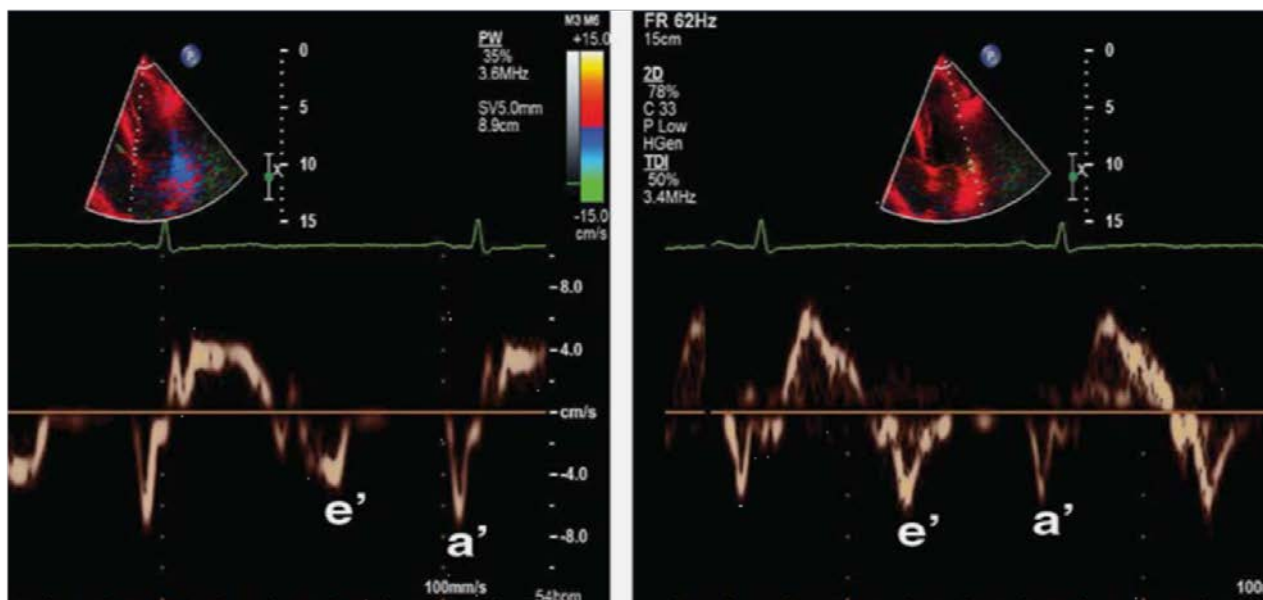


Рис. 14. ТКД митрального кольца септально (слева) и латерально (справа).

