

РЕКОМЕНДАЦИИ ЕВРОПЕЙСКОГО ОБЩЕСТВА КАРДИОЛОГОВ И АСЕ ПО ОЦЕНКЕ ДИАСТОЛИЧЕСКОЙ ФУНКЦИИ ЛЕВОГО ЖЕЛУДОЧКА , 2009

Волгоградский государственный медицинский
университет, Волгоградский областной кардиоцентр

Зенченко Д.И.

К.м.н., ассистент кафедры кардиологии с
функциональной диагностикой ВолГМУ



EAE/ASE RECOMMENDATIONS

Recommendations for the Evaluation of Left Ventricular Diastolic Function by Echocardiography

Sherif F. Nagueh, MD, Chair[†], Christopher P. Appleton, MD[†], Thierry C. Gillebert, MD*, Paolo N. Marino, MD*, Jae K. Oh, MD[†], Otto A. Smiseth, MD, PhD*. Alan D. Waggoner, MHS[†], Frank A. Flachskampf, MD, Co-Chair*, Patri

Houston, Texas; Phoenix, Arizona; Ghent, Belgium; No Erlangen, Germany; Barcelona, Spain

ASE/EACVI GUIDELINES AND STANDARDS

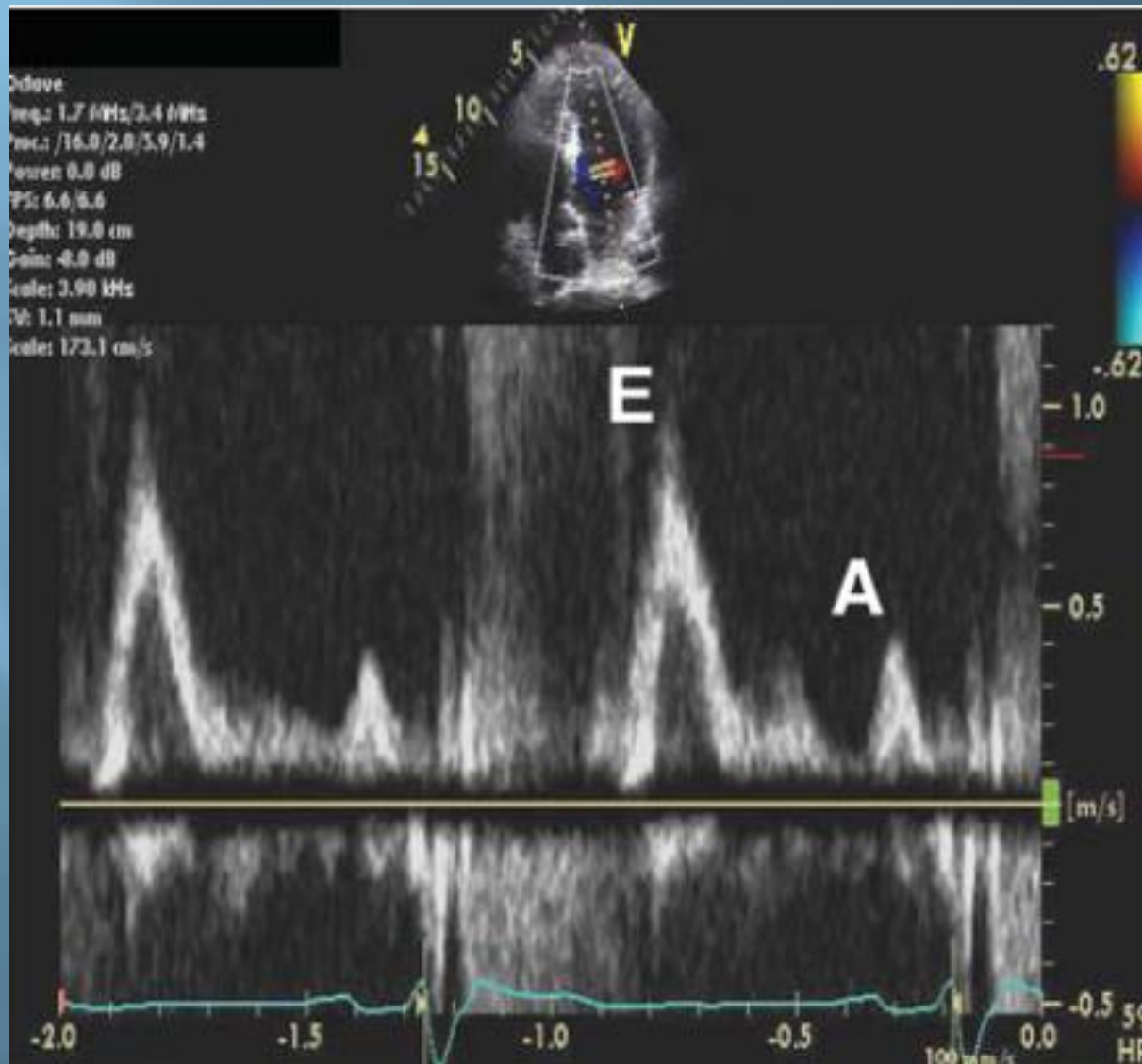
Recommendations for the Evaluation of Left Ventricular Diastolic Function by Echocardiography: An Update from the American Society of Echocardiography and the European Association of Cardiovascular Imaging

Sherif F. Nagueh, Chair, MD, FASE,¹ Otto A. Smiseth, Co-Chair, MD, PhD,² Christopher P. Appleton, MD,¹ Benjamin F. Byrd, III, MD, FASE,¹ Hisham Dokainish, MD, FASE,¹ Thor Edvardsen, MD, PhD,² Frank A. Flachskampf, MD, PhD, FESC,² Thierry C. Gillebert, MD, PhD, FESC,² Allan L. Klein, MD, FASE,¹ Patrizio Lancellotti, MD, PhD, FESC,² Paolo Marino, MD, FESC,² Jae K. Oh, MD,¹ Bogdan Alexandru Popescu, MD, PhD, FESC, FASE,² and Alan D. Waggoner, MHS, RDCS¹, *Houston, Texas; Oslo, Norway; Phoenix, Arizona; Nashville, Tennessee; Hamilton, Ontario, Canada; Uppsala, Sweden; Ghent and Liège, Belgium; Cleveland, Ohio; Novara, Italy; Rochester, Minnesota; Bucharest, Romania; and St. Louis, Missouri*

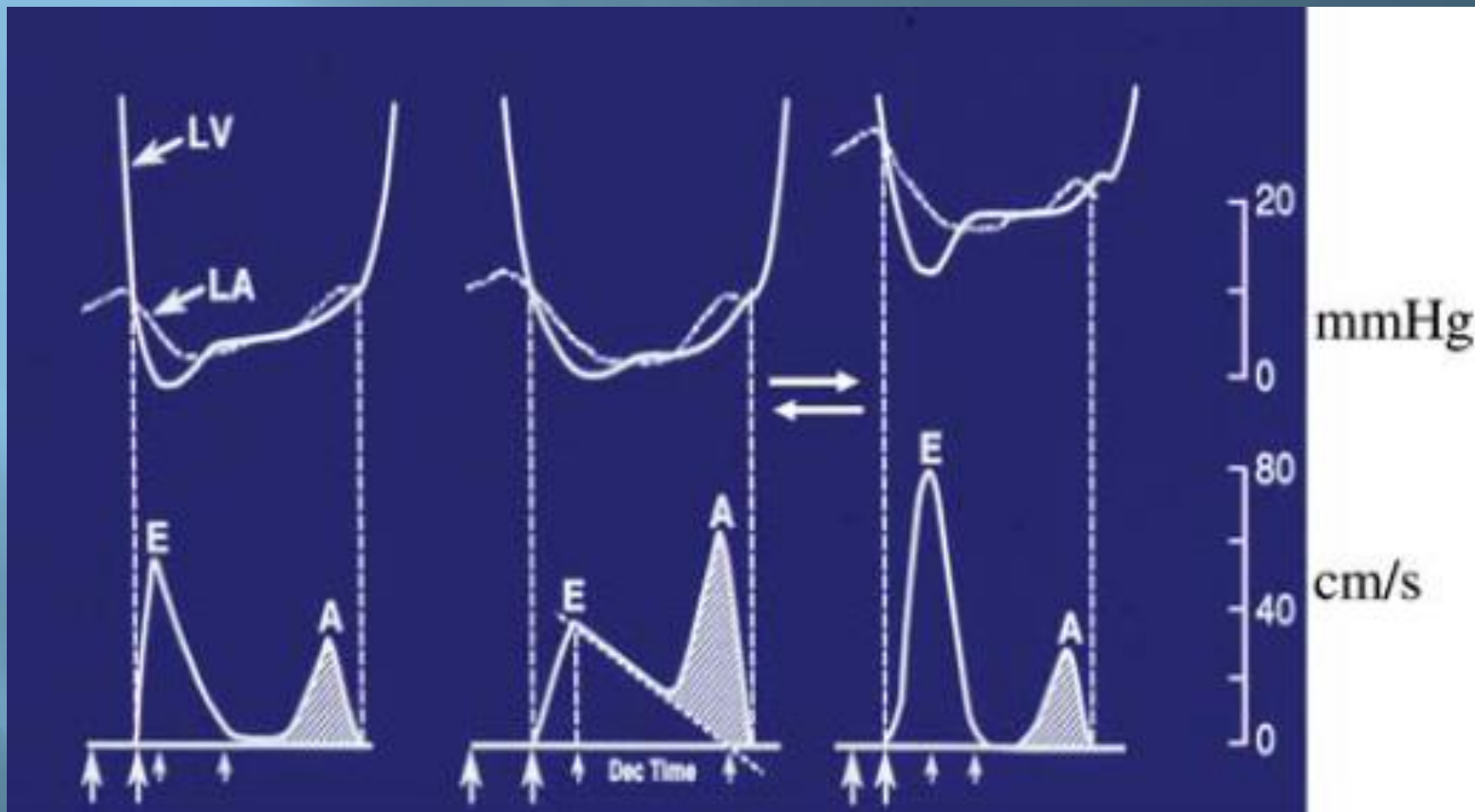
(J Am Soc Echocardiogr 2016;29:277-314.)

