



Нормальные параметры эхокардиографии

ГУ ННИИ ПК им. академика Е.Н. Мешалкина МЗ РФ
Зав. Лабораторией функциональной диагностики
и клинической физиологии к.м.н. Нарциссова Г.П.





В соответствии с рекомендациями Американской ассоциации эхокардиографии метод количественной двухмерной ЭхоКГ включает определение размеров, площади, объема ЛЖ и массы миокарда.



Линейные размеры левого желудочка определяют из парастернального доступа по длинной оси, по короткой оси на уровне папиллярных мышц и из апикального доступа.

Площадь ЛЖ определяют на парастернальном сечении ЛЖ по короткой оси на уровне папиллярных мышц в конце диастолы и систолы

В М-режиме определяют некоторые параметры, характеризующие состояние ЛЖ

Левый желудочек

КДР-3,7-5,6см

КСР-2,5-3,6см (не более 4,0 см)

КДО-58-154 мл (Teicholz)

КСО-25-54мл

УО-44-100мл

МО-3,5-7,5л/мин

СИ-2,0-4,1 л/м²

Толщина ЗСЛЖ, МЖП-0,6-1,1 (не более 1,2) см

Правый желудочек

Передне-задний размер-до 3,0 см

Толщина миокарда менее 0,5 см

Фиброзное кольцо трикуспидального клапана-2,7-3,4 см

Левое предсердие-1,9-4,0см

Аорта

Фиброзное кольцо-1,8-2,6см

Восходящий отдел-2,0-3,7см (не более 4,0 см)

Открытие клапана-1,5-2,6см

Площадь отверстия- больше 2,0см²

Легочная артерия

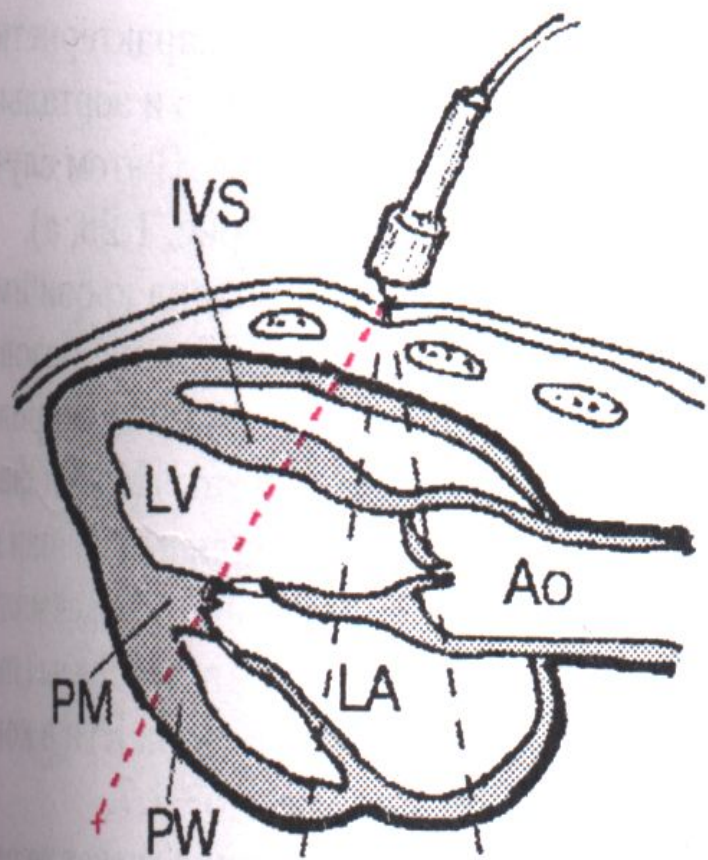
Фиброзное кольцо-1,8-2,5 см (не более 2,8 см)