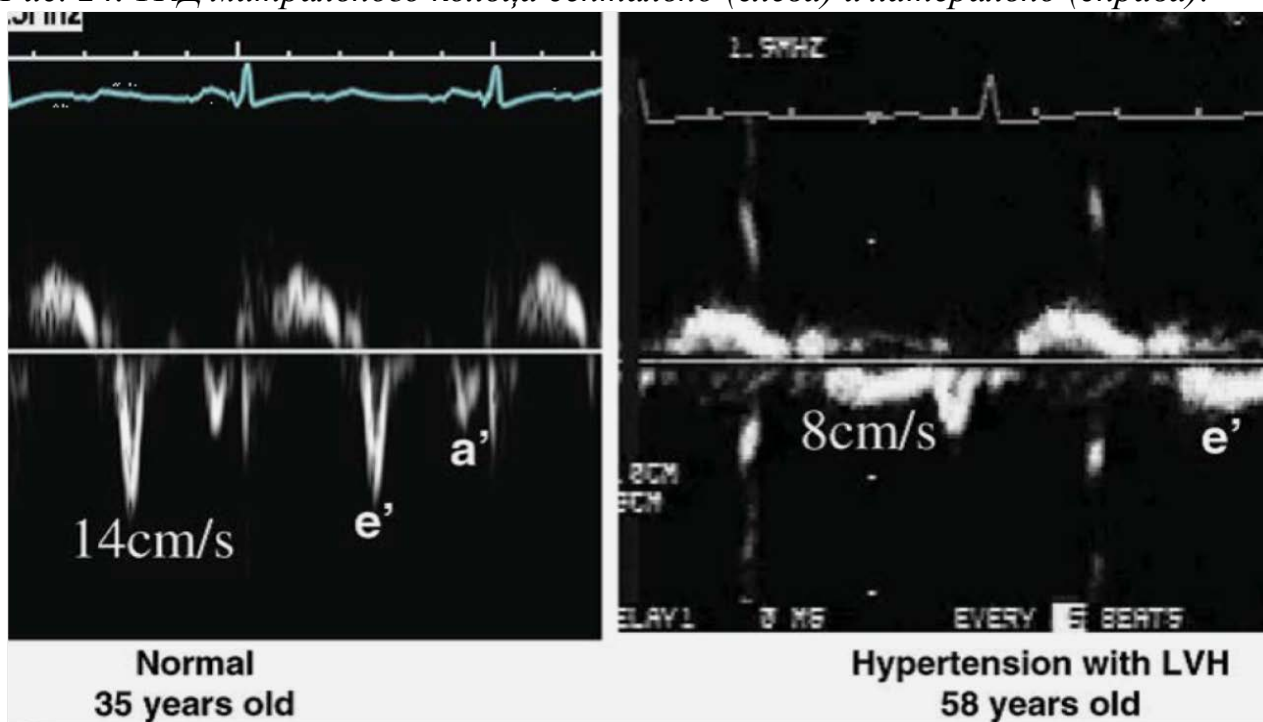


Рис. 15. ТКД митрального кольца в норме и при гипертрофии ЛЖ.

