

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

**Л.Ю. УШАКОВА Е.А. ВЕРТИНСКИЙ С.А. ЧИЖ**

**УЛЬТРАЗВУКОВАЯ ДИАГНОСТИКА  
ДИАСТОЛИЧЕСКОЙ ФУНКЦИИ ЛЕВОГО  
ЖЕЛУДОЧКА**

Учебно-методическое пособие

Минск БелМАПО  
2016

УДК 616.124.2-008.1-073.43(075.9)

ББК 54.101я73

У 93

Рекомендовано в качестве учебно-методического пособия  
НМС Белорусской медицинской академии последипломного образования  
Протокол № 9 от 20.12. 2016.

### **Авторы:**

к.м.н., доцент зав. кафедрой функциональной диагностики *Ушакова Л.Ю.*,  
к.м.н., доцент кафедры функциональной диагностики *Вертинский Е.А.*,  
старший преподаватель кафедры функциональной диагностики *Чиж С.А.*

### **Рецензенты:**

2-ая кафедра внутренних болезней БГМУ;

профессор кафедры кардиологии и внутренних болезней Белорусского государственного медуниверситета, доктор мед.наук Губкин С.В.

### **Ушакова Л.Ю.,**

У 93

Ультразвуковая диагностика диастолической функции левого желудочка: учебн.- метод. пособие /Л.Ю. Ушакова, Е.А. Вертинский, С.А. Чиж. - Минск: БелМАПО, 2016– 35 с.

ISBN 978-985-584-109-9

В учебно-методическом пособии с подробно изложены вопросы ультразвуковой диагностики диастолической функции 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 3 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 978-985-584-109-9**

© Ушакова Л.Ю., [и др.], 2016.

© Оформление БелМАПО, 2016.

## **Тема: УЛЬТРАЗВУКОВАЯ ОЦЕНКА ДИАСТОЛИЧЕСКОЙ ФУНКЦИИ 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 функции левого желудочка

**Задачи занятия:**

1. Понятие о диастолической форме сердечной недостаточности как особой нозологической единице.
2. Методы оценки диастолической функции левого желудочка: оценка трансмитрального кровотока. Оценка кровотока в легочных и печеночных венах при диастолической дисфункции левого желудочка.
3. Цветовой М-режим и тканевой доплер в оценке диастолической функции левого желудочка.
3. Эхокардиографические критерии нормального диастолического наполнения.
4. Классификация типов диастолической дисфункции левого желудочка. Эхокардиографические критерии диастолической дисфункции 1 типа, 2 типа, диастолической дисфункции 3 типа.
5. Оценка давления наполнения левого желудочка у пациентов со сниженной и нормальной фракцией выброса.
6. Роль стресс-эхокардиографии в оценке диастолической функции левого желудочка.
7. Оценка давления наполнения левого желудочка в отдельных клинических ситуациях.

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

## УЧЕБНЫЙ МАТЕРИАЛ

Оценка диастолической функции левого желудочка (ЛЖ) должна быть интегральной частью исследования пациентов с одышкой или признаками сердечной недостаточности. В 1998 г. Европейским обществом кардиологов было предложено выделить диастолическую форму сердечной недостаточности как особую нозологическую единицу. Около 50% пациентов, страдающих сердечной недостаточностью, по данным эхокардиографических исследований имеют нормальную фракцию выброса (ФВ) ЛЖ. У этих пациентов диагностируют «диастолическую сердечную недостаточность» или «сердечную недостаточность с сохраненной фракцией выброса ЛЖ». Последний термин является более предпочтительным, поскольку у таких пациентов нарушение диастолических свойств миокарда не является единственным звеном патогенеза сердечной недостаточности, которая может быть обусловлена и другими причинами:

- умеренная клапанная недостаточность;
- повышенная жесткость артериального русла;
- увеличение циркулирующего объема крови;
- эндотелиальная дисфункция (снижен резерв вазодилатации при нагрузках);
- хронотропная недостаточность;
- скрытая систолическая дисфункция ЛЖ (нарушена продольная функция ЛЖ, ФВ в норме);
- полиморбидный фон (почечная дисфункция, хронические обструктивные заболевания легких, анемия, гипотиреоз и др.).

Прогноз при данном варианте сердечной недостаточности такой же плохой, как и при систолической дисфункции ЛЖ. Более того, если выживаемость больных систолической дисфункцией ЛЖ улучшилась за последнее десятилетие, то этого нельзя сказать о пациентах с диастолической формой сердечной недостаточности.

Под диастолической дисфункцией понимают неспособность ЛЖ наполняться (нарушенная релаксация) и поддерживать ударный объем без *компенсаторного увеличения давления наполнения ЛЖ*. Оценка давления наполнения ЛЖ включает в себя измерение среднего давления заклинивания в легочных капиллярах, среднего давления в левом предсердии (ЛП) и конечно-диастолического давления в ЛЖ. Давление наполнения ЛЖ является повышенным, когда среднее давление заклинивания в легочных капиллярах превышает 12 мм рт.ст. или конечно-диастолическое давление ЛЖ более 16 мм рт.ст. Данные параметры лучше коррелируют с клинической симптоматикой и прогнозом пациентов, чем с ФВ ЛЖ, поэтому в конечном итоге оценка диастолической функции ЛЖ сводится к поиску признаков, указывающих на повышенное давление наполнения ЛЖ с обязательным учетом его систолической функции.

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.

Важнейшим инструментом для оценки диастолической функции ЛЖ является эхокардиографический метод. Хотя у больных с первичной диастолической сердечной недостаточностью нет очевидного нарушения систолической функции ЛЖ или грубых изменений структур сердца, исследование редко выявляет норму. У таких пациентов часто имеется утолщение стенок ЛЖ вследствие артериальной гипертензии, гипертрофической кардиомиопатии, инфильтративных поражений сердца, или ожирения, а также увеличение ЛП. Плохо распознаваемой, но потенциально курабельной причиной диастолической сердечной недостаточности является констриктивный перикардит. Полностью нормальное ультразвуковое исследование сердца обычно позволяет исключить диастолическую дисфункцию ЛЖ, как причину имеющихся у пациента симптомов.

Оценка диастолического наполнения ЛЖ возможна с помощью различных вариантов доплеровского исследования, которые будут рассмотрены ниже.

### ***Оценка трансмитрального кровотока***

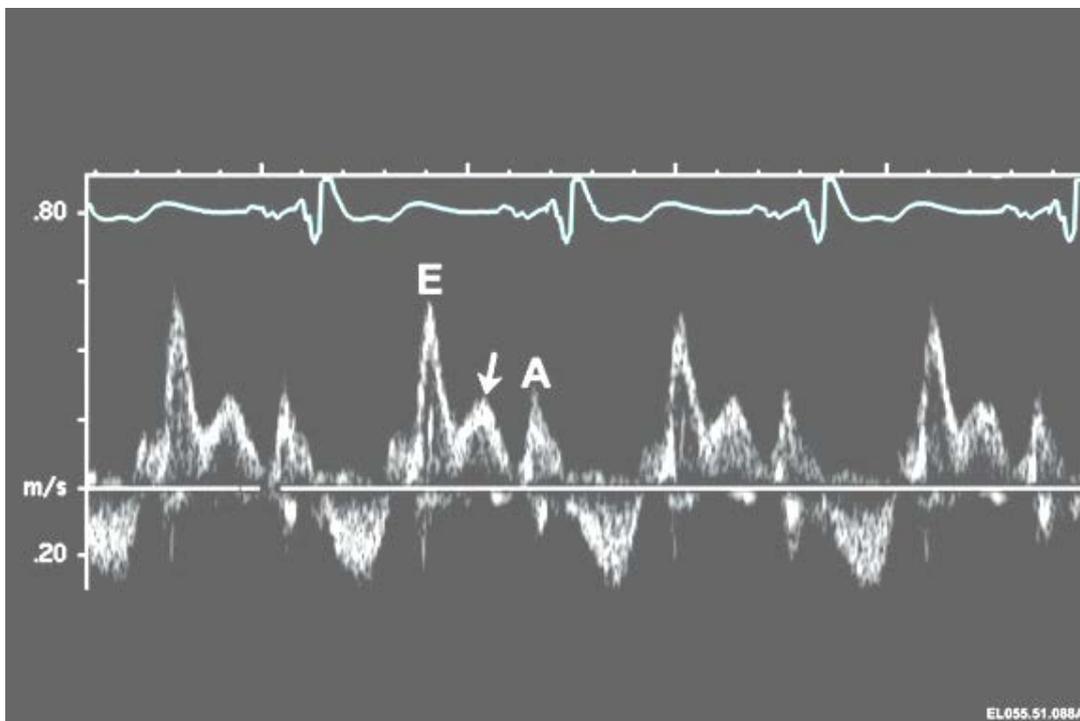
Трансмитральный кровоток (ТМК) регистрируется из верхушечного доступа, четырехкамерной позиции. Контрольный объем размером 1 - 3 мм должен быть расположен между верхушками створок митрального клапана.

Адекватная оценка диастолической функции ЛЖ исходя из анализа ТМК возможна при наличии у больного:

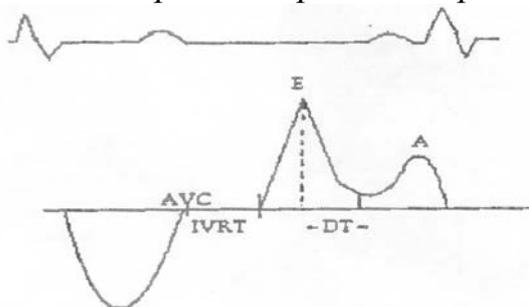
- синусового ритма;
- ЧСС не менее 50 и не более 90 - 100 в 1 минуту;
- отсутствие нарушения атриовентрикулярного проведения;
- отсутствие митрального стеноза;
- отсутствие выраженной (II степени и выше) митральной или аортальной регургитации;
- отсутствие протезов и клапанных колец.

**Основные измерения:**

- ✓ пиковая скорость раннего диастолического наполнения E;
- ✓ пиковая скорость позднего диастолического (предсердного) наполнения A;
- ✓ продолжительность A волны – измеряется на уровне митрального кольца;
- ✓ средне-диастолический поток (L-волна): со скоростью менее 20 см/сек может определяться в норме (особенно при брадикардии), увеличение скорости свыше 20 см/сек свидетельствует о значительном замедлении расслабления ЛЖ и повышении давления наполнения ЛЖ (рис.1);
- ✓ соотношение E/A;
- ✓ время замедления раннего диастолического наполнения - DT;
- ✓ время изоволюметрического расслабления – курсор постоянно-волнового доплера располагают в области выносящего тракта ЛЖ для одновременной записи ТМК и трансаортального (ТАО) кровотока (рис.2).