Keywords: Diastole, Echocardiography, Doppler, Heart failure

Трансмитральный поток



ОСНОВНЫЕ ОБРАЗЦЫ ТМП



Норма

Нормальное Рлп

Повышенное Рлп

Замедленная релаксация

НОРМАЛЬНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ДИАСТОЛЫ

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 é (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 é/á 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 é (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 é/á 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)

Ключевые моменты

1. PW исследование ТМК выполняется из апикального доступа в 4-х камерной позиции
2. Контрольный объем 1 – 3 мм устанавливается между кончиков створок МК в диастолу для получения четкого профиля кровотока
3. Основные измерения включают скорость пиков E и A, отношение E/A, DT и ВИР (IVRT)
4. Различают нормальный ТМК, удлинение релаксации, псевдонормальный и рестриктивный типы заполнения ЛЖ

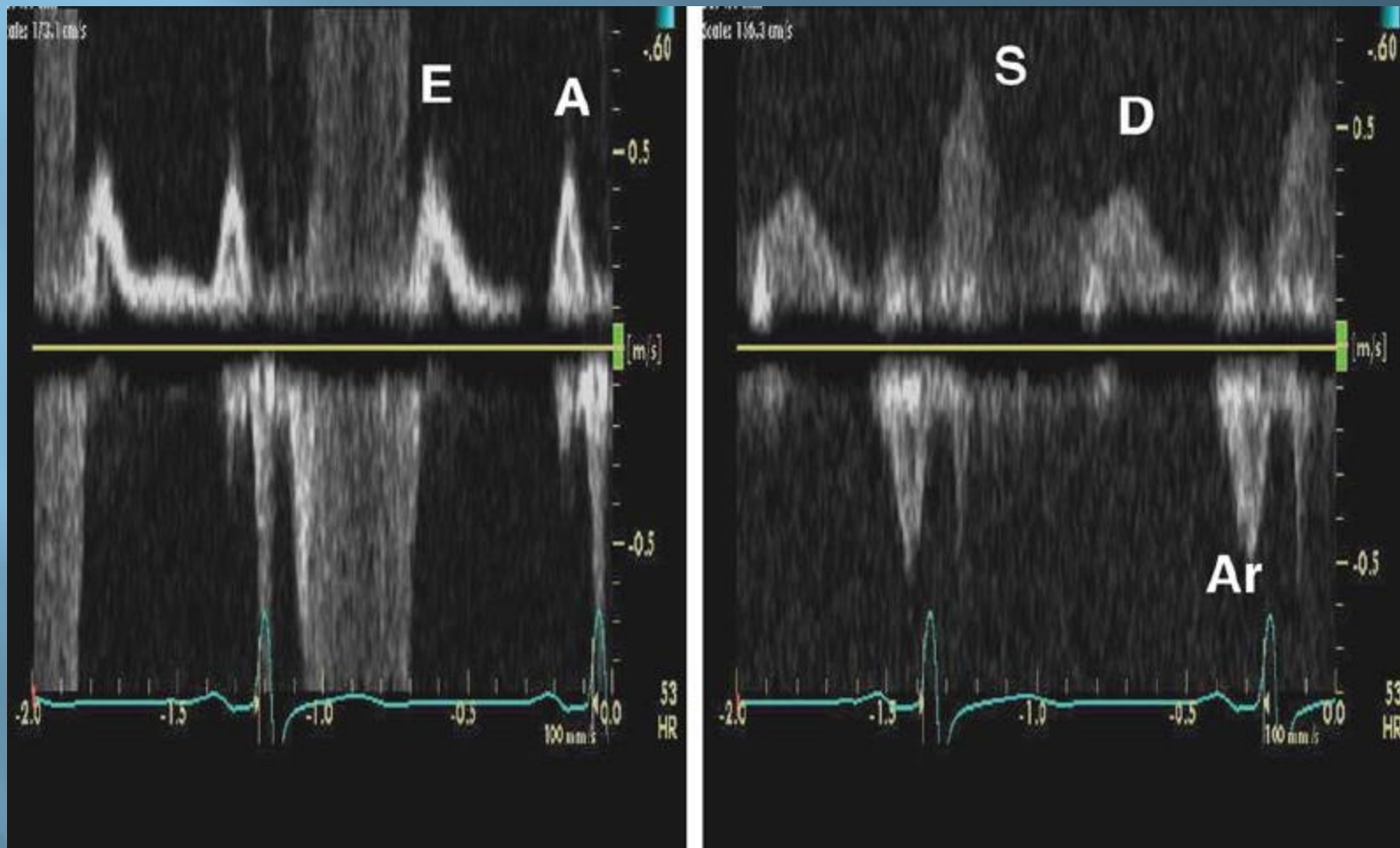
Ключевые моменты

5. У пациентов с дилатационной кардиомиопатией тип диастолического заполнения ЛЖ лучше коррелирует с давлением заполнения, функциональным классом и прогнозом, чем ФВ ЛЖ
6. У пациентов с поражением коронарных артерий и гипертрофической КМП с ФВ ЛЖ $\geq 50\%$ показатели митрального кровотока плохо коррелируют с показателями гемодинамики

Проба Вальсальвы

1. Проба Вальсальвы выполняется как сильный (около 40 мм рт.ст.) выдох при закрытых рте и носе, что производит комплекс гемодинамических изменений и снижает давление в ЛП
2. Проба Вальсальвы используется у пациентов, у которых ДФЛЖ остается неясной после исследования ТМК и скорости движения кольца МК
3. Снижение Е/А более 50% при выполнении пробы высоспецифично для повышенного давления заполнения ЛЖ, однако меньшее снижение не всегда указывает на нормальную ДФЛЖ

Кровоток в легочных венах



Кровоток в легочных венах

У пациентов со сниженной ФВ снижение систолической фракции заполнения ЛП (менее 40%) свидетельствует об увеличении жесткости ЛЖ и повышении среднего давления в ЛП.

Разница в продолжительности пиков A_r и A помогает различить пациентов с удлинением релаксации и нормальным давлением заполнения ЛЖ от пациентов с повышенным давлением в конце диастолы, но нормальным средним давлением в ЛП.