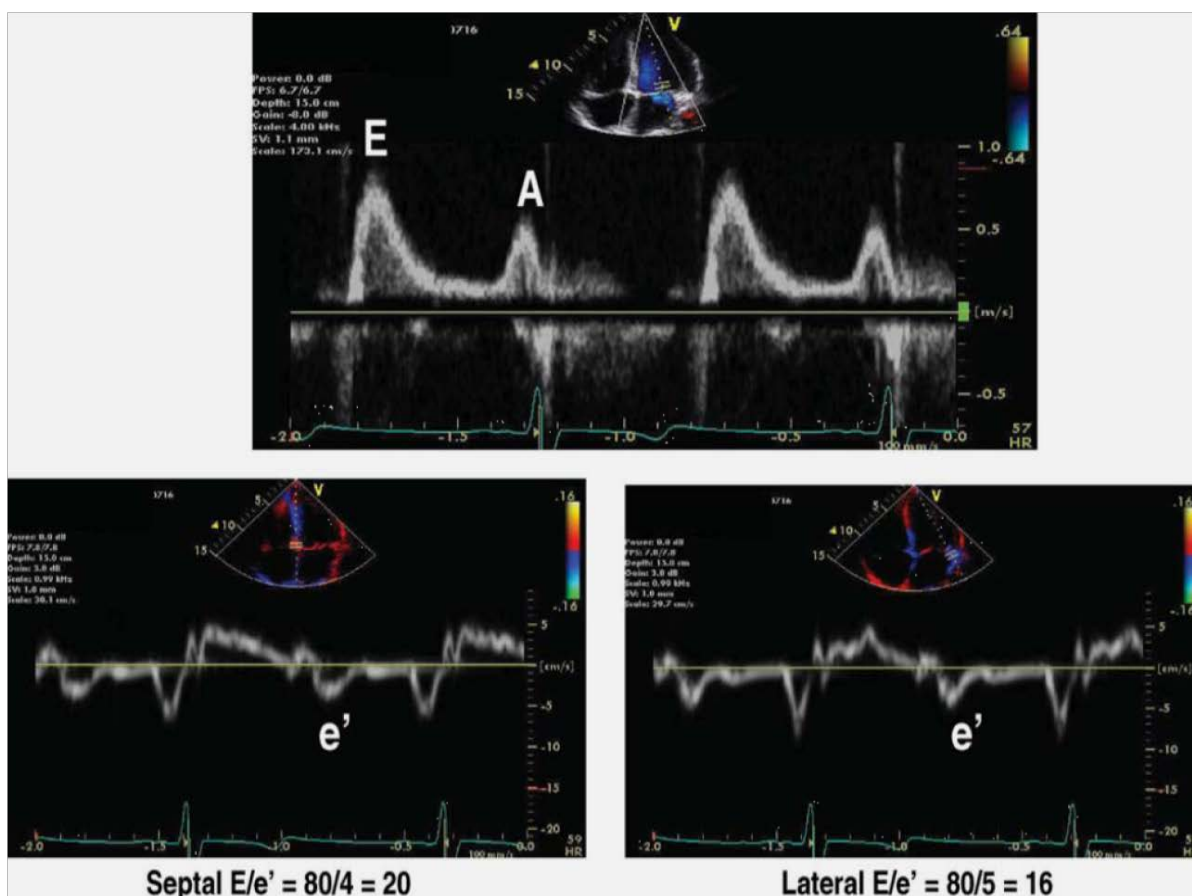


Рис. 16. Трансмитральный кровоток, ТКД митрального кольца.

В таблице 2 приведены нормальные доплеровские показатели параметров, характеризующих диастолическую функцию левого желудочка.

Таблица 2. Доплеровские параметры, характеризующие диастолическую функцию левого желудочка в норме.

Measurement	Age group (y)			
	16-20	21-40	41-60	>60
IVRT (ms)	50 ± 9 (32-68)	67 ± 8 (51-83)	74 ± 7 (60-88)	87 ± 7 (73-101)
E/A ratio	1.88 ± 0.45 (0.98-2.78)	1.53 ± 0.40 (0.73-2.33)	1.28 ± 0.25 (0.78-1.78)	0.96 ± 0.18 (0.6-1.32)
DT (ms)	142 ± 19 (104-180)	166 ± 14 (138-194)	181 ± 19 (143-219)	200 ± 29 (142-258)
A duration (ms)	113 ± 17 (79-147)	127 ± 13 (101-153)	133 ± 13 (107-159)	138 ± 19 (100-176)
PV S/D ratio	0.82 ± 0.18 (0.46-1.18)	0.98 ± 0.32 (0.34-1.62)	1.21 ± 0.2 (0.81-1.61)	1.39 ± 0.47 (0.45-2.33)
PV Ar (cm/s)	16 ± 10 (1-36)	21 ± 8 (5-37)	23 ± 3 (17-29)	25 ± 9 (11-39)
PV Ar duration (ms)	66 ± 39 (1-144)	96 ± 33 (30-162)	112 ± 15 (82-142)	113 ± 30 (53-173)
Septal e' (cm/s)	14.9 ± 2.4 (10.1-19.7)	15.5 ± 2.7 (10.1-20.9)	12.2 ± 2.3 (7.6-16.8)	10.4 ± 2.1 (6.2-14.6)
Septal e'/a' ratio	2.4*	1.6 ± 0.5 (0.6-2.6)	1.1 ± 0.3 (0.5-1.7)	0.85 ± 0.2 (0.45-1.25)
Lateral e' (cm/s)	20.6 ± 3.8 (13-28.2)	19.8 ± 2.9 (14-25.6)	16.1 ± 2.3 (11.5-20.7)	12.9 ± 3.5 (5.9-19.9)
Lateral e'/a' ratio	3.1*	1.9 ± 0.6 (0.7-3.1)	1.5 ± 0.5 (0.5-2.5)	0.9 ± 0.4 (0.1-1.7)

На рис. 17 представлены оценка давления в ЛП и ЛЖ во время диастолы, трансмитральный кровоток, кровоток в легочных венах и скорость движения МК при нормальном диастолическом наполнении и при нарушениях диастолической функции ЛЖ.