*Рис.1. Трансмитральный кровоток и L-волна (стрелка)*

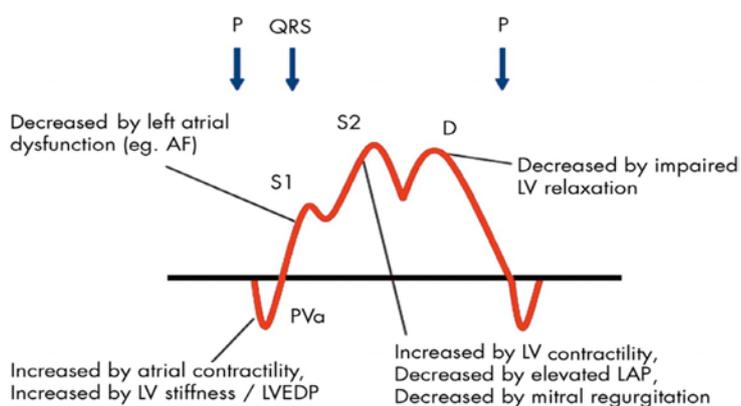


*Рис. 2. Оценка трансмитрального кровотока и времени изоволюметрического расслабления ЛЖ*

## **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 средней-поздней 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. 3).



*Рис. 3. Кровоток в легочных венах*

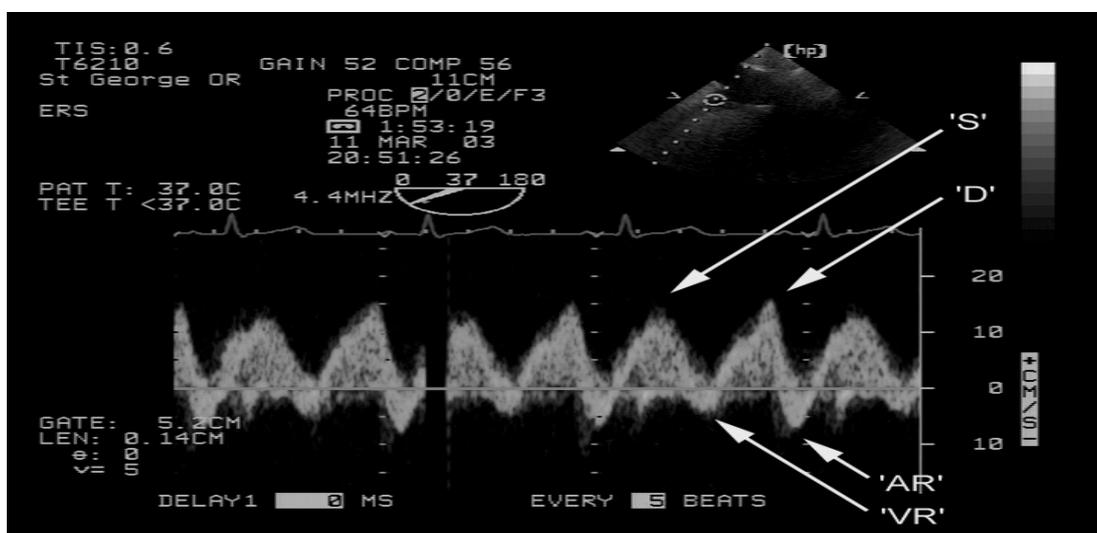
### **Основные измерения:**

- ✓ пиковая систолическая скорость S;
- ✓ пиковая антеградная диастолическая скорость D;
- ✓ соотношение S/D. При удлиненном PR интервале хорошо различимы волны S1 и S2. В этом случае для расчета соотношения S/D должна быть использована скорость второго пика S2;
- ✓ пиковая скорость ретроградного кровотока в ЛВ в позднюю диастолу Ar;
- ✓ 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 конечно-диастолического давления в ЛЖ.

### ***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. 4, 5).



*Рис. 4. Кровоток в печеночных венах*

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

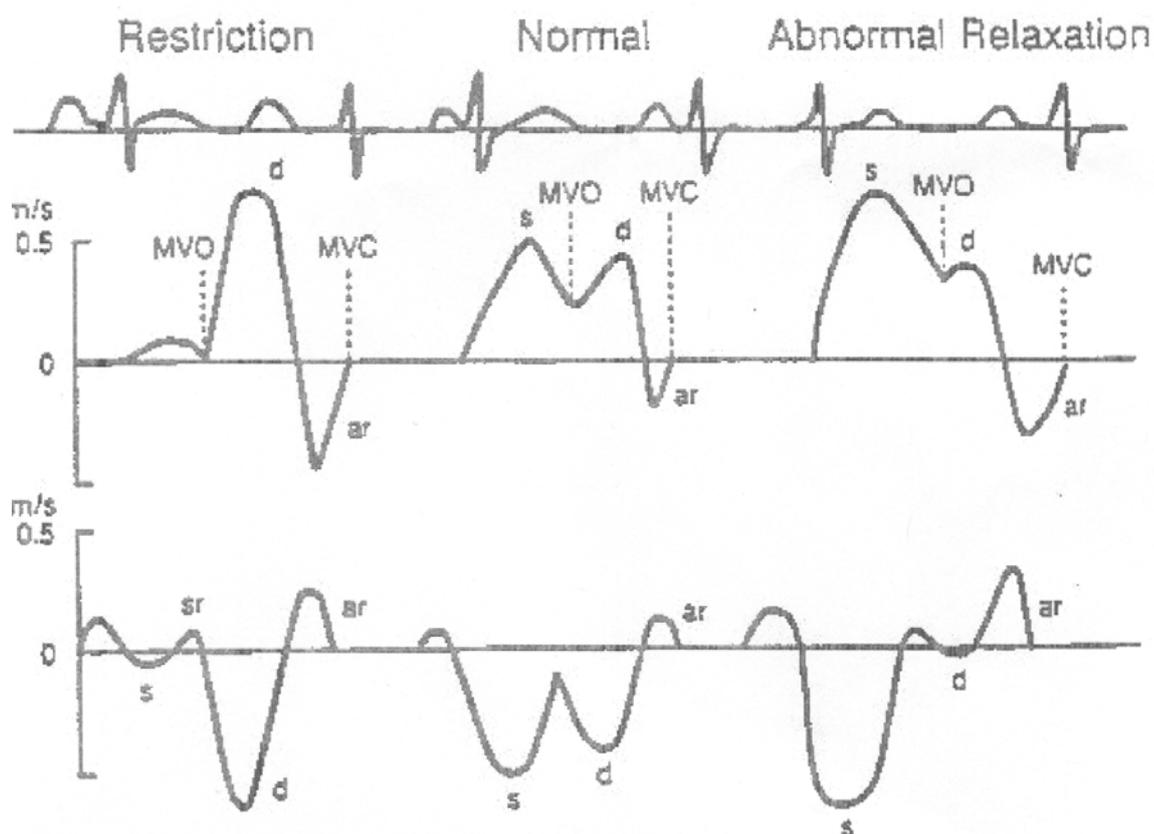


Рис. 5. Типы диастолической дисфункции: поток в легочных венах, поток в печеночных венах

### 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  $\approx 40$  мм рт. ст). Ультразвуковым критерием того, что пациент выполняет пробу с адекватным усилием является уменьшение скорости пика E у пациентов без признаков рестриктивного типа диастолического наполнения на  $\geq 20$  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 E, так и скорость A, соотношение E/A не меняется. У кардиологических пациентов уменьшение E/A на  $\geq 50\%$  высоко специфично для повышенного ДНЛЖ (рис.6).

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.

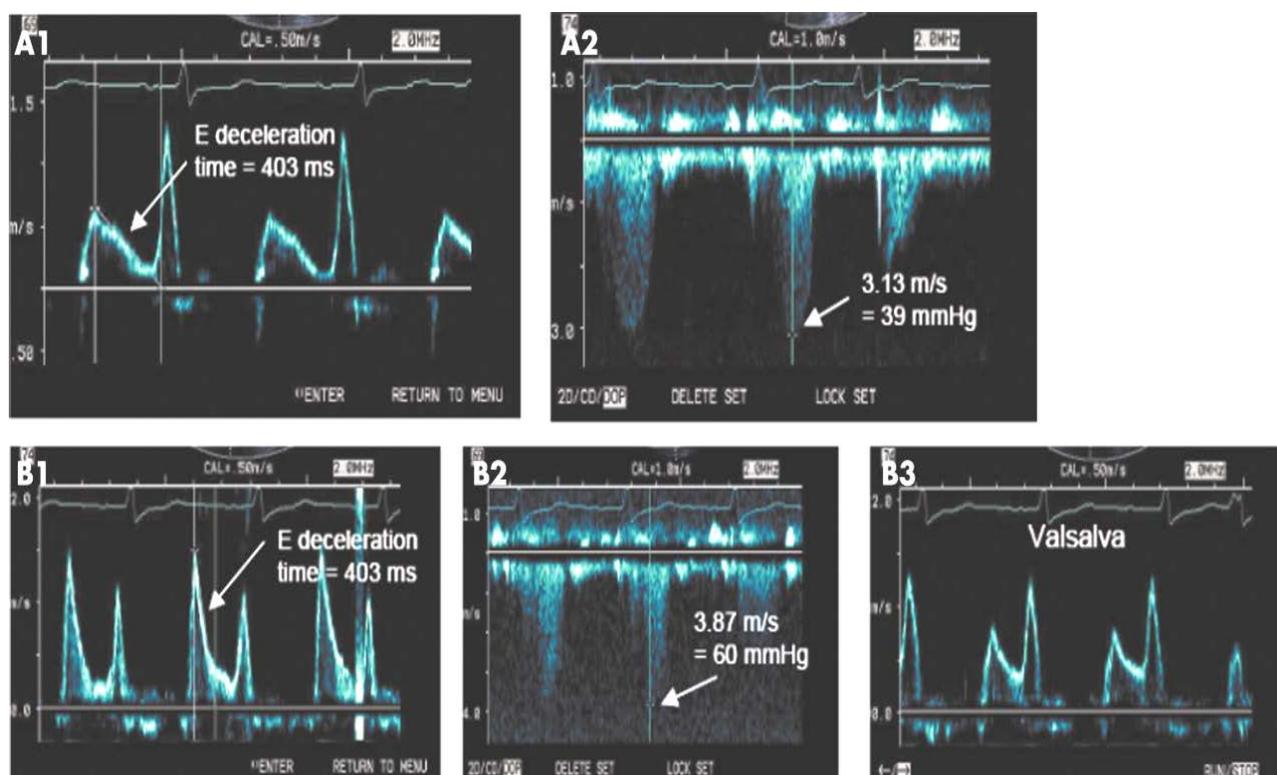


Рис.6. Проба Вальсальвы: А - исходное исследование; В – через 10 недель при усилении одышки – псевдонормализация ТМК в сочетании с повышением ДЛА, нарушение расслабления - ДД 1 типа - выявляется при проведении пробы Вальсальвы

### Скорость распространения потока раннего диастолического наполнения ( $V_p$ )

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 45 см/с от митрального клапана по касательной к изоскоростному изменению цвета (рис.7).