Ключевые моменты

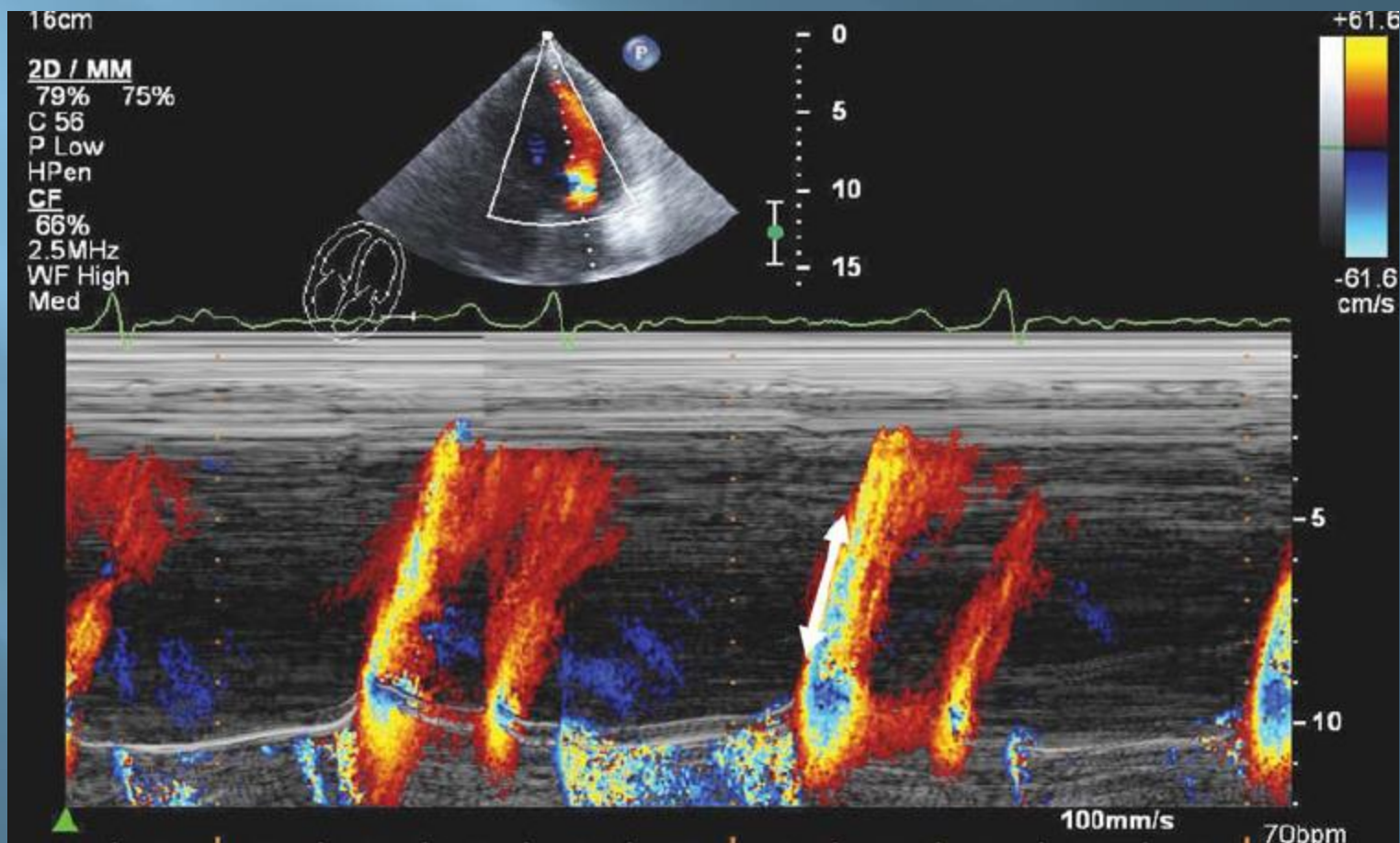
- 1) РВ исследование кровотока в легочных венах выполняется из 4-х камерной позиции.
- 2) Контрольный объем 2-3 мм устанавливается на расстоянии 0,5 см вглубь правой легочной вены для получения оптимальной записи.
- 3) Измерения включают измерения скорости пиков S и D, соотношения S/D, систолической фракции заполнения и скорости пика A_r .

Помимо этого рассчитываются разница продолжительности A_r и митральной волны A ($A_r - A$).

Ключевые моменты

- 4) С увеличением конечно-диастолического давления ЛЖ, скорость и продолжительность A_r увеличиваются, также, как и разница $A_r - A$.
- 5) У пациентов со сниженной ФВ уменьшение систолической фракции заполнения ЛП ниже 40% связано с увеличением жесткости ЛП и увеличением среднего давления в ЛП.

Скорость распространения волны заполнения (Color M-Mode Vp)



Скорость распространения волны заполнения (Color M-Mode Vp)

- 1) Исследование выполняется из апикального доступа используя цветовой м-режим
 - 2) Курсор м-режима ориентируется через центр митрального клапана к верхушке сердца, уменьшая шкалу таким образом, чтобы центральный высокоскоростной поток был синим.
- .

Color M-Mode - Vp

3) V_p измеряется как наклон скорости, определяемой по алайзингу от плоскости МК на 4 см вглубь полости ЛЖ.

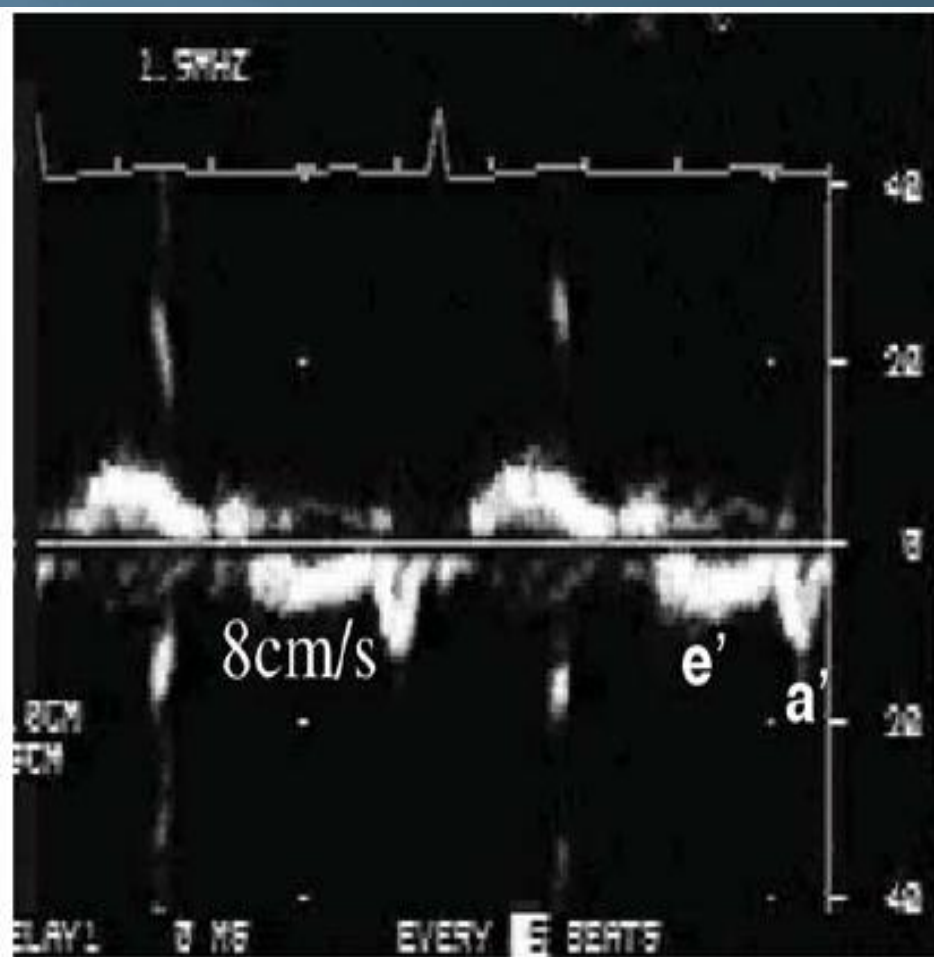
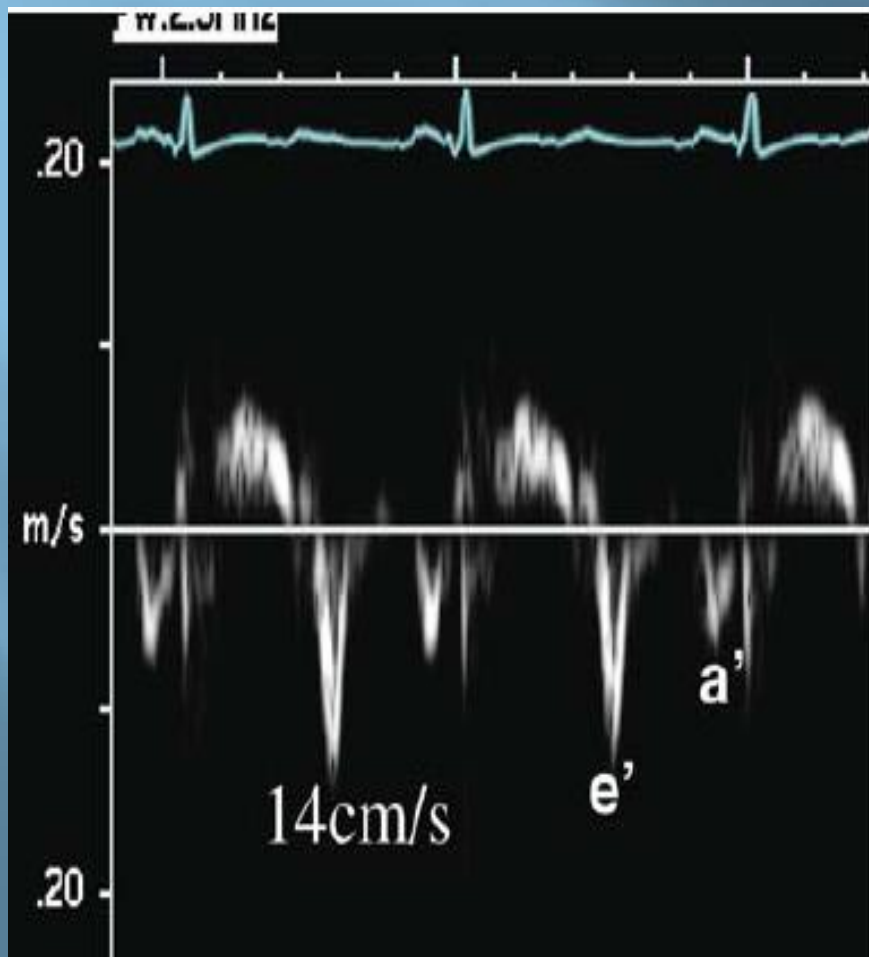
4) $V_p \geq 50$ cm/s рассматривается как норма