диаметр ствола-до 3,0 см

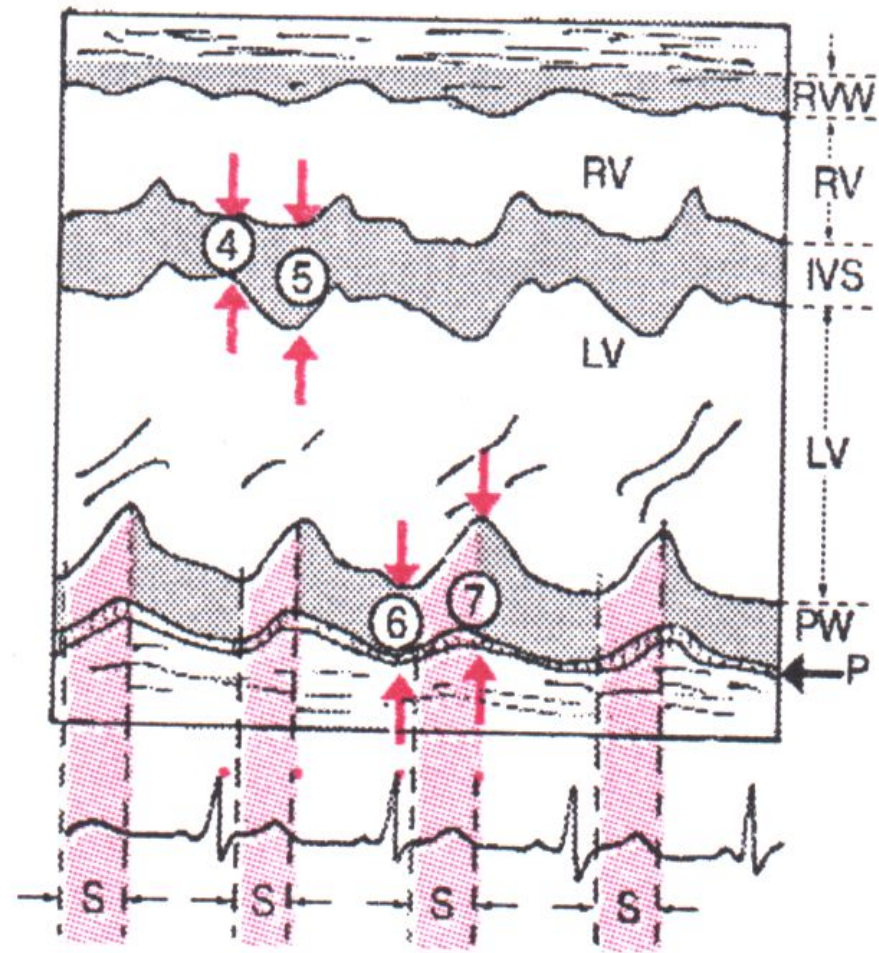
Митральный клапан

Фиброзное кольцо- 2,3-3,0 см

Площадь отверстия-3,0-6,0 см²



а



б

Рис. 1.27. Схема получения одномерной ЭхоКГ при сканировании из левого парастерального доступа на уровне папиллярных мышц.

Обозначения те же. Р — перикард, РМ — папиллярные мышцы, «4» и «5» — толщина МЖП во время диастолы и систолы, «6» и «7» — толщина ЗСЛЖ во время диастолы и систолы.

Некоторые эхокардиографические показатели у здоровых лиц

Показатель	Значения
<i>М-режим</i>	
КДРлж	38–56 мм
КСРлж	22–38 мм
КДРпж	15–22 мм
Длп	19–33 мм
ДА	20–36 мм
ТМд МЖП	7–10 мм
ТМд ЗСЛЖ	8–11 мм
Ампл. раскрытия АК	Более 18 мм
Сист. экскурсия МЖП	5–6 мм
Сист. экскурсия ЗСЛЖ	8–12 мм
<i>Режим доплер-ЭхоКГ (по L.Hatle, B.Angelsen, 1985)</i> (максимальные скорости потоков)	
Митральный поток (пик Е)	0,9 (0,6–1,3) м/с
Трикуспидальный поток (пик Е)	0,5 (0,3–0,7) м/с
Легочная артерия	0,75 (0,6–0,9) м/с
Выходной отдел ЛЖ (LVOT)	0,96 (0,7–1,1) м/с
Аорта	1,35 (1,0–1,7) м/с

Нормативы стандартных измерений у взрослых в апикальной 4-камерной позиции:

Диаметр ЛЖ не более 5,4 см

Размеры ЛП не более 4,0х4,08 см

Размеры ПП не более 3,8х4,6 см

Диаметр ПЖ не более 3,6 см

Диаметр НПВ не более 2,5 см

Диаметр ПВ не более 0,7 см

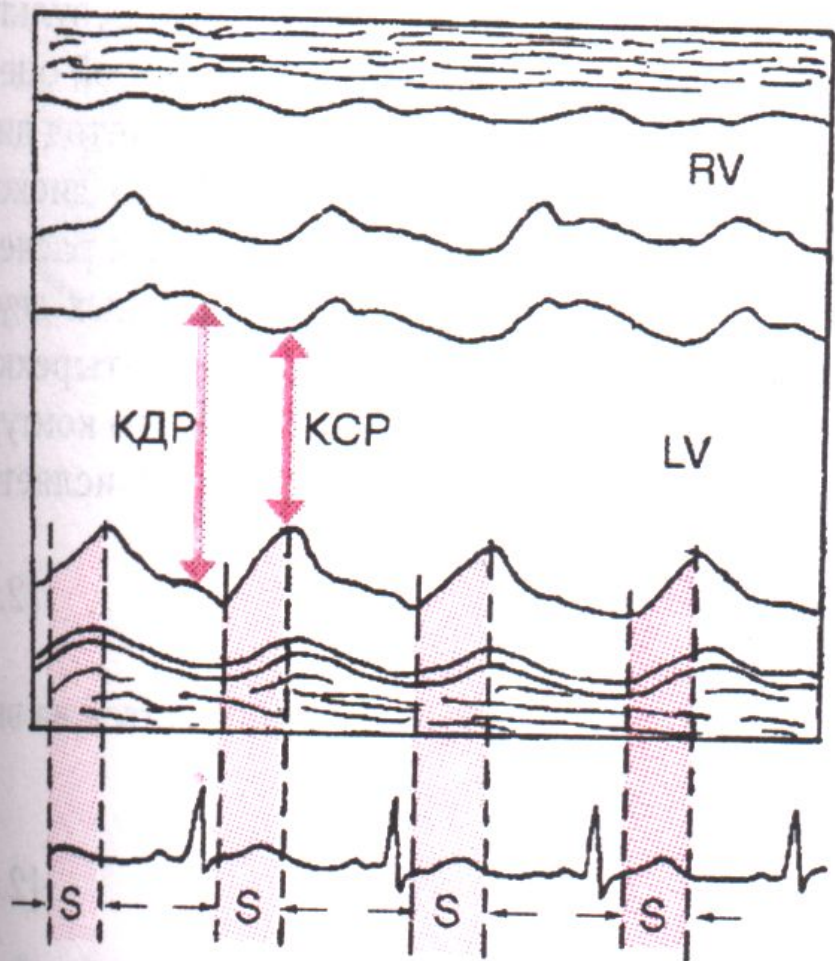
Нормальные значения массы миокарда



Масса миокарда (г)	Мужчины 135-183	Женщины 99-141
Индекс массы (г/м ²)	71-94	62-89

Нормы для детей (J.P. Lintermans , W.G. van Dorp)

Вес Кг	ЛЖ Мм	ЗСЛЖ мм	МЖП мм	ПЖ мм	ЛП мм	АО мм	ЛА
0-11,5	13-32 (24)	4-6 (5)	4-6 (5)	3-15 (9)	7-23 (17)	7-17 (13)	
11,6-22,9 (17,7)	24-38 (34)	5-7 (6)	5-7 (6)	4-15 (10)	17-27 (22)	13-22 (17)	
23-34,3 (28,1)	33-45 (38)	6-7 (7)	6-7 (7)	7-18 (11)	19-28 (23)	17-23 (20)	
34,4-45,7 (40,5)	35-47 (41)	7-8 (7)	7-8 (7)	7-16 (12)	20-30 (24)	19-27 (22)	
45.8-57 (51.3)	37-49 (43)	7-8 (7)	7-8 (7)	8-17 (13)	21-30 (24)	17-27 (23)	
57.1-91.0		7-8 (7)	7-8 (7)		21-37 (28)	22-28 (24)	
	39-56	6-12	6-12	30	15-40	20-37	20-40



$$KDO = \frac{7 \cdot (KDP)^3}{(2,4 + KDP)}$$

$$KCO = \frac{7 \cdot (KCP)^3}{(2,4 + KCP)}$$

$$UO = KDO - KCO$$

$$FB = \frac{UO}{KDO}$$

Рис. 2.1. М-модальная ЭхоКГ, зарегистрированная из левого парастерального доступа, и расчет основных гемодинамических показателей (по L. Teicholz).

КДР и КСР — конечный диастолический и конечный систолический размеры ЛЖ; КДО и КСО — конечный диастолический и конечный систолический объемы ЛЖ; УО — ударный объем; ФВ — фракция выброса.

Минутный объем

$$CO = UO \times ЧСС$$

(3,5-7,5 л/мин)

Сердечный индекс

(2,0-4,1 л/м²)

Фракция укорочения (FS) -


степень передне-заднего укорочения ЛЖ

$$ФУ = \frac{КДР - КСР}{КДР} \%$$

(28-45%)

$$ФВ = \frac{УО}{КДО}$$

(50-75%)



Вычисление объема ЛЖ по данным двухмерной ЭХО
зависит от выбора его стереометрической модели

Модифицированный алгоритм Симпсона (метод дисков)

В апикальной 4- и 2-камерной позициях ЛЖ автоматически
делится на 20 дисков одинаковой высоты

Объемы дисков суммируются

Более точный метод расчета объемов ЛЖ,

т.к. на его результаты мало влияет изменение формы ЛЖ

Иногда используется метод «площадь-длина»