В норме скорость распространения потока раннего наполнения в цветовом М-режиме превышает 50 см/с. По мере усугубления диастолической дисфункции скорость прогрессивно уменьшается (рис.8). Данный показатель луч-

ше «работает» у пациентов со сниженной фракцией выброса ЛЖ (может существенно не изменяться при диастолической дисфункции и нормальной фракции выброса ЛЖ).

Еще одним показателем, характеризующим давление наполнения ЛЖ является отношение максимальной скорости E ТМК к  $V_p$  –  $E/V_p$ . При этом  $E/V_p > 2,5$  хорошо коррелирует с увеличением давлением заклинивания легочной артерии.

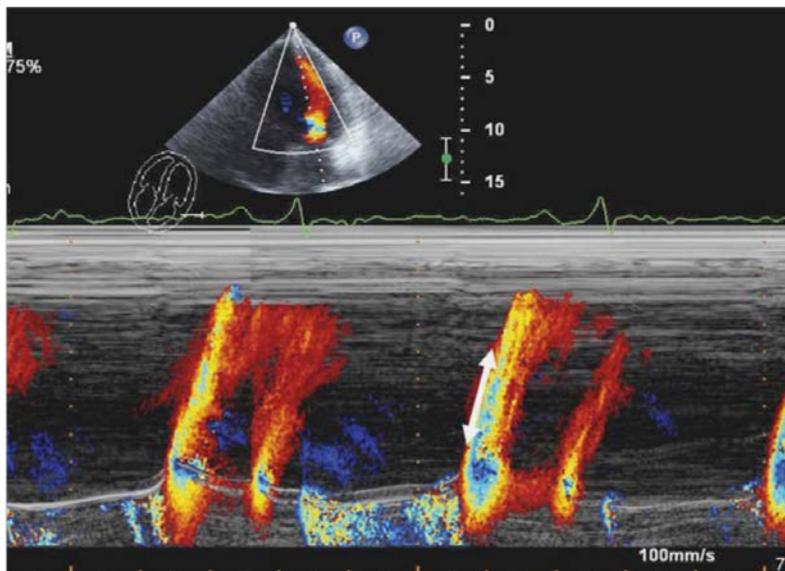


Рис.7.Скорость распространения потока раннего диастолического наполнения

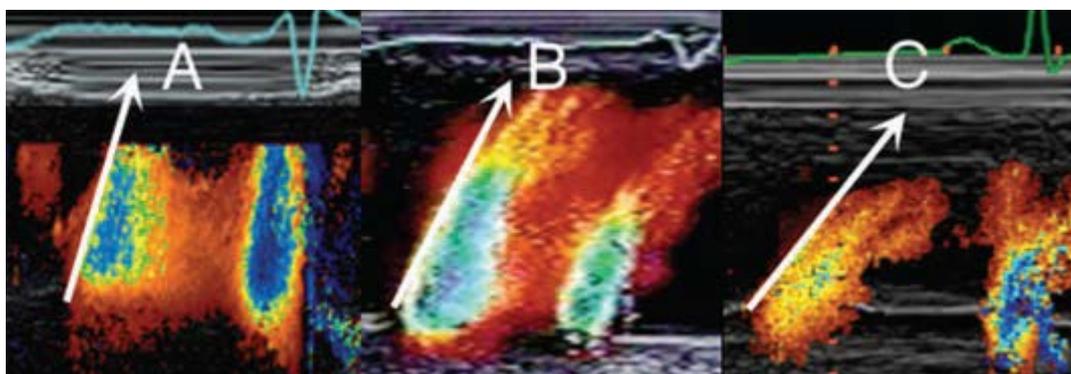


Рис.8.Скорость распространения потока раннего диастолического наполнения в норме, при псевдонормальном и рестриктивном типах наполнения ЛЖ

### **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 устанавливается на уровне 20 см/с выше и ниже базовой линии, при значительном сниже-

нии 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');

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 (табл. 1, рис. 8, 9, 10).

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

E ТМК/E' < 10 свидетельствует о нормальном давлении наполнения ЛЖ

О повышенном давлении наполнения ЛЖ свидетельствует E ТМК/E' > 15 при исследовании в области латеральной части митрального кольца, более 13 - на септальной части и при их среднем значении более 14.

- E ТМК/E' от 10 до 14 – необходимо использование дополнительных методов оценки диастолической функции ЛЖ.

**У пациентов с нормальной фракцией выброса ЛЖ величина соотношения E/E' имеет ограниченное значение для оценки давления наполнения ЛЖ.**

По некоторым данным соотношение E'/A' < 1 у здоровых людей меняется раньше (40 – 49 лет), чем E/A < 1 (60 – 69 лет). В норме E' латер >10 см/с, E' септ >7 см/с.

Скорость E' 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.

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]				
п	Все обследо- ванные (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