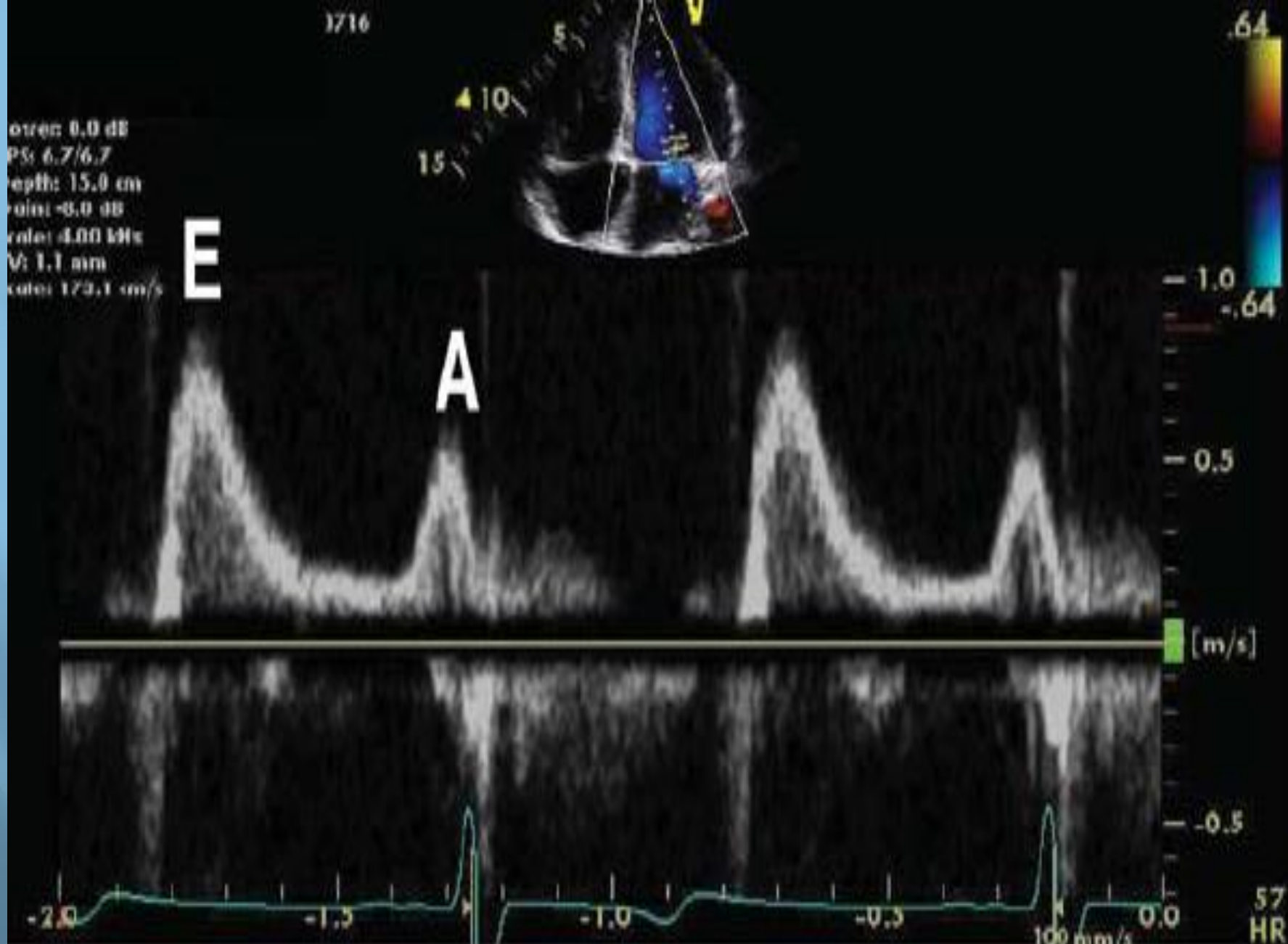
5) У большинства пациентов со сниженной ФВ V_p уменьшена и требуются другие доплеровские индексы: E/V_p отношение ≥ 2.5 указывает на давление заклинивания ЛА выше 15 mm Hg с достаточной точностью

6) У пациентов с нормальным объемом и ФВ ЛЖ но повышенным давлением заполнения ЛЖ может определяться нормальная V_p .