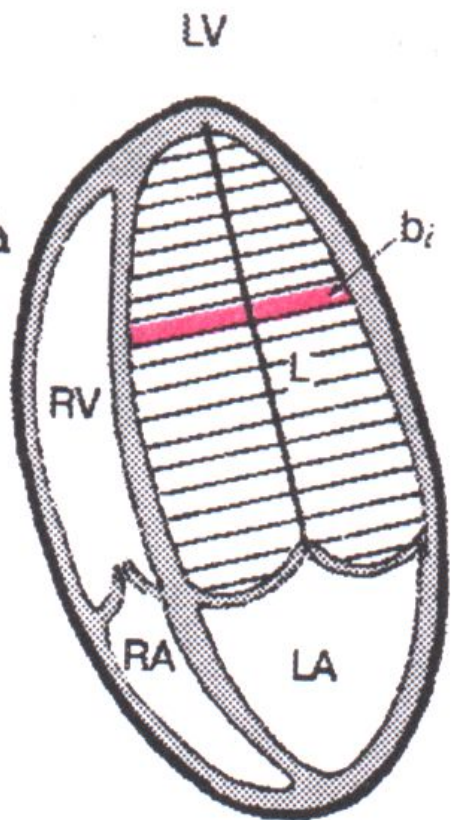
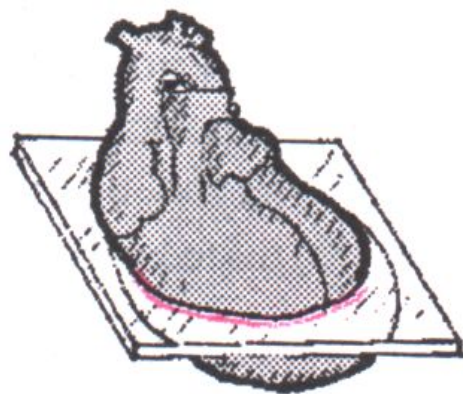
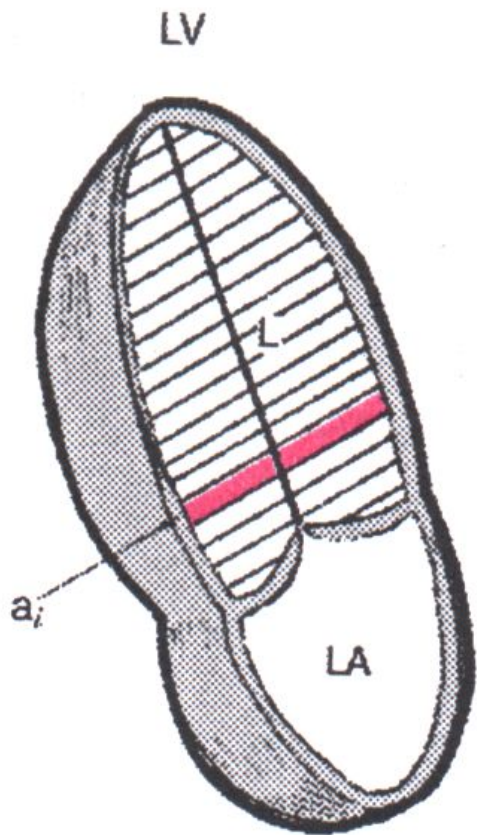
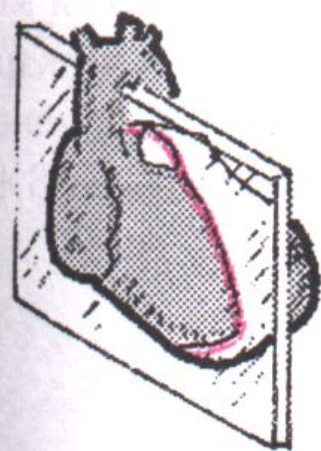


Рис. 2.2. Эхокардиографическое определение объемов левого желудочка по методу дисков (по Simpson). Расчет площади дисков (a_i и b_i) в позиции двухкамерного (а) и четырехкамерного (б) сердца. Объяснение и обозначения в тексте.

Метод «площадь-длина». При отсутствии региональных нарушений сократимости может быть использован еще один простой метод определения УО с помощью двухмерной эхокардиографии. На эхокардиограмме четырехкамерного или двухкамерного сердца (рис. 2.3), зарегистрированной из верхушечного доступа, планиметрически определяют площадь полости ЛЖ (A) и его длину (L). Объем ЛЖ (V) определяют по формуле:

$$V = \frac{8 \cdot A^2}{3\pi \cdot L} = \frac{0,85 \cdot A^2}{L}, \quad [2]$$

где A – площадь ЛЖ на изображении и L – длина полости ЛЖ.