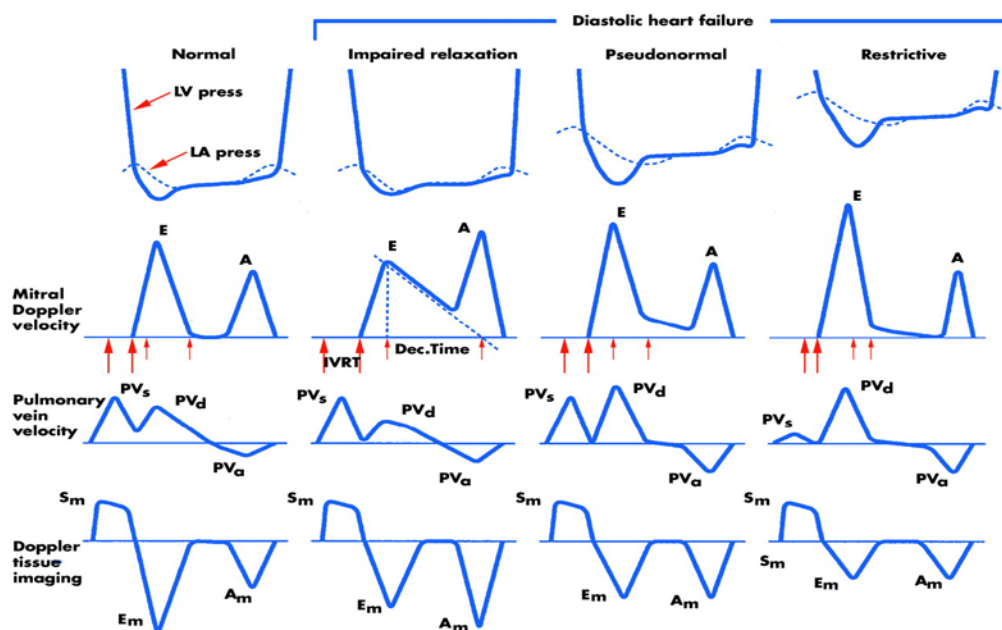


Рис. 17. Давление в ЛП и ЛЖ во время диастолы, трансмитральный кровоток, кровоток в легочных венах и скорость движения МК.

Тканевой доплер в оценке диастолической функции при ишемии миокарда

В неишемизированных сегментах миокарда в ответ на стимуляцию добутамином максимальная скорость раннего диастолического расслабления увеличивается, в ишемизированных сегментах уменьшается, в зоне рубца существенно не меняется.

Снижение максимальной скорости раннего диастолического расслабления миокардиальных сегментов более, чем на 2 см/с может быть критерием диагностики преходящей ишемии миокарда при введении добутамина.

Стресс-тест в оценке диастолической функции ЛЖ

Учитывая то, что во многих случаях ДНЛЖ повышается при физической нагрузке, необходима оценка диастолической функции ЛЖ не только в покое.

Нагрузочное тестирование наиболее полезно у пациентов с незначительно выраженной диастолической дисфункцией или нормальным диастолическим наполнением в покое, испытывающих необъяснимую выраженную одышку при физической нагрузке.

В качестве нагрузки используется обычно велоэргометрическая проба в горизонтальном положении больного. Возможно проведение стресс-эхокардиографии с добутамином (рис.18).