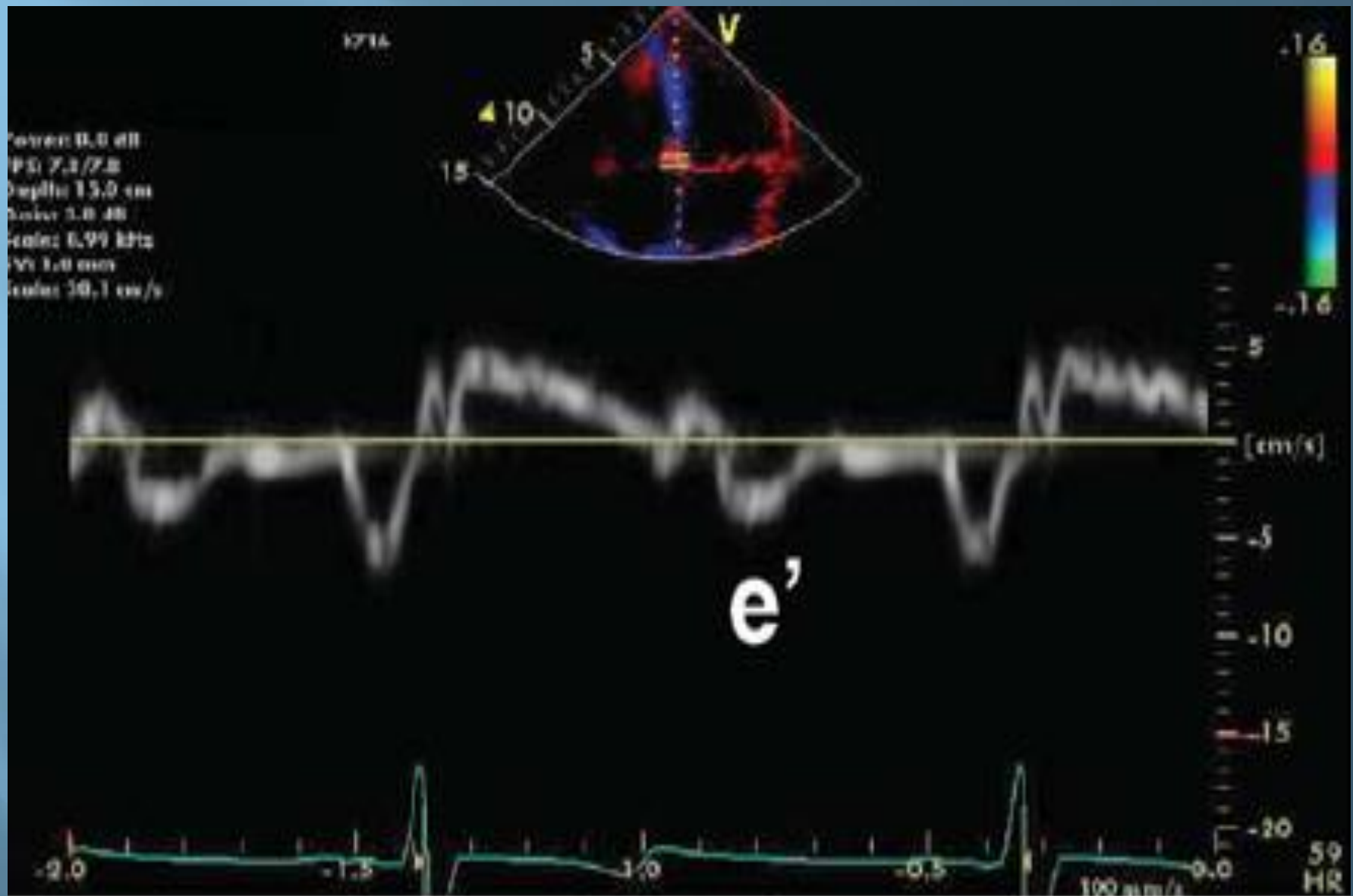
Импульсный DTI

Движение кольца МК

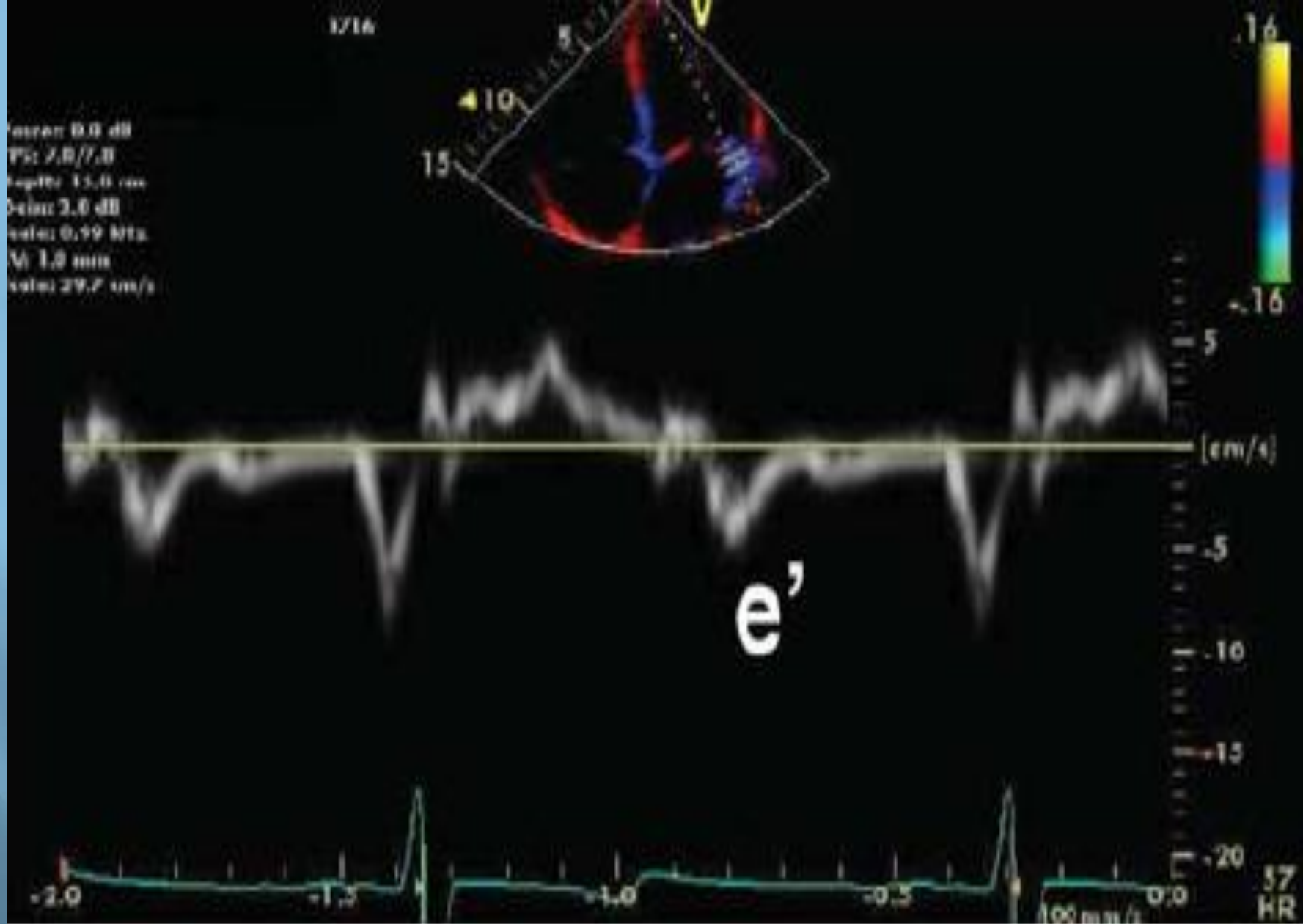




ТРАНСМИТРАЛЬНЫЙ ПОТОК



$$\text{Septal } E/e' = 80/4 = 20$$



$$\text{Lateral } E/e' = 80/5 = 16$$

Ключевые моменты

- 1) Движение кольца МК в PW DTI получают из апикальной позиции датчика.
- 2) Контрольный объем должен быть установлен на кольцо МК и перекрывать систолическое и диастолическое его движение
- 3) Запись должна быть произведена на скорости 50 – 100 см/с при задержке дыхания в конце выдоха. Для оценки усредняется 3 последовательных кардиоцикла.
- 4) Основные измерения включают систолическую, раннюю (e') и позднюю (a') диастолические скорости..

Ключевые моменты

5) Рекомендуется получить и измерить e' с септальной и латеральной сторон митрального кольца и рассчитать среднюю величину.

6) У пациентов с кардиальной патологией e' может быть использован для коррекции влияния скорости релаксации ЛЖ на митральную скорость E . E/e' отношение может быть применено в качестве предиктора давления заполнения ЛЖ

7) E/e' отношение не может использоваться как надежный показатель давления заполнения ЛЖ у здоровых людей, или у пациентов с выраженным кальцинозом МК, при пороках МК и при констриктивном перикардите.

Оценка релаксации ЛЖ

ключевые моменты

- 1) IVRT сам по себе имеет ограничения в точности отражения времени релаксации, подвергаясь влиянию пред- и постнагрузки
- 2) Большинство пациентов с e' (боковой) 8.5 cm/s или e' (перегородочной), 8 cm/s имеют замедленную левожелудочковую релаксацию.
- 3) V_r является наиболее надежным показателем, отражающим левожелудочковую релаксацию у пациентов со сниженной ФВ ЛЖ и дилатацией левого желудочка. В других группах предпочтительнее использовать другие показатели.
- 4) В перспективе для оценки релаксации могут быть использованы показатели клапанной регургитации.

Оценка жесткости ЛЖ

В настоящее время в рутинной ЭхоКГ не используется.

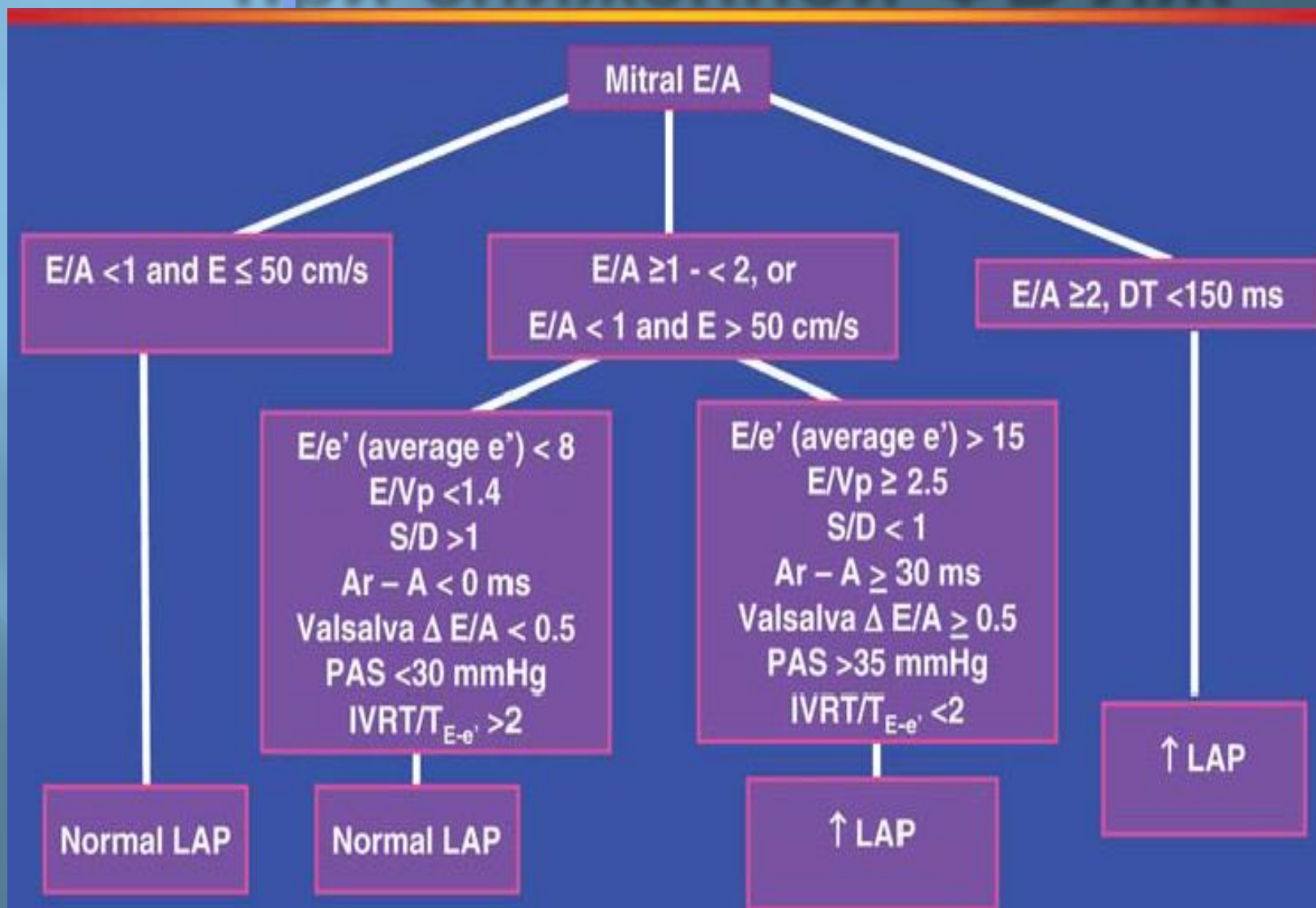
Отличия констриктивного перикардита от РКМП