Дальнейший расчет гемодинамических показателей проводится по классическим формулам:

$$УО = КДО - КСО, \quad [2]$$

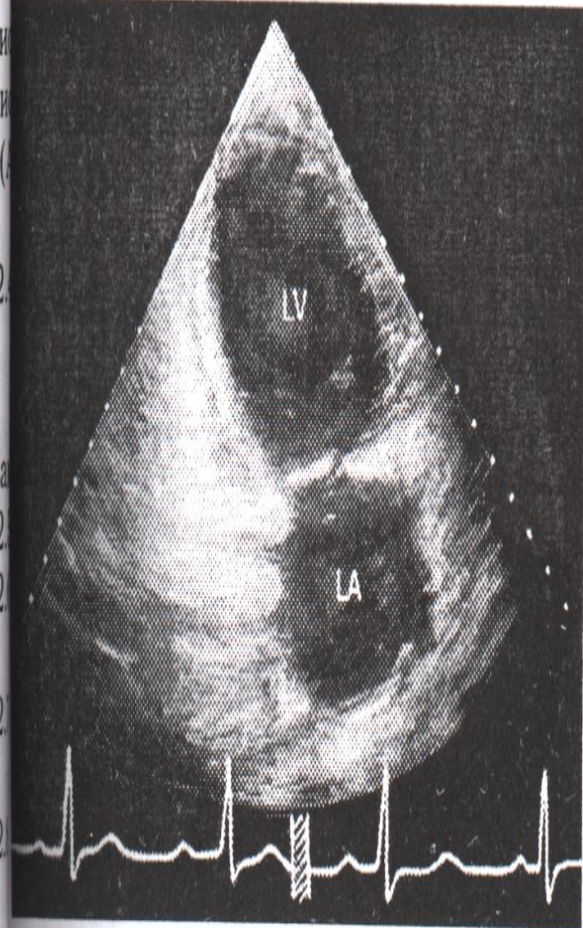
$$МО = УО \cdot ЧСС, \quad [2]$$

$$ФВ = \frac{КДО - КСО}{КДО}, \quad [2]$$

$$УИ = \frac{УО}{S}, \quad [2]$$

$$СИ = \frac{МО}{S}, \quad [2]$$

где МО – минутный объем, УИ – ударный индекс, СИ – сердечный индекс, S – площадь поверхности тела, определяемая по специальным номограммам.



а



б

Рис. 2.3. Эхокардиограмма двухкамерного сердца, зарегистрированная из верхушечного доступа (а). Расчет гемодинамических показателей по методу «площадь-длина» (б).

V – объем ЛЖ; A – площадь ЛЖ в позиции двухкамерного сердца; L – длина


Таблица 2.1

Средние значения основных гемодинамических показателей по данным ЭхоКГ

Гемодинамические показатели	М-режим	Двухмерная эхокардиограмма		
		Метод «площадь-длина» (апикальная позиция)		Метод дисков (по Simpson)
		4-камерная	2-камерная	
КДО м-ны (мл)	110–145	112	130	111
КДО ж-ны (мл)		89	92	80
Индекс КДО (мл/м ²)	55–73	57	63	55
КСО м-ны (мл)	45–75	45	52	45
КСО ж-ны (мл)		36	39	35
Индекс КСО (мл/м ²)	23–38	23	26	23
УО м-ны (мл)	60–80	68	78	67
УО ж-ны (мл)		54	56	48
УИ (мл/м ²)	25–34	30–38	31–44	27–38
ФВ (%)	55–65	55–65	55–65	55–65
МО (л/мин)	3,5–4,5	3,5–4,5	3,5–4,5	3,5–4,5
СИ (л/мин/м ²)	1,9–2,5	1,9–2,5	1,9–2,5	1,9–2,5
ЛП м-ны	19–33 мм	41 мл	50 мл	41 мл
ЛП ж-ны		34 мл	36 мл	32 мл
Индекс ЛП	14,5–29 мм/м ²	24 мл/м ²	21 мл/м ²	21 мл/м ²
%ΔS (%)	28–43	–	–	–
V _{CF} (с-1)	0,8–1,2	–	–	–

Максимальные скоростные показатели в нормальном сердце по Допплеру (м/с)