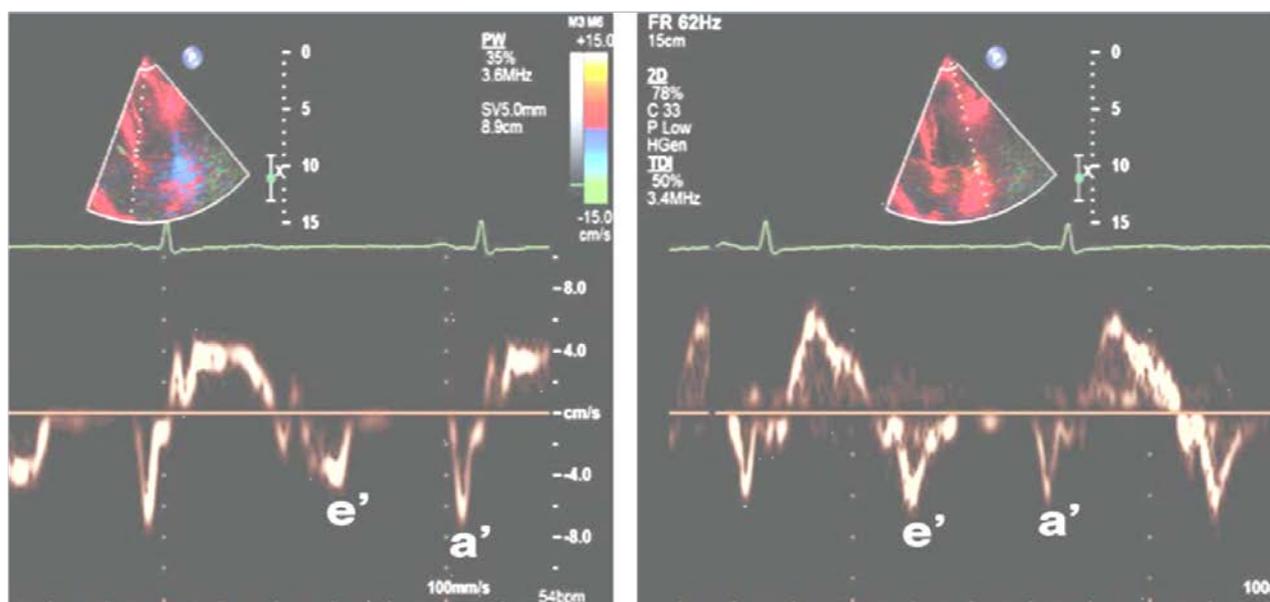


Рис.8. ТКД митрального кольца септальной (слева) и латеральной (справа) части

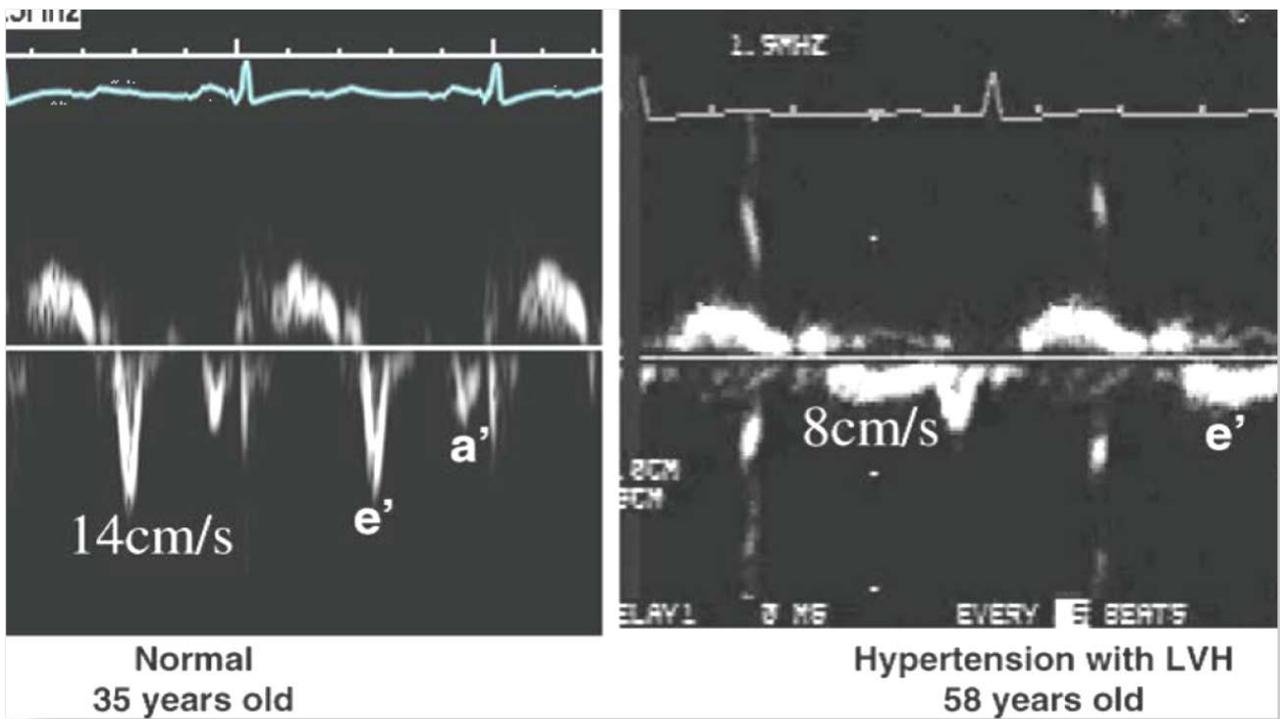


Рис.9. ТКД митрального кольца в норме и при гипертрофии ЛЖ

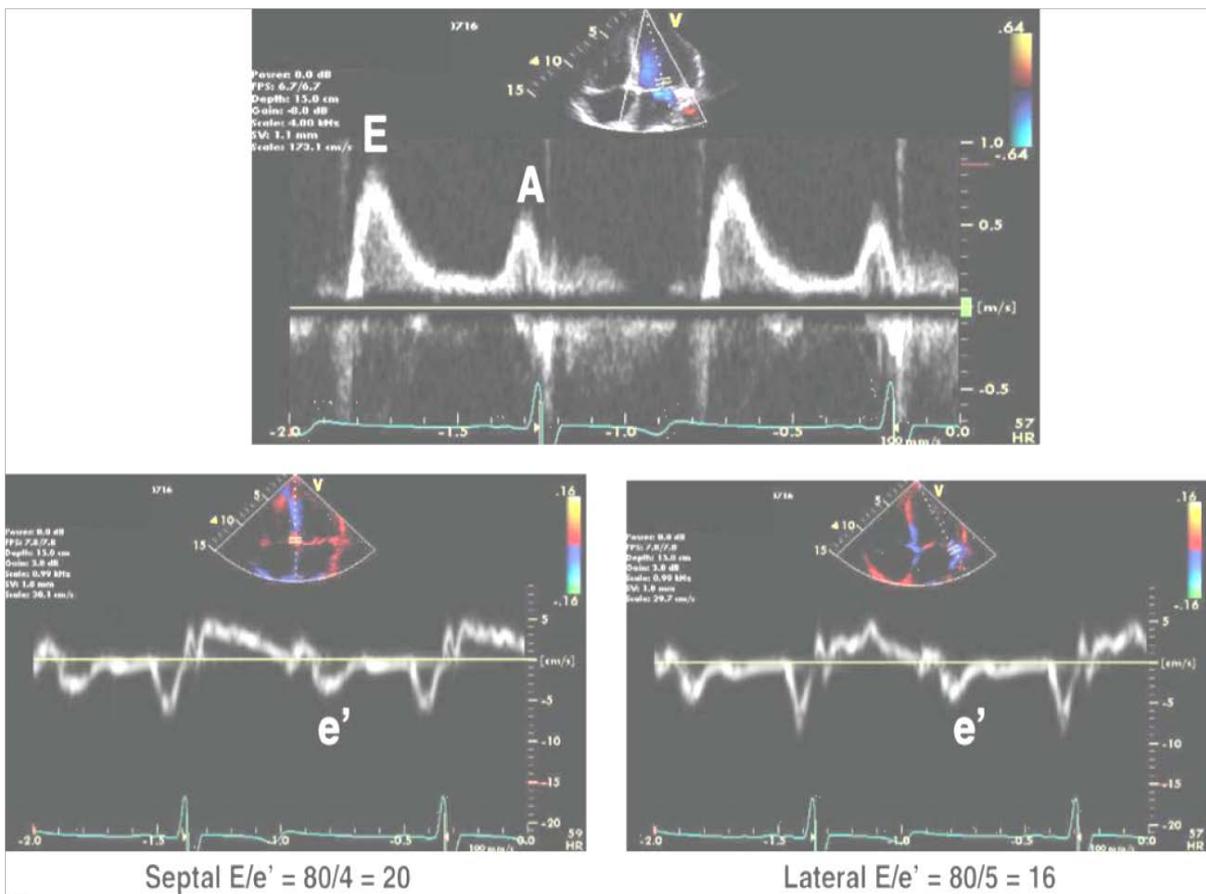


Рис.10. Трансмитральный кровоток и ТКД митрального кольца

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)

**Эхокардиографические критерии нормального диастолического наполнения:**

- ✓ E/A 1 - 1,6;
- ✓ DT 160 - 220 (240) мс (может быть ниже, особенно у молодых пациентов);
- ✓ ВИР 70 - 90 (100) мс;
- ✓ продолжительность ретроградной волны в легочных венах меньше продолжительности волны А трансмитрального кровотока (ТМК): Ar < А ТМК;
- ✓ скорость S ≥ скорости D в ЛВ (скорость S может быть меньше скорости D в молодом возрасте, менее 1,5 - 2,5) (рис.11);
- ✓ Ar < 35 см/с;
- ✓ нормальные показатели тканевого доплера;
- ✓ отсутствие структурной патологии;
- ✓ при пробе Вальсальвы E/A не изменяется.

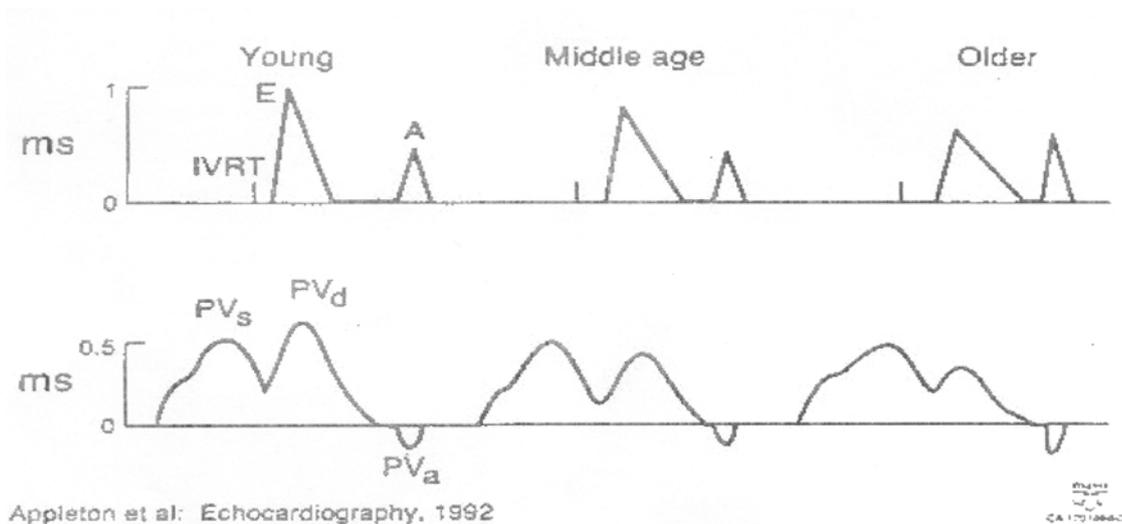


Рис.11. Возрастные изменения диастолического наполнения

### Классификация типов диастолической дисфункции левого желудочка:

#### **Диастолическая дисфункция (ДД) I типа (замедление расслабления ЛЖ):**

- ✓ уменьшается пиковая скорость волны E ( $E < 0,50$  м/с);
- ✓ увеличивается пиковая скорость волны A ( $A > 0,70$  м/с);
- ✓ уменьшается E/A ( $E/A < 0,8$  - для лиц моложе 60 лет);
- ✓ DT- E  $> 220$  (240) мс - увеличивается время замедления;
- ✓ ВИР  $> 100$  (90) мс – увеличивается продолжительность фазы изоволюметрического расслабления;
- ✓ увеличивается отношение S/D, за счет уменьшения D- волны –  $S / D > 1,5$  ( $S \gg D$ , более 1,5 - 2,5);
- ✓ продолжительность ретроградной волны  $A_r$  в легочных венах  $\leq$  продолжительности A ТМК:  $A_r < A$  ТМК.
- ✓ индекс объема ЛП повышен или может быть в норме ( $< 34$ мл/м<sup>2</sup>);
- ✓ наличие структурной патологии.

Примечание: Несмотря на то, что при I типе диастолической дисфункции обычно имеется нормальное давление наполнения ЛЖ, у ряда пациентов с выраженным нарушением релаксации ЛЖ (при гипертрофической КМП, длительной артериальной гипертензии) давление наполнения ЛЖ может быть повышенным. При этом на фоне типичного паттерна трансмитрального кровотока -  $E/A < 1$  и DT- E  $> 240$  мс выявляют увеличение скорости  $A_r$  более 0,35 м/с с увеличением продолжительности ретроградной  $A_r$  волны в легочной вене, которая превышает продолжительность волны A ТМК более чем на 30 мс. Это свидетельствует о повышенном давлении наполнения ЛЖ часто при нормальном давлении в ЛП! Если же при этом обнаруживается, что  $E / E' > 15$ , то это говорит уже об увеличении давления в ЛП. У таких пациентов часто визуализи-

зируется средне-диастолический поток (L-волна). Данный вариант диастолической дисфункции обозначается как Ia тип (замедленная релаксация с увеличенным давлением наполнения ЛЖ, Mayo Clinic).

**Диастолическая дисфункция II типа (псевдонормальный тип наполнения)**

Принципиально важным является повышение давления в ЛП, что и определяет особенности нижеуказанных параметров:

- ✓ нормальная пиковая скорость E-волны;
- ✓ нормальная пиковая скорость A-волны;
- ✓ соотношение E/A  $> 0,8$  но  $< 2$ ;
- ✓ время замедления E-волны – DT в пределах нормы (160 - 200 мс) или незначительно снижено. Данный показатель коррелирует с давлением наполнения ЛЖ в основном при наличии систолической дисфункции;
- ✓ ВИР - нормальная продолжительность фазы – 70 - 90 (100) мс;
- ✓ 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 Ar  $> 0,35$  м/с (35 см/с);
- ✓ продолжительность ретроградной Ar волны в легочных венах  $>$  продолжительности волны A ТМК (на 30 мс и более) (рис.12);
- ✓ наличие структурной патологии;
- ✓ реверсия E/A ( $< 1,0$ ) при снижении преднагрузки (за счет снижения E – проба Вальсальвы).