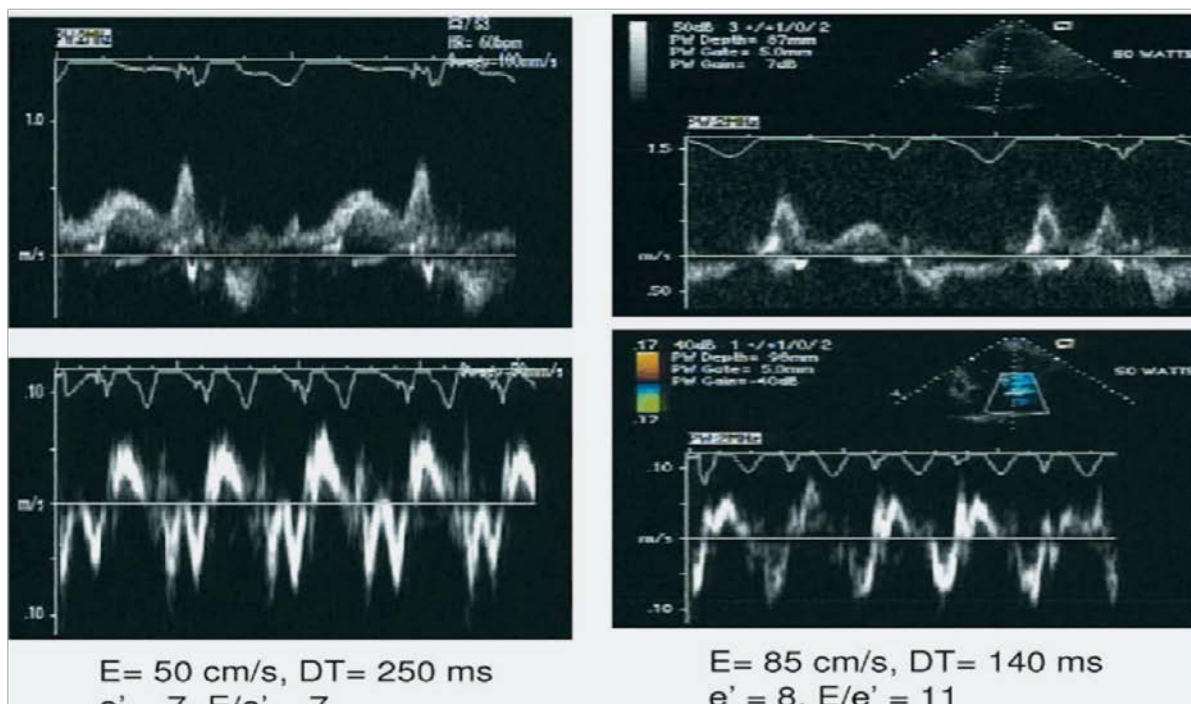


Рис. 18. ВЭП в положении больного на спине, нагрузка 50 Вт.

1. Наиболее информативна оценка соотношения E/E' .

- У пациентов с нормальным расслаблением миокарда скорость E и E' при нагрузке повышается пропорционально, соотношение E/E' не меняется или уменьшается.

- У пациентов с нарушенным расслаблением увеличение E' при нагрузке менее выражено, чем увеличение скорости E ТМК, так что соотношение E/E' повышается. Увеличение соотношения E/E' тем более выражено, чем выше конечно-диастолическое давление ЛЖ.

2. DT в норме незначительно укорачивается, у пациентов с повышенным ДНЛЖ укорачивается более, чем на 50 мс.

В таблице 3 приведены значения некоторых диастолических параметров импульсно-волнового режима тканевого доплера в норме.

Значения некоторых диастолических параметров импульсно-волнового режима ТД в норме [M.A. Garcia-Fernandez и соавт., 1998]

Сегменты	Максимальные скорости движения сегментов миокарда			СВИР
	e	a	e/a	
Перегородочные				
базальный	12,6±2,8	7,3±1,7	1,8±0,5	43,7±12,6
средний	11,6±2,03	6,4±1,8	1,9±0,5	45,3±16,9
верхушечный	8,3±2,1	4,4±1,7	1,9±0,6	54,7±24,6
Переднеперегородочные				
базальный	8,5±1,9	4,9±1,1	1,6±0,5	76,3±25
средний	7,8±2,1	5±0,9	1,5±0,4	69,4±27,5
Передние				
базальный	12,9±2,5	5,9±1,8	2,4±0,9	46,3±17,4
средний	11,6±2,3	5,3±1,6	2,3±0,7	49,6±23,4
верхушечный	9,3±2,5	4,8±1,5	2±0,6	60,8±26,1
Боковые				
базальный	16,1±1,2	7,8±3,1	2,3±0,8	44,6±17,9
средний	15,1±3,2	6,6±2,7	2,6±1,1	43,8±20,3
верхушечный	11,2±3,1	5,5±2	2,2±1,1	50±25,5
Задний базальный	11,1±3	5,8±1,3	2,3±1	47,1±17,8
Нижнебоковой средний	11,6±2,3	5,3±1,6	2±0,6	64,1±25,6
Нижние				
базальный	11,8±1,8	5,3±1,6	2,2±1,1	-
средний	12,1±2,5	6,6±1,3	2±0,86	-
верхушечный	8,9±1,8	5,1±1,2	1,7±0,5	64,1±25,6

На рис. 19. представлен алгоритм оценки степени диастолической дисфункции (Nagueh Sherif F. et al. Recommendations for the Evaluation of Left Ventricular Diastolic Function by Echocardiography / Eur. J. Echocardiogr. – 2009; 10. – P. 165 – 193).