Variable	Restriction	Constriction
Septal motion	Normal	Respiratory shift
Mitral E/A ratio	>1.5	>1.5
Mitral DT (ms)	<160	<160
Mitral inflow respiratory variation	Absent	Usually present
Hepatic vein Doppler	Inspiratory diastolic flow reversal	Expiratory diastolic flow reversal
Mitral septal annular é	Usually <7 cm/s	Usually >7 cm/s
Mitral lateral annular é	Higher than septal é	Lower than septal é
Ventricular septal strain	Reduced	Usually normal

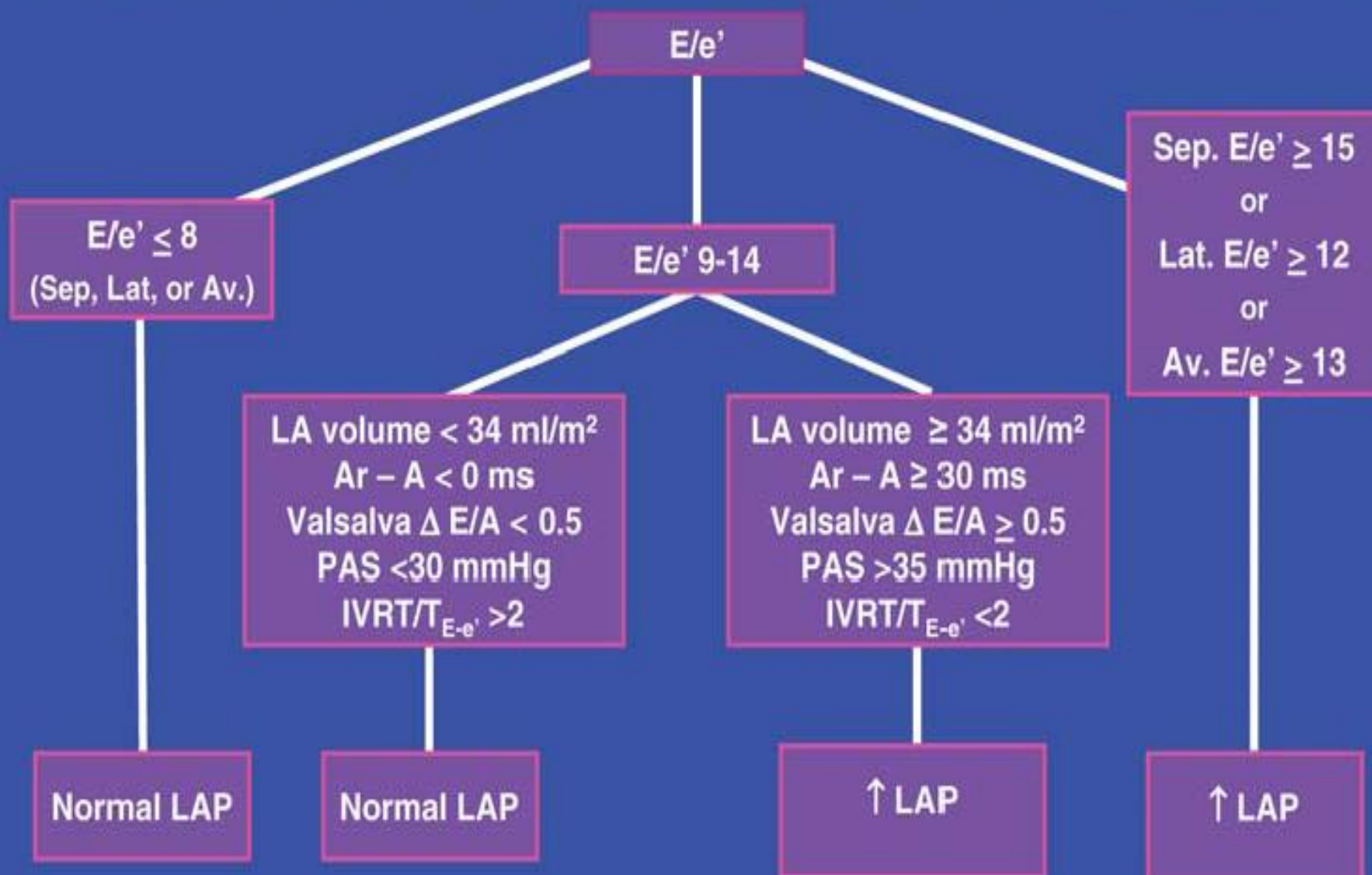
Рекомендации для эхокардиографических лабораторий

Когда техническое оснащение лаборатории достаточно и выводы достоверны, отчет должен включать заключение о давлении заполнения ЛЖ и степени диастолической дисфункции.

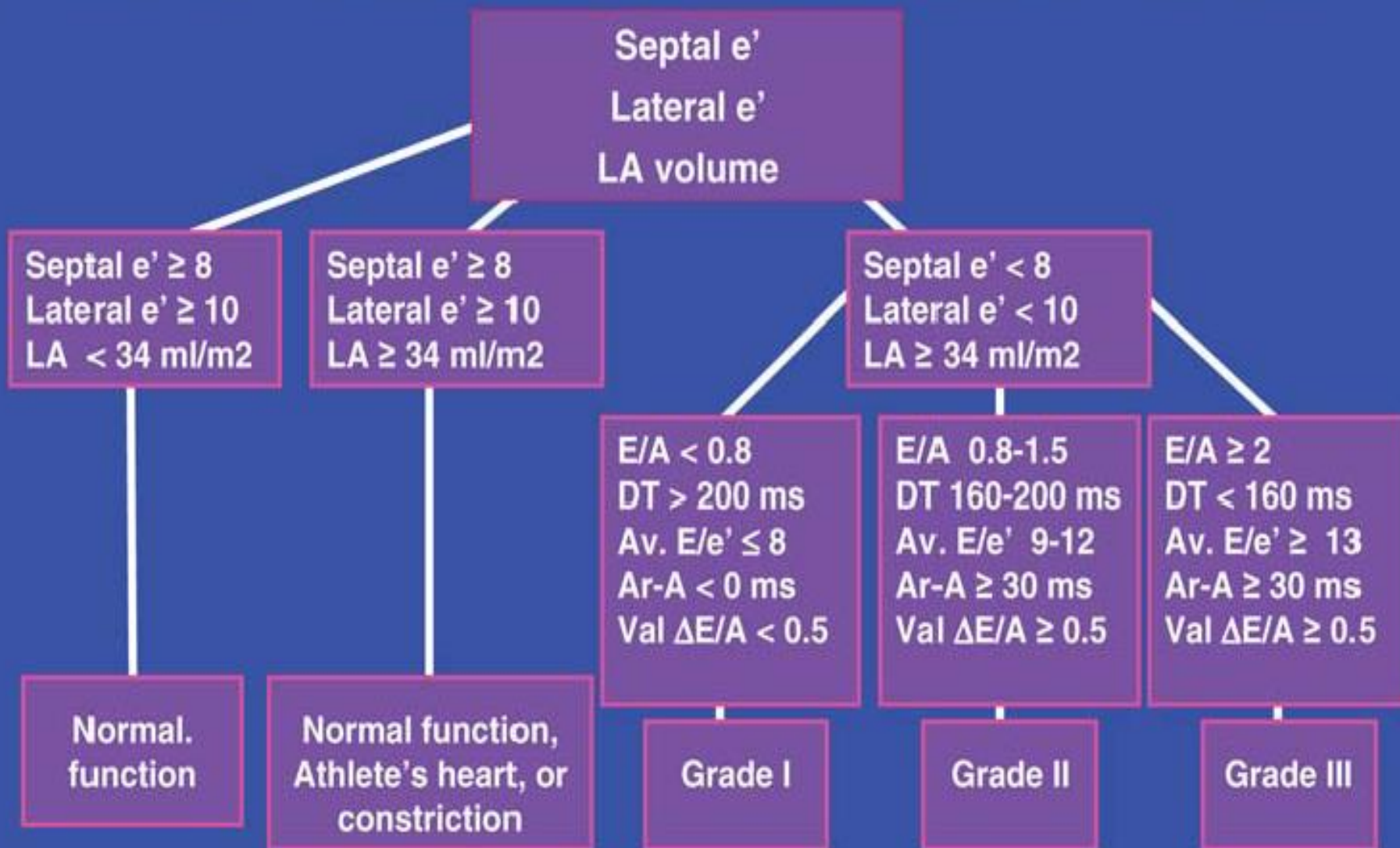
Оценка давления заполнения при сниженной ФВ ЛЖ