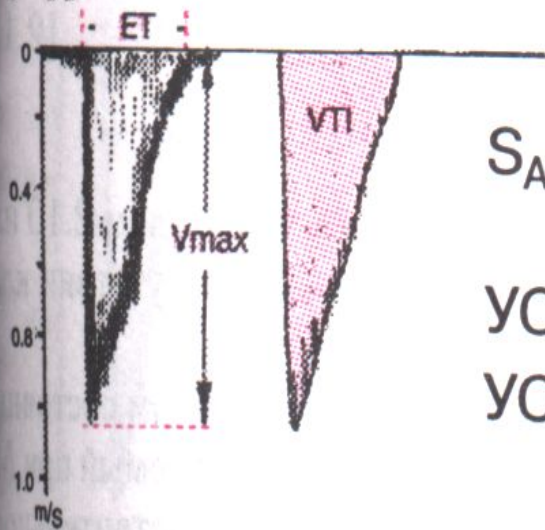
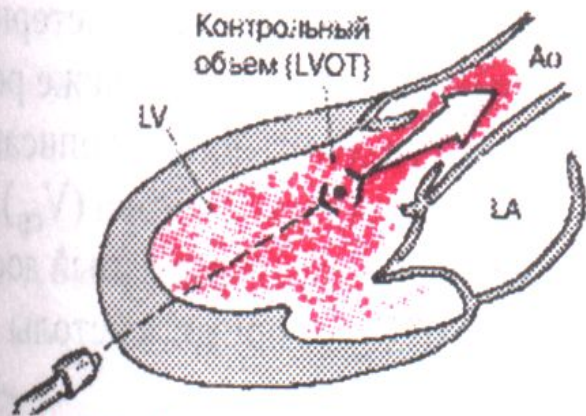
	Дети	Взрослые
Митральный поток	1,0 (0,8-1,3)	0,9 (0,6-1,3)
Трикуспидальный поток	0,6 (0,5-0,8)	0,5 (0,3-0,7)
Легочная артерия	0,9 (0,7-1,1)	0,75 (0,6-0,9)
Аорта	1,5 (1,2-1,8)	1,35 (1,0-1,7)
Левый желудочек	1,0 (0,7-1,2)	0,9 (0,7-1,1)



Вычисление градиента давления с помощью упрощенного уравнения Бернулли:

□ $P=4V^2$

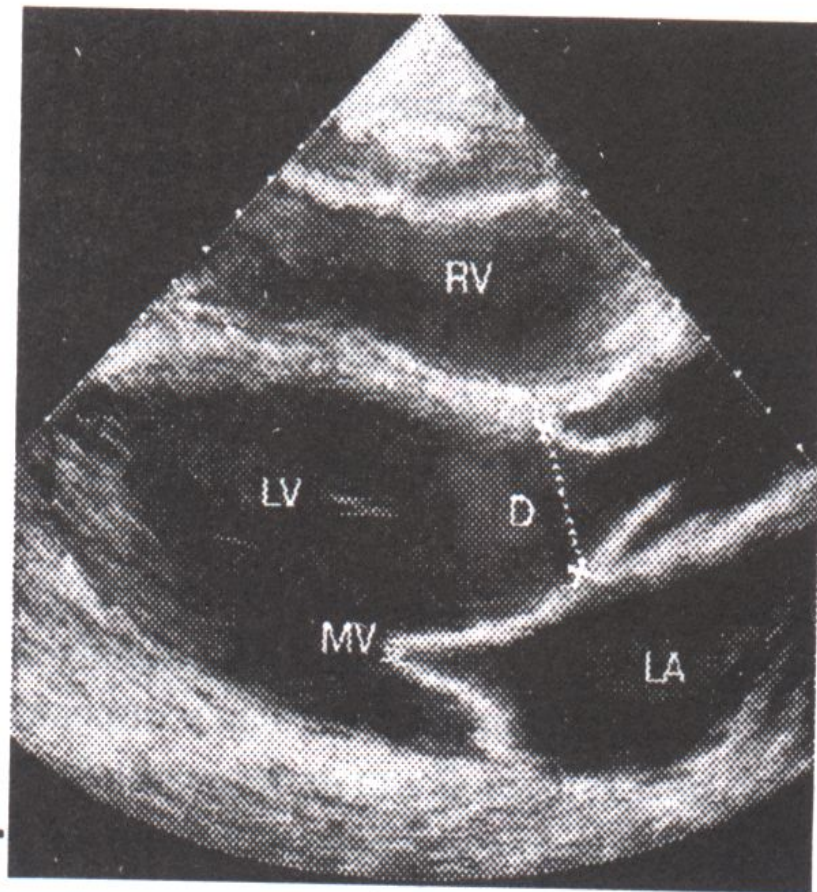
□ P - градиент давления по разные стороны обструкции (мм рт.ст.)
 V -максимальная скорость кровотока дистальнее обструкции (м/с)



$$S_{Ao} = \frac{\pi \cdot D^2}{4}$$

$$VO = VTI \times S_{Ao}$$

$$VO = V_{cp} \times ET \times S_{Ao}$$



В

Рис. 2.4. Эхокардиографическое определение ударного объема левого желудочка с помощью доплера-ЭхоКГ (схема).