Рис. 19. Оценка степени диастолической дисфункции.

На рис. 20, 21 отражены диагностические алгоритмы оценки давления наполнения левого желудочка у пациентов с нормальной и сниженной фракцией выброса (Nagueh Sherif F. et al. Recommendations for the Evaluation of Left Ventricular Diastolic Function by Echocardiography / Eur. J. Echocardiogr. – 2009; 10. – P. 165 – 193).

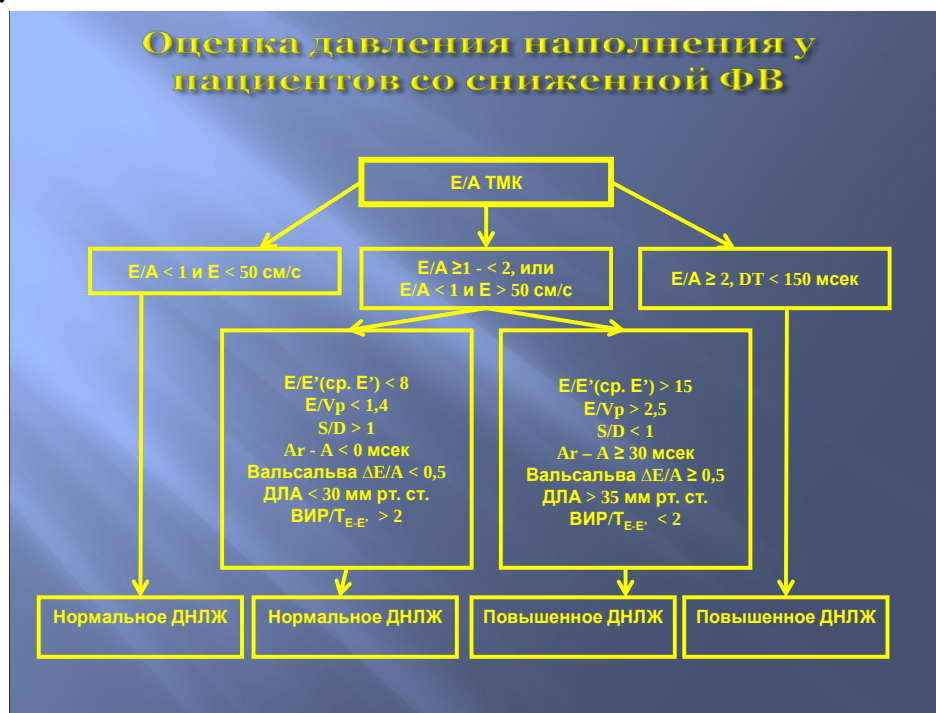


Рис. 20. Оценка давления наполнения у пациентов со сниженной фракцией выброса.