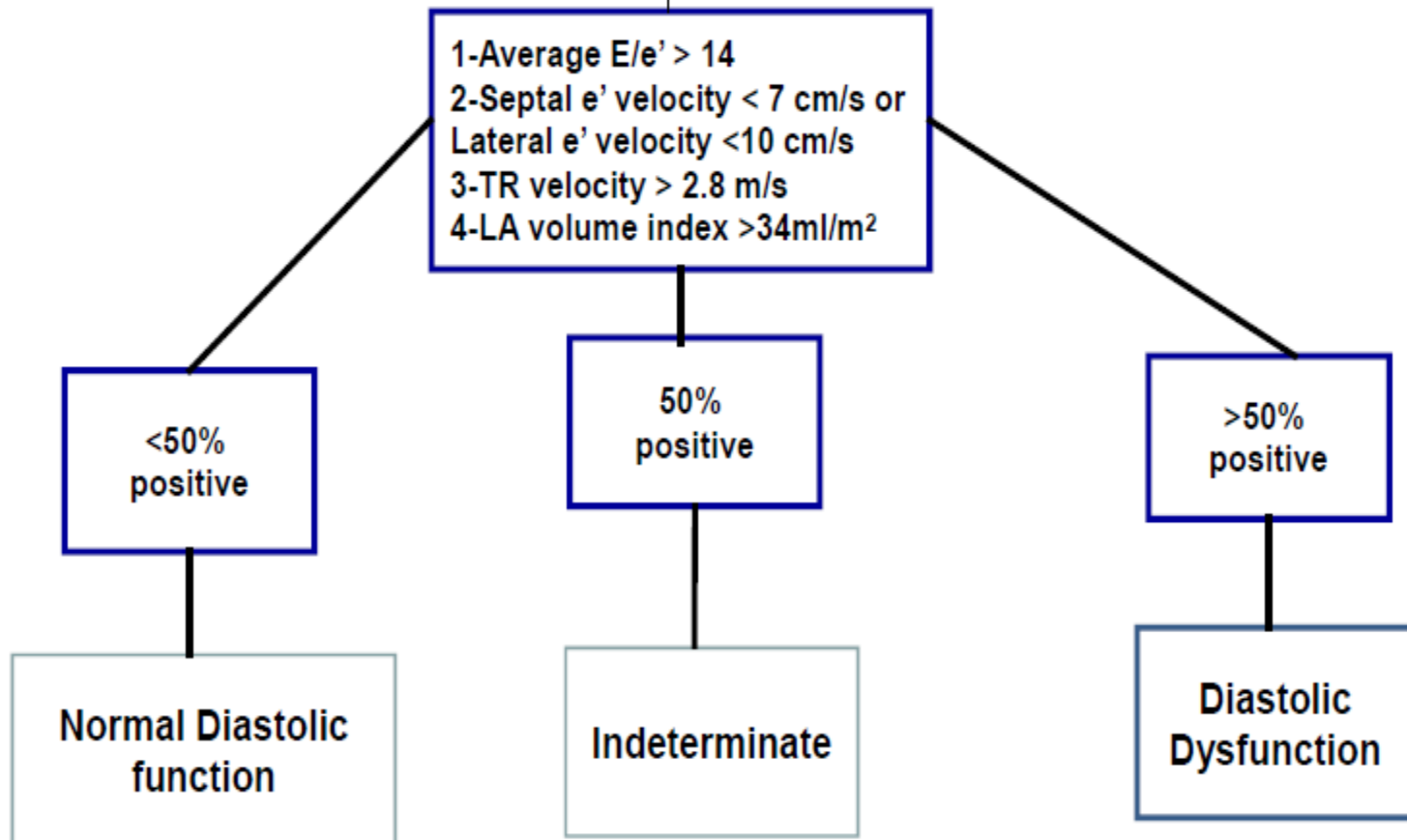
Оценка давления заполнения при нормальной ФВ ЛЖ



Рекомендации для типирования ДФЛЖ



In patients with normal LV EF



Mitral Inflow

$E/A \leq 0.8 + E \leq 50 \text{ cm/s}$

$E/A \leq 0.8 + E > 50 \text{ cm/s}$
or
 $E/A > 0.8 - < 2$

$E/A \geq 2$

3 criteria to be evaluated*

2 of 3 or 3 of 3
Negative

1-Average $E/e' > 14$
2-TR velocity $> 2.8 \text{ m/s}$
3-LA Vol. index $> 34 \text{ ml/m}^2$

2 of 3 or 3 of 3
Positive

When only 2 criteria are available

2 negative

1 positive and
1 negative

2 positive

Normal LAP
Grade I Diastolic
Dysfunction

Cannot determine
LAP and Diastolic
Dysfunction
Grade*

↑ LAP
Grade II Diastolic
Dysfunction

↑ LAP
Grade III Diastolic
Dysfunction

If Symptomatic

Consider CAD, or
proceed to diastolic
stress test

Table 4 LV relaxation, filling pressures and 2D and Doppler findings according to LV diastolic function

	Normal	Grade I	Grade II	Grade III
LV relaxation	Normal	Impaired	Impaired	Impaired
LAP	Normal	Low or normal	Elevated	Elevated
Mitral E/A ratio	≥ 0.8	≤ 0.8	>0.8 to <2	>2
Average E/e' ratio	<10	<10	10–14	>14
Peak TR velocity (m/sec)	<2.8	<2.8	>2.8	>2.8
LA volume index	Normal	Normal or increased	Increased	Increased

ГИПЕРТРОФИЧЕСКАЯ КАРДИОМИОПАТИЯ

1. Variables recommended for evaluation of diastolic function in patients with HCM are average E/e' ratio (>14), LA volume index ($>34 \text{ mL/m}^2$), pulmonary vein atrial reversal velocity (Ar-A duration $\geq 30 \text{ msec}$), and peak velocity of TR jet by CW Doppler ($>2.8 \text{ m/sec}$). The parameters can be applied irrespective of the presence or absence of dynamic obstruction and MR, except for patients with more than moderate MR, in whom only Ar-A duration and peak velocity of TR jet are still valid.
2. If more than half of the variables (total available variables three or four) meet the cut-off values, then LAP is elevated and grade II diastolic dysfunction is present. If $<50\%$ of the variables (total available variables three or four) meet the cutoff values, then LAP is normal and grade I diastolic dysfunction is present. In case of 50% discordance with two or four available variables, findings are inconclusive to estimate LAP. Estimation of LAP is not recommended if there is only parameter with a satisfactory signal.
3. Grade III diastolic dysfunction is present in the presence of a restrictive filling pattern and abnormally reduced mitral annular e' velocity (septal $<7 \text{ cm/sec}$, lateral $<10 \text{ cm/sec}$).

РЕСТРИКТИВНАЯ КМП

1. Patients with early disease usually have grade I diastolic dysfunction that progresses to grade II as the severity of the disease advances.
2. In patients with advanced disease, grade III diastolic dysfunction is present and is characterized by mitral inflow E/A ratio > 2.5 , DT of E velocity < 150 msec, IVRT < 50 msec, and decreased septal and lateral e' velocities (3–4 cm/sec).
3. Patients with constrictive pericarditis usually have septal e' velocity higher than lateral e' velocity, or annulus reversus, and E/ e' ratio should not be used to estimate LV filling pressures in patients with constrictive pericarditis.

MAC

. MAC frequently accompanies hypertensive heart disease, aortic sclerosis, coronary artery disease and chronic kidney disease and is prevalent in elderly patients. In patients with moderate to severe MAC, mitral orifice area is decreased, leading to increased diastolic transmitral velocities, while lateral or posterior e_0 may be decreased due to restriction of the posterior mitral leaflet excursion. Thus, an increase in E/e_0 ratio occurs due to the mechanical effect of mitral calcification. Since underlying conditions such as hypertension may also cause diastolic dysfunction, separation of the effect of mitral calcification from that of LV diastolic dysfunction on E/e_0 ratio may not be possible in the individual patient. It is not known if septal e_0 velocity or myocardial velocities distal to annular calcification can be of value in these patients.