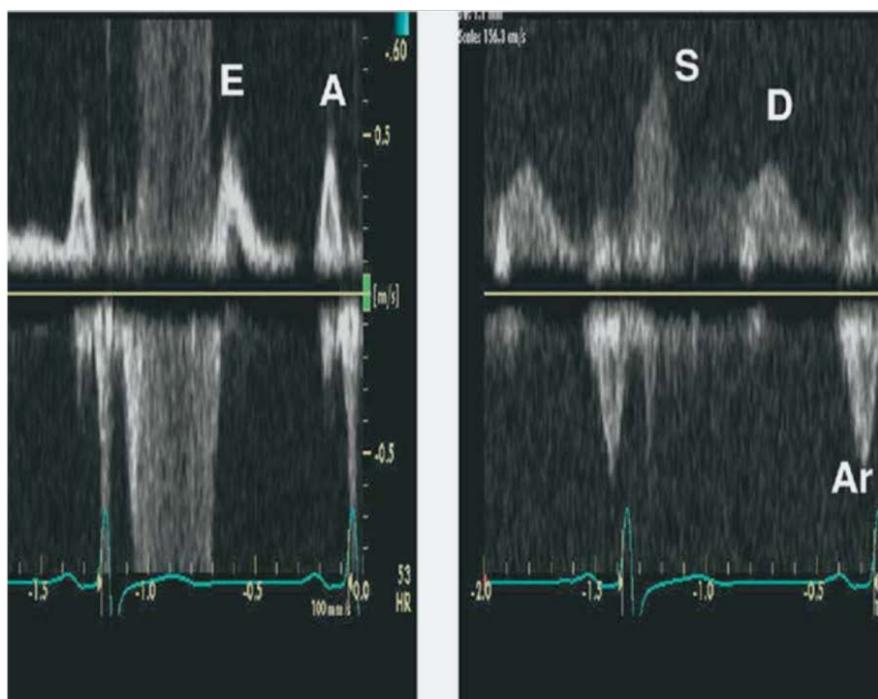
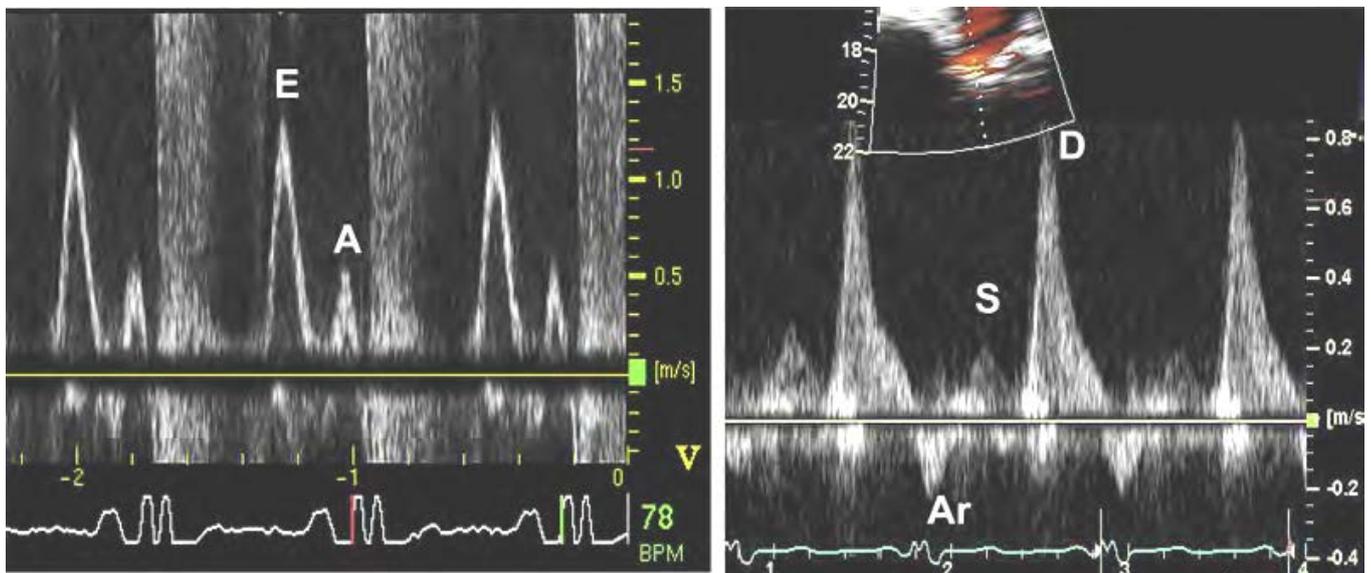


Рис.12. Псевдонормальный трансмитральный кровоток

**Диастолическая дисфункция III типа (рестриктивный тип диастолического наполнения):**

- ✓ увеличение пиковой скорости E-волны;
- ✓ уменьшение пиковой скорости A-волны;
- ✓ увеличение соотношения E/A > 2,0 (рис.13);
- ✓ уменьшение времени замедления DT < 160 мс;
- ✓ уменьшение продолжительности фазы ВИР < 60 мс;
- ✓ снижение S/D < 0,75 в ЛВ (S2 << D);
- ✓ скорость Ar > 0,35 м/с (35 см/с) – при выраженной дилатации ЛП с ухудшением его механической функции скорость Ar может уменьшаться;
- ✓ Ar > A ТМК (на 30 мс и более);
- ✓ признаки структурной патологии;
- ✓ индекс объема ЛП > 34мл/м<sup>2</sup>.



*Рис.13. Рестриктивный вариант диастолической дисфункции ЛЖ (III тип) – ТМК и кровотоков в легочной вене*

Выделяют обратимый (IIIa) и необратимый (IIIb) подтипы диастолической дисфункции III типа в зависимости от реакции на пробу Вальсальвы или адекватности проводимой терапии. Изменение рестриктивного паттерна на I или II тип диастолической дисфункции указывает в этом случае на обратимый подтип (IIIa) (рис.14,15).

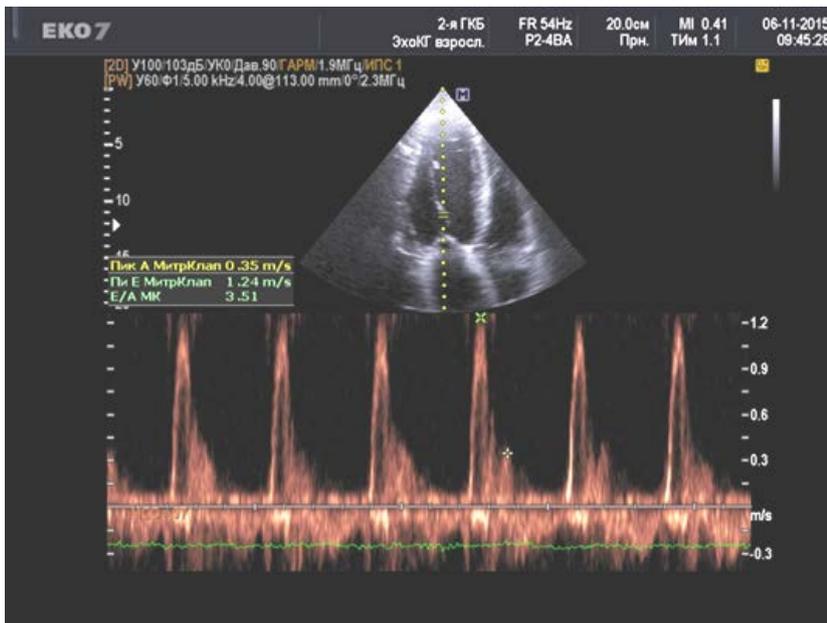


Рис.14. Исходный рестриктивный тип ТМК у пациента с ишемической КМП

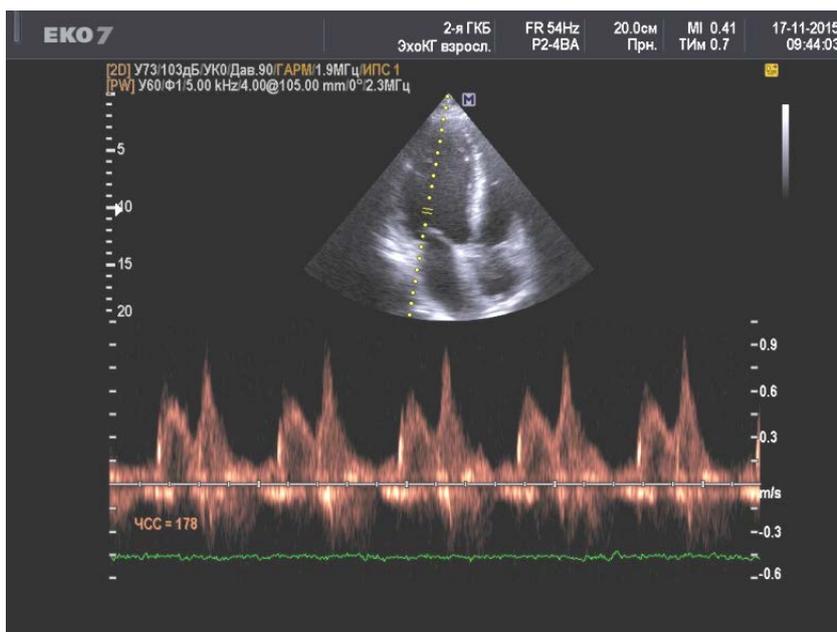


Рис. 15. Изменение профиля ТМК на I тип после проведенной терапии

На рис.16 представлены оценка давления в ЛП и ЛЖ во время диастолы, трансмитральный кровоток, кровоток в легочных венах и профиль тканевого доплера при нормальном диастолическом наполнении и при нарушениях диастолической функции ЛЖ.