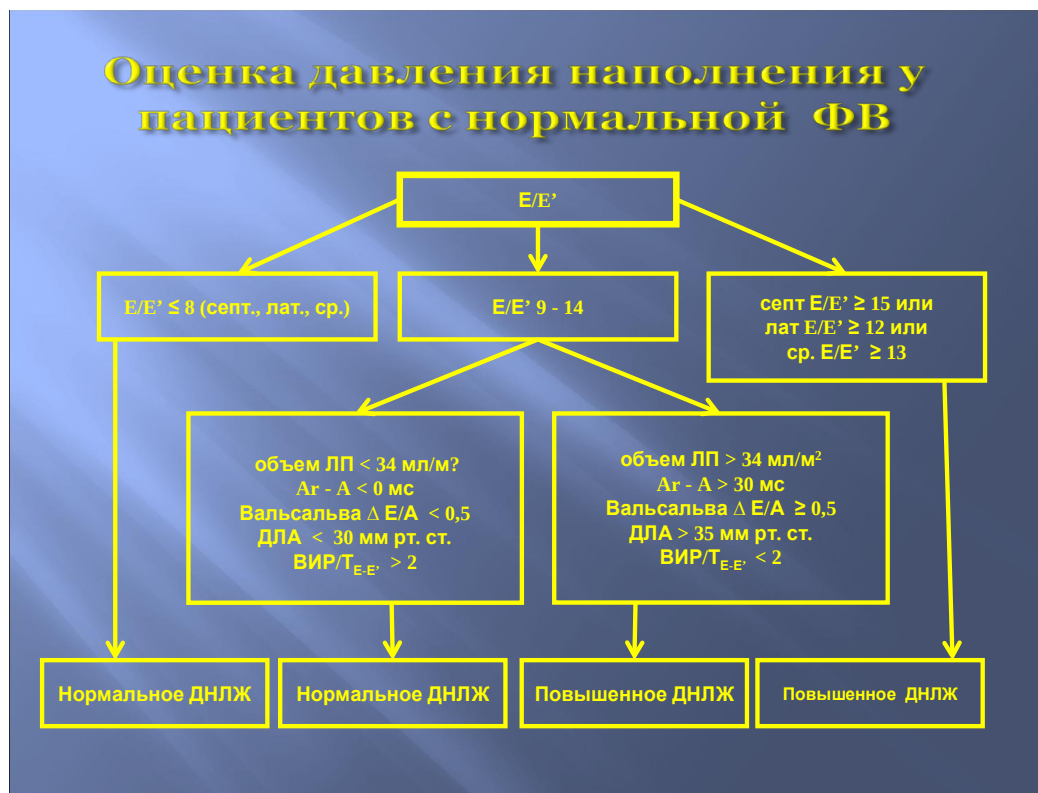


Рис. 21. Оценка давления наполнения у пациентов с нормальной фракцией выброса.

Принципы лечения диастолической дисфункции

Нефармакологическое лечение:

- ✓ ограничение потребления соли и жидкости для профилактики перегрузки объемом;
- ✓ умеренная аэробная нагрузка для улучшения регуляции сердечно-сосудистой системы, уменьшения частоты сердечных сокращений и поддержания функции скелетных мышц.

Фармакологическое лечение:

- ✓ диуретики, в т.ч. петлевые, тиазидные, спиронолактон;
- ✓ пролонгированные нитраты;
- ✓ β -адреноблокаторы;
- ✓ блокаторы кальциевых каналов;
- ✓ антагонисты ренин-ангиотензин-альдостероновой системы, в т.ч. ингибиторы ангиотензинпревращающего фермента, блокаторы рецепторов к ангиотензину II, антагонисты альдостерона.

- Лечение основного заболевания:
- ✓ предотвращение / лечение ишемии;
 - ✓ предотвращение / регресс гипертрофии ЛЖ.
- При замедленном расслаблении:
- ✓ гипотензивная терапия при повышенном артериальном давлении,
 - ✓ устранение ишемии миокарда,
 - ✓ снижение частоты для удлинения диастолы,
 - ✓ предупреждение мерцательной аритмии.
- При вседонормальном и рестриктивном типах наполнения:
- ✓ снижение преднагрузки ЛЖ,
 - ✓ лечение систолической дисфункции (рис. 22).