а – доплер-локация (импульсный режим) выходного отдела ЛЖ (LVOT); б – систолический спектр линейной скорости кровотока в выходном отделе ЛЖ; в – двухмерная ЭхоКГ (парастернальный доступ по длинной оси ЛЖ) и измерение внутреннего диаметра фиброзного кольца аортального клапана (D).

Обозначения – в тексте.

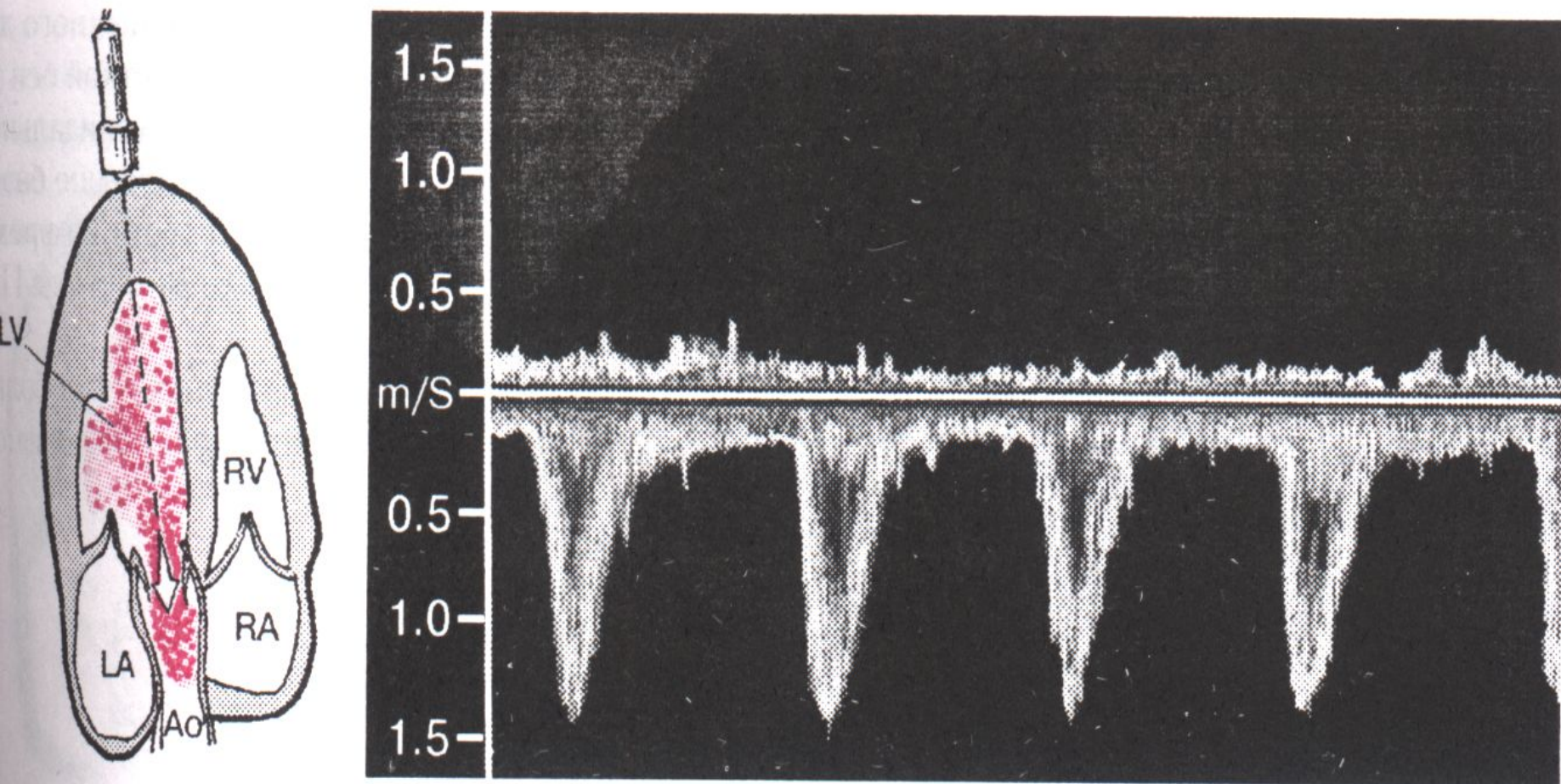
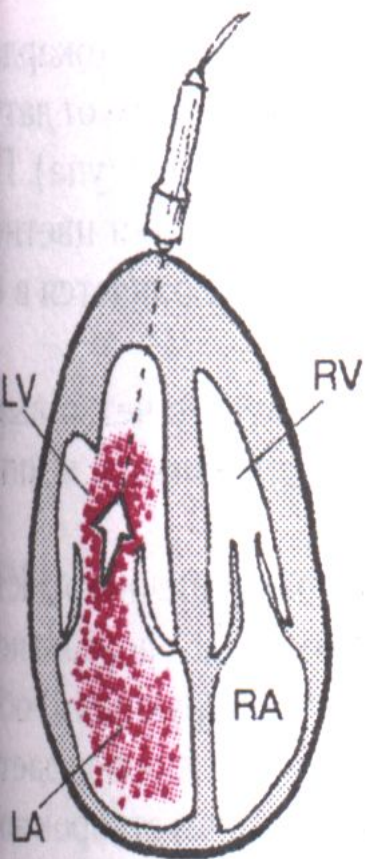