Оценка давления наполнения ЛЖ различается в зависимости от состояния систолической функции ЛЖ. У пациентов со сниженной фракцией выброса ЛЖ для оценки давления наполнения ЛЖ может быть использован собственно сам трансмитральный кровоток (рис.18). У пациентов с нормальной фракцией выброса ЛЖ давление наполнения ЛЖ лучше характеризует такой показатель, как  $E/E'$  (рис.19). Кроме того, у больных со сниженной фракцией выброса ЛЖ объем ЛП не должен использоваться в качестве маркера диастолической дисфункции. В тоже время у пациентов с нормальной фракцией выброса ЛЖ объем ЛП является одним из важных показателей для оценки давления наполнения ЛЖ.

На рис. 18, 19 отражены диагностические алгоритмы оценки давления наполнения левого желудочка у пациентов с нормальной и сниженной фракцией выброса.

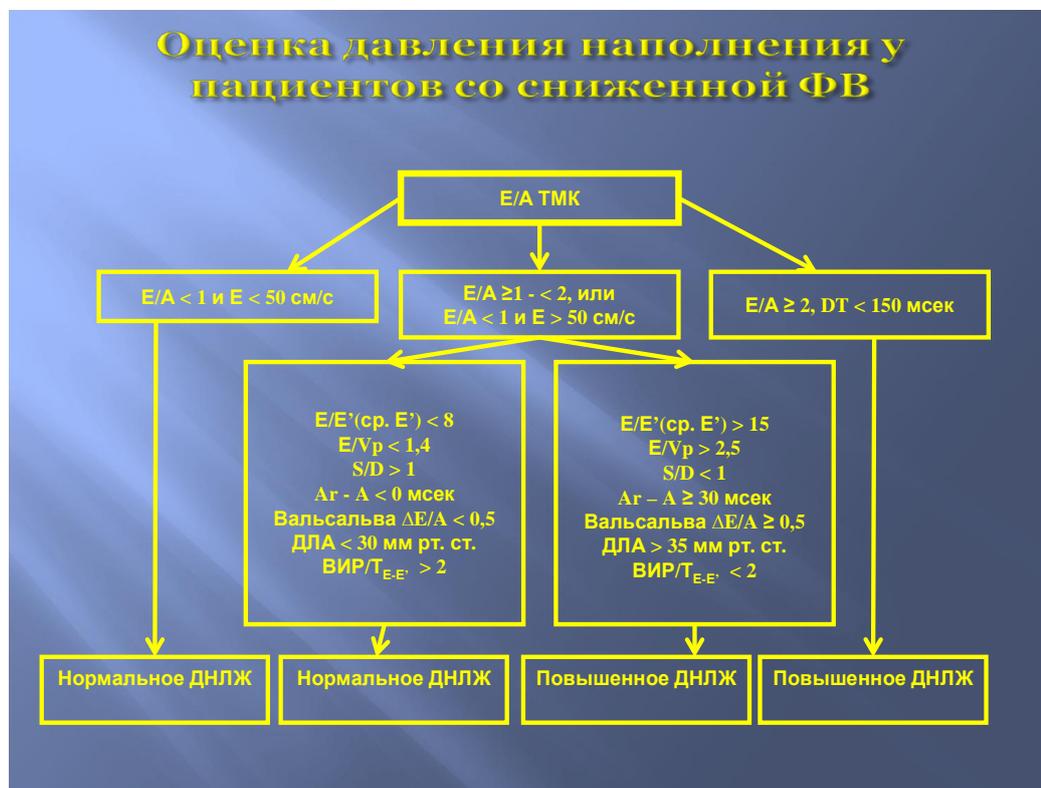


Рис.18. Оценка давления наполнения ЛЖ у пациентов со сниженной фракцией выброса

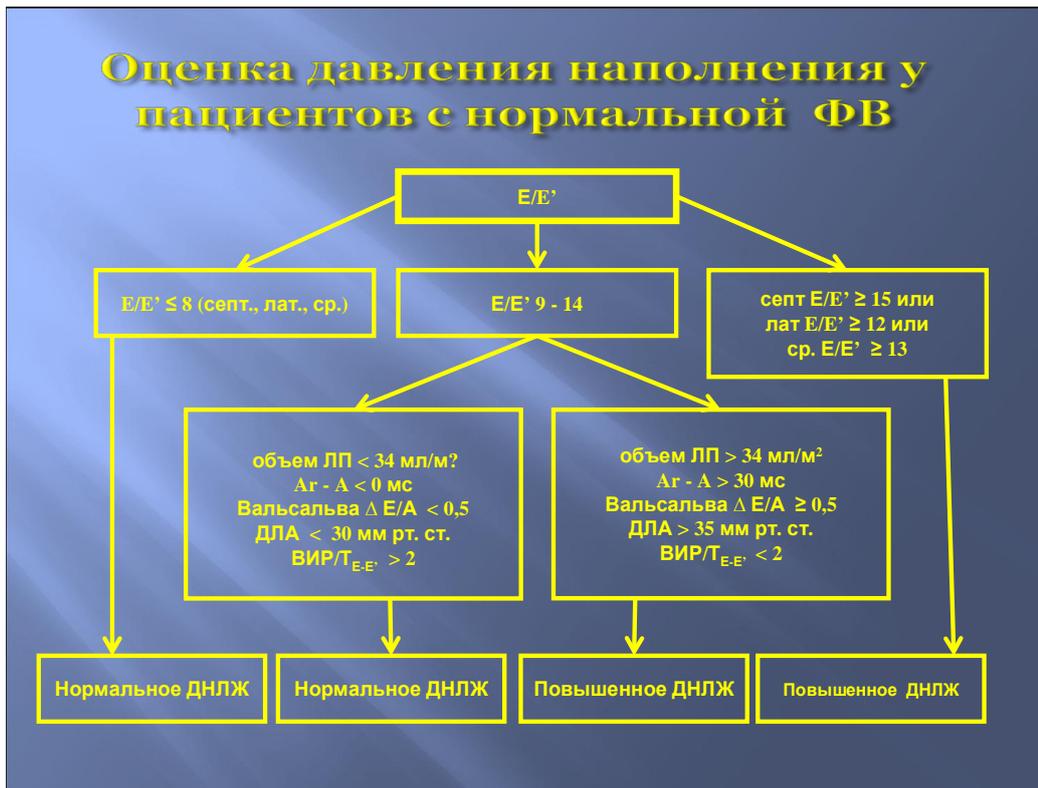


Рис.19. Оценка давления наполнения ЛЖ у пациентов с нормальной фракцией выброса

### 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.20).

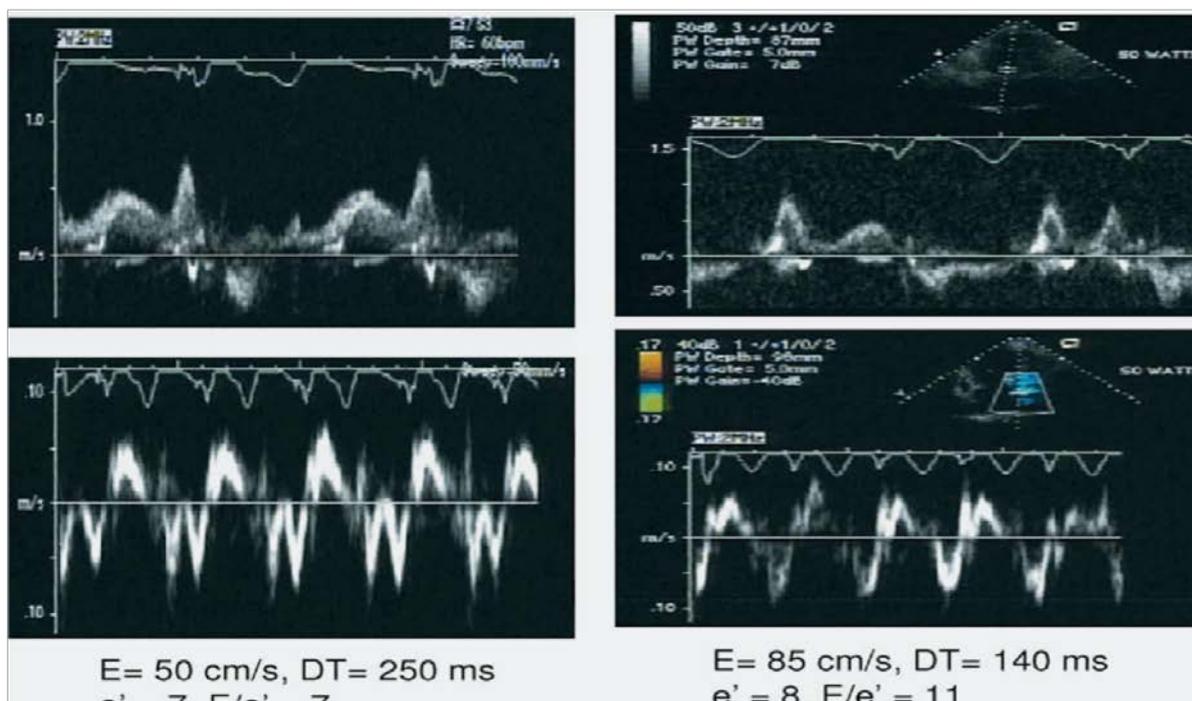


Рис. 20. ВЭП в положении больного на спине, нагрузка 50 Вт

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 [М.А. Garcia-Fernandez и соавт., 1998]				
Сегменты	Максимальные скорости движения сегментов миокарда			СВИР
	e	a	e/a	
<b>Перегородочные</b>				
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
<b>Переднеперегородочные</b>				
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
<b>Передние</b>				
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
<b>Боковые</b>				
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
<b>Нижние</b>				
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

### **Особенности оценки диастолической функции левого желудочка у различных групп пациентов**

В 2016 г. была опубликована новая версия “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”. В данном документе представлен упрощенный подход к оценке диастолической функции ЛЖ, основанный на использовании нескольких эхокардиографических параметров, доказавших свою наибольшую значимость с практической точки зрения.