AF

1. Peak TR velocity > 2.8 m/sec is suggestive of elevated LAP.
2. In patients with depressed LVEFs, mitral DT (#160 msec) has reasonable accuracy for the prediction of increased LV diastolic pressures and adverse clinical outcomes.
3. In patients with incomplete TR jet other Doppler measurements can be applied, including peak acceleration rate of mitral E velocity $\$ 1,900$ cm/sec², IVRT # 65 msec, DT of pulmonary venous diastolic velocity # 220 msec, E/Vp ratio $\$ 1.4$, and E/e0 ratio $\$ 11$.
4. The variability of mitral inflow velocity with the RR cycle length is of value in patients with AF, as patients with increased filling pressures have less beat to beat variation

Table 6 Assessment of LV filling pressures in special populations

Disease	Echocardiographic measurements and cutoff values
AF ^{43,94-99}	<ul style="list-style-type: none"> Peak acceleration rate of mitral E velocity ($\geq 1,900$ cm/sec²) IVRT (≤ 65 msec) DT of pulmonary venous diastolic velocity (≤ 220 msec) E/Vp ratio (≥ 1.4) Septal E/e' ratio (≥ 11)
Sinus tachycardia ^{41,44}	<ul style="list-style-type: none"> Mitral inflow pattern with predominant early LV filling in patients with EFs <50% IVRT ≤ 70 msec is specific (79%) Pulmonary vein systolic filling fraction $\leq 40\%$ is specific (88%) Average E/e' >14 (this cutoff has highest specificity but low sensitivity) When E and A velocities are partially or completely fused, the presence of a compensatory period after premature beats often leads to separation of E and A velocities which can be used for assessment of diastolic function
HCM ¹⁰⁰⁻¹⁰⁶	<ul style="list-style-type: none"> Average E/e' (>14) Ar-A (≥ 30 msec) TR peak velocity (>2.8 m/sec) LA volume (>34 mL/m²).
Restrictive cardiomyopathy ^{13,107-109}	<ul style="list-style-type: none"> DT (<140 msec) Mitral E/A (>2.5) IVRT (<50 msec has high specificity) Average E/e' (>14)
Noncardiac pulmonary hypertension ³²	<ul style="list-style-type: none"> Lateral E/e' can be applied to determine whether a cardiac etiology is the underlying reason for the increased pulmonary artery pressures When cardiac etiology is present, lateral E/e' is >13, whereas in patients with pulmonary hypertension due to a noncardiac etiology, lateral E/e' is <8
Mitral stenosis ¹¹⁰	<ul style="list-style-type: none"> IVRT (<60 msec has high specificity) IVRT/T_{E-e'} (<4.2) Mitral A velocity (>1.5 m/sec)
MR ¹¹⁰⁻¹¹²	<ul style="list-style-type: none"> Ar-A (≥ 30 msec) IVRT (<60 msec has high specificity) IVRT/T_{E-e'} (<5.6) may be applied for the prediction of LV filling pressures in patients with MR and normal EFs Average E/e' (>14) may be considered only in patients with depressed EFs

A comprehensive approach is recommended in all of the above settings, which includes estimation of PASP using peak velocity of TR jet (>2.8 m/

Table 5 Examples of conclusions on LV diastolic function from clinical laboratories

Example 1 (conclusion would contain an item from each of 1, 2, and 3)

1. LV relaxation impaired or normal
2. LV filling pressures normal, elevated or borderline elevated
3. Grade I diastolic dysfunction or grade II diastolic dysfunction or grade III diastolic dysfunction

Example 2 (conclusion would contain one of the six options shown to the right)

- a. Normal diastolic function
- b. Impaired LV relaxation, normal LAP
- c. Impaired LV relaxation, mildly elevated LAP
- d. Impaired LV relaxation, elevated LAP
- e. Restrictive LV filling pattern, indicating markedly elevated LAP
- f. Indeterminate

Example 3 (conclusion would contain one of the six options shown to the right)

- a. Normal diastolic function
- b. Impaired LV relaxation, normal LAP
- c. Impaired LV relaxation, increased LVEDP
- d. Impaired LV relaxation, elevated LAP
- e. Restrictive LV filling pattern, indicating markedly elevated LAP
- f. Indeterminate

Example 4 (conclusion would contain one of the five options shown to the right)

1. Normal diastolic function and filling pressure
2. Grade 1 (impaired relaxation with low to normal filling pressure)
3. Grade 2 (moderate increase in filling pressure)
4. Grade 3 (marked elevation in filling pressure)

Example 5 (conclusion would contain one of the three options shown to the right)

1. Increased filling pressure
2. Normal filling pressure
3. Constrictive pericarditis

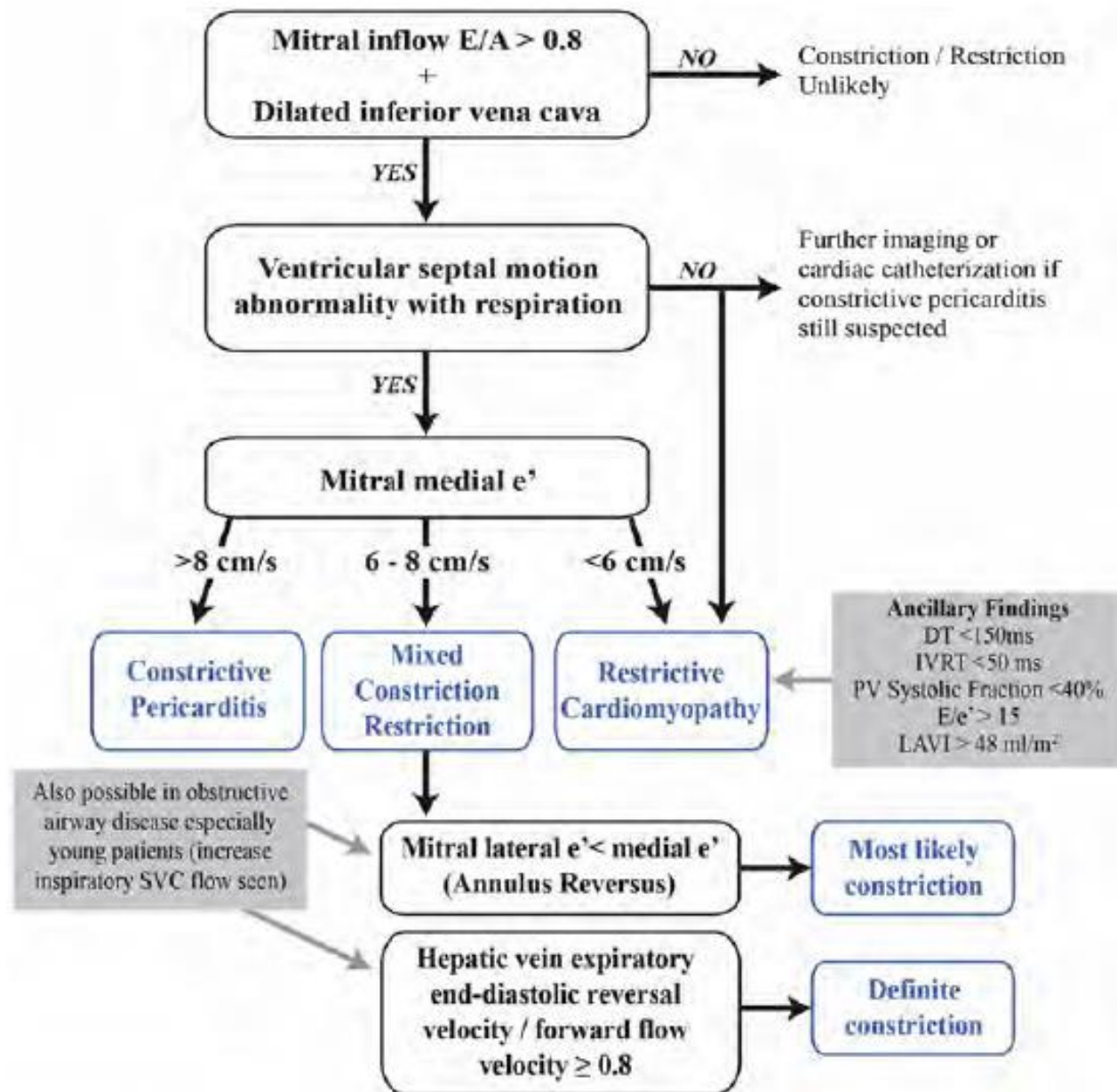


Figure 19 Algorithm comparing constrictive pericarditis and restrictive cardiomyopathy. Note restriction is associated with elevated E/A ratio, short DT and decreased mitral annular velocity (<6 cm/sec). The figure is based on data from Welch TD, Ling LH, Espinosa RE, et al. Echocardiographic diagnosis of constrictive pericarditis: Mayo Clinic criteria. *Circ Cardiovasc Imaging* 2014;7:526–34.

Определение объема левого предсердия ($N \leq 34$ мл/м²)



Variable	Restriction	Constriction
Septal motion	Normal	Respiratory shift
Mitral E/A ratio	.1.5 .	1.5
Mitral DT (ms)	,160 ,	160
Mitral inflow respiratory variation	Absent	Usually present
Hepatic vein Doppler f	Inspiratory diastolic flow reversal	Expiratory diastolic flow reversal
Mitral septal annular e´	Usually ,7 cm/s	Usually .7 cm/s
Mitral lateral annular e´	Higher than septal e´	Lower than septal e´
Ventricular septal strain	Reduced	Usually normal