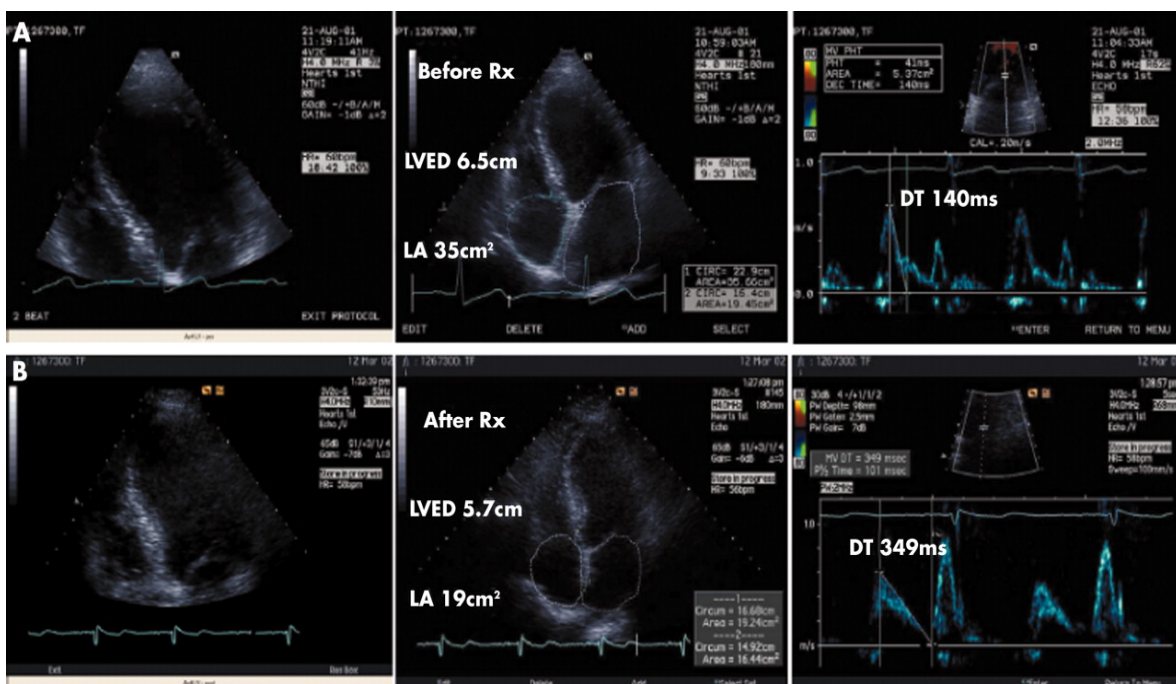


Рис. 22. Эхокардиография больного с дилатационной кардиомиопатией до (А) и после (В) консервативной терапии в течение 7 месяцев, наблюдается уменьшение размеров ЛП, ЛЖ, увеличение фракции выброса, уменьшение ДНЛЖ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ультразвуковое исследование сердца и сосудов / О. Ю. Атьков, Т.В. Ба-
лахонова, С.Г. Горохова; под ред. О.Ю. Атькова. - М.: Эксмо, 2009. - 400
с.: ил.
2. Современная эхокардиография / Р. Я. Абдуллаев, Ю. С. Соболев, Н. Б.
Шиллер и др. – Харьков: Фортуна-Пресс, 1998. - 248 с., ил.
3. Нелсон Б. Шиллер, М.А. Осипов Клиническая эхокардиография, второе
издание. – М., Практика, 2005. - 344 с., илл.
4. Эхокардиография. Практическое руководство / Элисдэйр Райдинг; пер. с
англ. – М.: МЕДпресс-информ, 2010. – 280 с.: ил.
5. Национальные рекомендации: Диагностика и лечение хронической сер-
дечной недостаточности / Е.С. Атрощенко, Е.К. Курлянская. – Минск,
2010. – 64 с.
6. Naguet Sherif F. et al. Recommendations for the Evaluation of Left Ventricular
Diastolic Function by Echocardiography / Eur. J. Echocardiogr. – 2009; 10. –
P. 165 - 193.

Учебное издание

Ушакова Людмила Юрьевна
Вертинский Евгений Анатольевич
Чиж Сергей Аркадьевич

**УЛЬТРАЗВУКОВАЯ ДИАГНОСТИКА
ДИАСТОЛИЧЕСКОЙ ДИСФУНКЦИИ ЛЕВОГО ЖЕЛУДОЧКА**
Учебно-методическое пособие

Ответственная за выпуск Л.Ю. Ушакова

Подписано в печать 2012. Формат 60*84/16. Бумага потребительская.

Печать ризографии. Гарнитура «Times New Roman».

Печ.л. 1,75. Уч.-изд. Л. 1,29. Тираж 150 экз. Заказ 67

Издатель и полиграфическое исполнение –

Белорусская медицинская академия последипломного образования.

ЛВ № 23 от 27.01.2004. 220013, г. Минск, ул. П. Бровки,3.