Авторы подчеркивают, что каждый изучаемый показатель должен интерпретироваться в широком клиническом контексте с учетом данных двухмерного изображения, наличия или отсутствия структурной патологии

миокарда, а не рассматриваться изолированно. У многих пациентов патологические изменения ЛЖ или ЛП могут помочь в дифференциальной диагностике нормальной диастолической функции ЛЖ от измененной. Увеличение ЛП при отсутствии персистирующей или постоянной фибрилляции предсердий, болезней митрального клапана, анемии обычно свидетельствует о хроническом повышении давления в ЛП и таким образом о диастолической дисфункции ЛЖ. Патологическая гипертрофия ЛЖ ассоциируется с увеличенной жесткостью миокарда ЛЖ и его диастолической дисфункцией. У пациентов с сердечной недостаточностью и нормальной ФВ ЛЖ часто нарушена продольная систолическая функция ЛЖ, которая может быть оценена с помощью М-модальной экскурсии фиброзного кольца митрального клапана, его систолической скорости на основе тканевого доплера или с помощью глобального продольного стрейна. Хотя данный индекс прямо не отражает диастолическую функцию ЛЖ, тем не менее у пациентов с нормальной ФВ ЛЖ снижение систолической скорости тканевого доплера (S) указывает на миокардиальную дисфункцию, особенно в тех случаях, когда параметры, характеризующие диастолические свойства миокарда являются малоинформативными.

Рабочей группой были предложены 4 основных показателя и их патологические значения, позволяющие диагностировать наличие диастолической дисфункции у пациентов с нормальной ФВ ЛЖ:

1. Показатели тканевого доплера фиброзного кольца МК – скорость септальной части  $E_m < 7$  см/сек, латеральной -  $E_m < 10$  см/сек.
2. Среднее отношение  $E/E_m > 14$  (на латеральном сегменте  $> 15$ , на септальном  $> 13$ ).
3. Индекс максимального объема ЛП  $> 34$  мл/м<sup>2</sup>. Для оценки увеличения ЛП не рекомендуется измерение его передне-заднего размера в М-режиме, так как он может быть в пределах нормы, несмотря на увеличение медиолатерального и верхне-нижнего диаметров ЛП в четырехкамерной позиции с соответствующим увеличением его объема.
4. Пиковая скорость трикуспидальной регургитации  $> 2,8$  м/сек. Данный параметр отражает систолическое давление в легочной артерии и хорошо коррелирует с давлением наполнения ЛЖ при отсутствии легочной сосудистой или паренхиматозной патологии.

Диастолическая функция считается нормальной, если данные **более половины** оцениваемых показателей не соответствуют их патологическим значениям, указанным выше. Диастолическая дисфункция диагностируется, если **более половины** оцениваемых параметров находятся в рамках их патологических значений. Заключение о диастолической дисфункции является неинформативным, если **только половина** изучаемых показателей соответствует их патологическим значениям.

Важным представляется алгоритм градации диастолической дисфункции и оценка давления наполнения ЛЖ у пациентов со **сниженной ФВ**, у которых диастолическая функция ЛЖ почти всегда нарушена. Лучше всего с давлением

заклинивания в легочных капиллярах и клиническими признаками легочного застоя коррелирует среднее давление в ЛП, оценка которого представляется наиболее информативной. Первым шагом данного подхода является изучение профиля трансмитрального кровотока в отсутствие фибрилляции предсердий, патологии митрального клапана (по крайней мере, умеренный кальциноз митрального кольца, любой митральный стеноз или по меньшей мере умеренная митральная недостаточность, пластика или протезирование митрального клапана), устройств в ЛЖ, блокады левой ножки пучка Гиса, искусственного желудочкового водителя ритма.

Нижеописанный алгоритм также подходит и для пациентов с **нормальной ФВ ЛЖ и наличием структурной патологии** (нарушения локальной сократимости ЛЖ, его патологическое ремоделирование, признаки гипертрофии ЛЖ, увеличение индекса объема ЛП при отсутствии предсердных аритмий, анемии, патологии митрального клапана). Следует заметить, что у профессиональных спортсменов может наблюдаться дилатация ЛП в отсутствие повышенного давления наполнения ЛЖ. В тоже время нормальный объем ЛП и его индекс не являются редкостью при начальной стадии диастолической дисфункции ЛЖ.

1. Когда трансмитральный кровоток показывает отношение  $E/A < 0,8$  с пиковой скоростью  $E < 50$  см/сек среднее давление в ЛП или нормальное или снижено. Данная ситуация соответствует I типу диастолической дисфункции ЛЖ (нарушенная релаксация).

2. Когда паттерн трансмитрального кровотока показывает отношение  $E/A > 2$ , среднее давление в ЛП повышено и в этом случае диагностируется III тип диастолической дисфункции (рестриктивный вариант). Время замедления (DT) первого пика трансмитрального кровотока (E) обычно укорочено у этих пациентов (менее 160 мс), особенно при наличии сниженной ФВ ЛЖ.

Следует заметить, что DT E должно быть использовано для оценки диастолической функции ЛЖ у пациентов с недавней кардиоверсией, которые могут иметь заметно сниженную скорость пика A трансмитрального кровотока из-за нарушения механической функции левого предсердия (феномен «оглушения»). В этом случае отношение  $E/A$  будет более 2, несмотря на отсутствие повышенного давления наполнения ЛЖ. Кроме того, отношение  $E/A > 2$  является нормальным вариантом для лиц молодого возраста (моложе 40 лет) и не должно использоваться изолированно для оценки диастолической функции ЛЖ.

3. Если соотношение  $E/A < 0,8$  и скорость пика  $E > 50$  см/сек, или если отношение  $E/A > 0,8$  но меньше 2, необходимо использовать другие параметры для корректной оценки давления наполнения ЛЖ и соответствующего варианта диастолической дисфункции. При этом рекомендуются 3 следующих показателя:

- пиковая скорость трикуспидальной регургитации в режиме постоянно-волнового доплера;
- отношение  $E/E_m$ ;

- индекс максимального объема ЛП.

Если все 3 главных критерия доступны для интерпретации и только 1 из них соответствует патологическим значениям (см. выше), среднее давление в ЛП считается нормальным и диагностируется I тип диастолической дисфункции ЛЖ.

Если 2 из 3 или все 3 критерия превышают нормальные значения, то давление в ЛП повышено и диагностируется II тип диастолической дисфункции (псевдонормальный вариант). Если 1 из 3 главных критериев не доступен для оценки, может использоваться такой дополнительный параметр, как отношение пиковой систолической скорости в легочной вене к ее пиковой диастолической скорости (S/D). При этом отношение  $S/D < 1$  указывает на повышенное давление наполнения ЛЖ (главным образом у пациентов со сниженной ФВ ЛЖ). Следует напомнить, что отношение  $S/D < 1$  может быть нормальной находкой у лиц моложе 40 лет и вследствие этого данный индекс имеет небольшую ценность у пациентов с нормальной ФВ ЛЖ.

Если только 1 параметр доступен для интерпретации или имеется противоречивая информация между только 2 доступными показателями, то среднее давление в ЛП и тип диастолической дисфункции не могут быть определены.

В таблице 4 представлены суммарные данные, отражающие различные варианты диастолической дисфункции ЛЖ.

Таблица 4. Основные параметры, отражающие градацию диастолической дисфункции ЛЖ. Классификация диастолической дисфункции. Рекомендации Европейской и Американской ассоциации эхокардиографии, 2016

Показатели	Норма	ДД по I типу	ДД по II типу	ДД по III типу
Релаксация ЛЖ	Не изменена	Замедлена	Замедлена	Замедлена
Давление в ЛП	Нормальное	Низкое или в нормальное	Повышено	Повышено
Отношение E/A	$\geq 0,8$	$\leq 0,8$	$> 0,8$ , но $< 2$	$> 2$
Среднее значение E/Em	$< 10$	$< 10$	10 – 14	$> 14$
Пиковая скорость TR (м/с)	$< 2,8$	$< 2,8$	$> 2,8$	$> 2,8$
Индекс объема ЛП	Нормальный	Нормальный или повышенный	Повышенный	Повышенный

## **Оценка давления наполнения ЛЖ в отдельных клинических ситуациях**

Непростой задачей является оценка диастолической функции ЛЖ у пациентов с **фибрилляцией предсердий**. Следующие эхокардиографические параметры могут указывать на повышенное давление наполнения ЛЖ:

- укорочение DT- E (при сниженной фракции выброса ЛЖ);
- время замедления (DT) скорости легочного диастолического венозного кровотока  $> 220$  мс;
- ВИР ЛЖ  $< 65$  мс;
- отношение  $E/V_p > 1,4$ ;
- увеличение  $E/E_m > 11$  на септальной части фиброзного кольца МК (конечно-диастолическое давление в ЛЖ  $> 15$  мм рт. ст.).

**Повышенное давление наполнения ЛЖ у пациентов с неклапанной фибрилляцией предсердий ассоциируется с повышенным риском тромбообразования в ушке ЛП.**

### **Митральная регургитация**

Первичная митральная регургитация приводит к расширению размеров левых камер сердца и к увеличению их податливости, что вначале препятствует повышению давления в ЛП. Однако, если со временем податливость ЛП начинает нарушаться, то это может привести к росту среднего давления в нем из-за добавочного объема регургитации, а не вследствие диастолической дисфункции. Развивающаяся диастолическая дисфункция у пациентов с первичной митральной регургитацией с дальнейшим увеличением давления в ЛП объясняется присоединением миокардиального компонента.

Иначе выглядит последовательность событий при такой первичной патологии миокарда, как **дилатационная кардиомиопатия**, при которой повышение давления наполнения ЛЖ (а значит и давления в ЛП) обычно предшествует развитию вторичной (функциональной) митральной регургитации. Таким образом, при данной форме митральной регургитации увеличенное давление наполнения ЛЖ отражает комбинацию миокардиального и клапанного компонентов.

**Следует отметить, что высокое давление в ЛП у пациентов с систолической дисфункцией ЛЖ само по себе является важным патогенетическим фактором развития вторичной митральной регургитации, способствуя натяжению створок митрального клапана и препятствуя их нормальной коаптации в систолу, а не только патологическое ремоделирование ЛЖ со смещением папиллярных мышц в боковом и апикальном**

**направлении с последующим натяжением створок митрального клапана.** Это хорошо иллюстрирует тот факт, что у декомпенсированных пациентов с низкой ФВ ЛЖ использование диуретиков и венозных вазодилататоров приводит к снижению давления в ЛП в большей степени, чем к снижению систолического давления в ЛЖ, увеличивая тем самым систолический трансмитральный градиент с последующим уменьшением площади эффективного отверстия регургитации.

**Умеренная и выраженная митральная регургитация** приводит к увеличению скорости пика E ТМК, к снижению скорости систолической волны в легочных венах и снижению соотношения S/D легочного венозного кровотока. Таким образом, паттерны трансмитрального и легочного венозного кровотока, обусловленные митральной регургитацией начинают напоминать выраженную диастолическую дисфункцию рестриктивного типа. Триангулярная форма потока митральной регургитации, записанная с помощью постоянно-волнового доплера является специфичным, но не очень чувствительным признаком высокого давления в ЛП. Возможность определения соотношения E/Em в оценке давления наполнения ЛЖ при наличии умеренной или выраженной митральной регургитации представляется еще более сложной. У пациентов со сниженной ФВ ЛЖ увеличенное соотношение E/Em прямо указывает на повышенное давление в ЛП. В тоже время у пациентов с первичной митральной регургитацией и нормальной ФВ ЛЖ данный индекс оказался не столь полезным для оценки давления наполнения ЛЖ. Увеличение разницы между продолжительностью  $A_g$  легочного венозного кровотока и пика A трансмитрального кровотока ( $A_g - A$ ) хорошо коррелирует с повышенным давлением наполнения ЛЖ, главным образом, у пациентов с митральной регургитацией и нормальной ФВ ЛЖ.

При **митральном стенозе** оценка диастолической функции левого желудочка является более сложной задачей, однако в полуколичественном прогнозировании среднего давления в левом предсердии могут использоваться показатели IVRT, T e-e' и пиковые скорости фаз раннего и позднего диастолического наполнения левого желудочка.

**Для оценки диастолической функции левого желудочка при аортальном стенозе**, независимо от тяжести клапанного поражения, могут быть применены общие рекомендации, используемые у пациентов без клапанной болезни сердца, исключение составляют случаи тяжелой кальцификации митрального кольца.

**При тяжелой острой или хронической аортальной регургитации** преждевременное закрытие митрального клапана, диастолическая митральная регургитация, увеличение левого предсердия, отношение E/E' (среднее значение E') > 14 и пиковая скорость трикуспидальной регургитации > 2,8 м/с согласуются с повышением давления наполнения левого желудочка.

## Гипертрофическая кардиомиопатия

Для оценки диастолической функции при **гипертрофической кардиомиопатии** рекомендуются следующие показатели: отношение  $E/E'$  (среднее значение  $E'$ )  $> 14$ , индекс максимального объема левого предсердия  $> 34$  мл/м<sup>2</sup>, скорость пика  $A_g$  в легочной вене показатель  $Ar_{dur} - Ad_{ur} \geq 30$  мс и пиковая скорость струи трикуспидальной регургитации, измеренная в режиме непрерывно-волновой доплерографии  $> 2,8$  м/с. Эти параметры могут быть использованы независимо от наличия или отсутствия динамической обструкции и митральной регургитации, за исключением митральной регургитации, превышающей умеренную степень. При тяжелой митральной регургитации только показатель  $Ar_{dur} - Ad_{ur}$  и значение пиковой скорости трикуспидальной регургитации сохраняют свою актуальность.

Если три или четыре показателя отвечают вышеперечисленным критериям, среднее давление в левом предсердии повышено, имеет место диастолическая дисфункция по 2 типу. Если три из основных четырех показателей не превышают верхние границы нормы, среднее давление в левом предсердии не повышено, присутствует 1 тип диастолической дисфункции. В случае превышения пороговых значений двух из четырех показателей, для оценки среднего давления в левом предсердии требуются дополнительные расчеты.

Диастолическая дисфункция по 3 типу присутствует при рестриктивном типе наполнения левого желудочка и аномальном снижении скоростей пика  $E'$  септальной части митрального фиброзного кольца  $< 7$  см/с, латеральной части  $< 10$  см/с.

## Рестриктивная кардиомиопатия

Пациенты с ранней стадией заболевания обычно имеют диастолическую дисфункцию по 1 типу, которая прогрессирует до 2 типа при увеличении тяжести заболевания.

У пациентов с прогрессированием заболевания диастолическая дисфункция по 3 типу диагностируется при отношении  $E/A > 2,5$ ,  $DT_e < 150$  мсек,  $IVRT < 50$  мсек и снижении скорости септального и латерального пика  $E'$  до 3-4 см/с.

При констриктивном перикардите, в отличие от рестриктивной кардиомиопатии, обычно скорость септального пика  $E'$  выше, чем скорость латерального пика  $E'$  («реверсивное кольцо»), отношение  $E/E'$  не следует использовать для оценки давления наполнения левого желудочка.

## Синусовая тахикардия

При снижении фракции выброса  $< 50\%$  на мысль о диастолической дисфункции должен наводить рестриктивный характер наполнения левого желудочка с доминированием раннего диастолического пика наполнения.

Для повышения давления наполнения левого желудочка специфично значение  $IVRT \leq 70$  мсек (специфичность 79%), систолическая фракция кровотока в легочных венах  $SF \leq 40\%$  (специфичность 88%).

Когда пики E и A частично или полностью сливаются, для оценки диастолической функции может быть использован следующий после преждевременного сокращения сердечный цикл, так как компенсационная пауза приводит к разделению пиков E и A трансмитрального кровотока.

## **Трансплантированное сердце**

Рестриктивный тип наполнения левого желудочка при сохраненной фракции выброса является общим для пациентов после трансплантации сердца и наблюдается при нормальной диастолической функции, так как донорское сердце, как правило, пересаживают от здоровых молодых людей.

Ни один из диастолических параметров не является достаточно надежным, чтобы предсказать отторжение трансплантата. Оценка систолического давления в легочной артерии с помощью струи трикуспидальной регургитации может быть полезной в качестве суррогатной оценки среднего давления в левом предсердии в отсутствие легочных заболеваний.

## **Атриовентрикулярная блокада и электрокардиостимуляция правого желудочка**

При первой степени атриовентрикулярной блокады показатели, используемые для оценки диастолической функции и давления наполнения, скорее всего, остаются в силе до тех пор, пока не происходит слияния пиков трансмитрального потока E и A.

Точность показателей скоростей движения митрального кольца и соотношения E/E' меньше при блокаде левой ножки пучка Гиса, электрокардиостимуляции правого желудочка, у пациентов после кардиоресинхронизирующей терапии.

Если присутствует только пик A трансмитрального кровотока, в качестве индикатора давления наполнения левого желудочка может быть использован только показатель пиковой скорости трикуспидальной регургитации  $> 2,8$  м/с.

Таким образом, обобщая вышесказанное, необходимо уточнить понятие **«сердечная недостаточность с нормальной фракцией выброса ЛЖ»**. Рекомендуемыми диагностическими критериями сердечной недостаточности с нормальной фракцией выброса ЛЖ являются:

1. Симптомы сердечной недостаточности.
2. Нормальная фракция выброса левого желудочка  $ФВ > 50\%$ , индекс конечно-диастолического объема  $< 97$  мл/м<sup>2</sup>.
3. Доказательства диастолической дисфункции. Диастолическая дисфункция является доказанной при инвазивном измерении давления (конечно-

диастолическое давление в левом желудочке  $> 16$  мм рт. ст. или давление заклинивания легочной артерии  $> 12$  мм рт. ст.) или при соотношении  $E/E'$  составляет  $> 14$ . Если соотношение  $E/E'$  составляет 10- 14, дополнительными диагностическими критериями являются сывороточные биомаркеры, другие доплеровские параметры диастолического наполнения ( $E/A$ ,  $DT$ ,  $Ar\ dur$ ), индекс объема левого предсердия, индекс массы левого желудочка и фибрилляция предсердий.

### ***Принципы лечения диастолической дисфункции ЛЖ***

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;
- ✓  $\beta$ -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.

Присевдонормальном и рестриктивном типах наполнения:

- снижение преднагрузки ЛЖ;
- лечение систолической дисфункции (рис. 21).

Примечание: снижение ЧСС при отдельных формах тяжелого рестриктивного поражения сердца (особенно амилоидоз) не всегда целесообразно, так как у этих пациентов имеется фиксированный ударный объем крови и для поддержания адекватного сердечного выброса при физических нагрузках оптимальной является ЧСС в пределах 90-100 уд/мин. Замедление же ЧСС при дан-



## 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. Otto A. Smiseth and Michał Tendera (Eds.). Diastolic Heart Failure. Springer-  
Verlag London Limited, 2008 – 344 p.
7. Naguet Sherif F., Christopher P. Appleton., Thierry C. Gillebert et al.  
Recommendations for the Evaluation of Left Ventricular Diastolic Function by  
Echocardiography / Eur. J. Echocardiogr. – 2009; 10. – P. 165 – 193.
8. Naguet Sherif F, Otto A.Smiseth, Christopher P.Appleton. et al.  
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 / J  
Am Soc Echocardiogr.- 2016;29:277-314.
9. Ricardo Fontes-Carvalho and Adelino Leite-Moreira. Heart Failure with  
Preserved Ejection Fraction: Fighting Misconceptions for a New Ap-  
proach/Arq Bras Secondary Cardiol 2011;96(6):504-514.
10. A. Afşin Oktay, Sanjiv J. Shah. Diagnosis and Management of Heart Failure  
with Preserved Ejection Fraction: 10 Key Lessons. Current Cardiology  
Reviews, 2015, 11, 42-52.
11. Ennezat P. V., Marechaux S., Pibarot Ph. Mitral Regurgitation in Heart Failure  
with Reduced or Preserved Left Ventricular Ejection Fraction. Cardiology  
2013;125:110–117.

Учебное издание

**Ушакова** Людмила Юрьевна  
**Вертинский** Евгений Анатольевич  
**Чиж** Сергей Аркадьевич

**УЛЬТРАЗВУКОВАЯ ДИАГНОСТИКА  
ДИАСТОЛИЧЕСКОЙ ФУНКЦИИ ЛЕВОГО ЖЕЛУДОЧКА**

Учебно-методическое пособие

Ответственная за выпуск Л.Ю. Ушакова

Подписано в печать 20. 12. 2016. Формат 60x84/16. Бумага «Discovery».

Печать ризография. Гарнитура «Times New Roman».

Печ. л. 2,09. Уч.- изд. л. 2,11. Тираж 150 экз. Заказ 290.

Издатель и полиграфическое исполнение –

Белорусская медицинская академия последипломного образования.

Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,  
распространителя печатных изданий № 1/136 от 08.01.2014.

220013, г. Минск, ул. П. Бровки, 3.