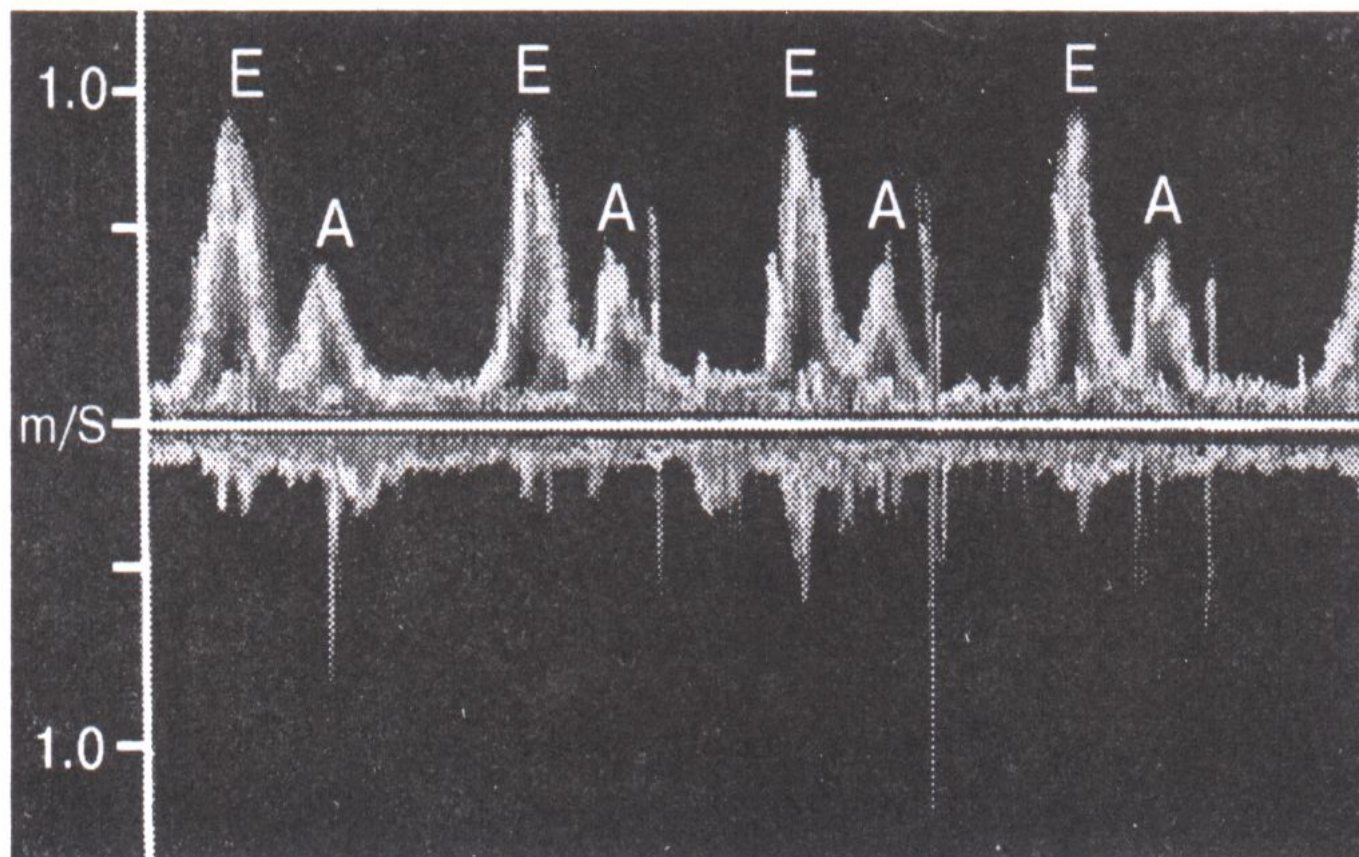


Рис. 1.29. Допплер-ЭхоКГ потока крови через аортальный клапан, зарегистрированная из апикального доступа.

- а – схема расположения УЗ-датчика и направления сканирования;
- б – доплерограмма потока крови через клапан аорты. Во время систолы ЛЖ определяется систолический пик скорости, направленный вниз.



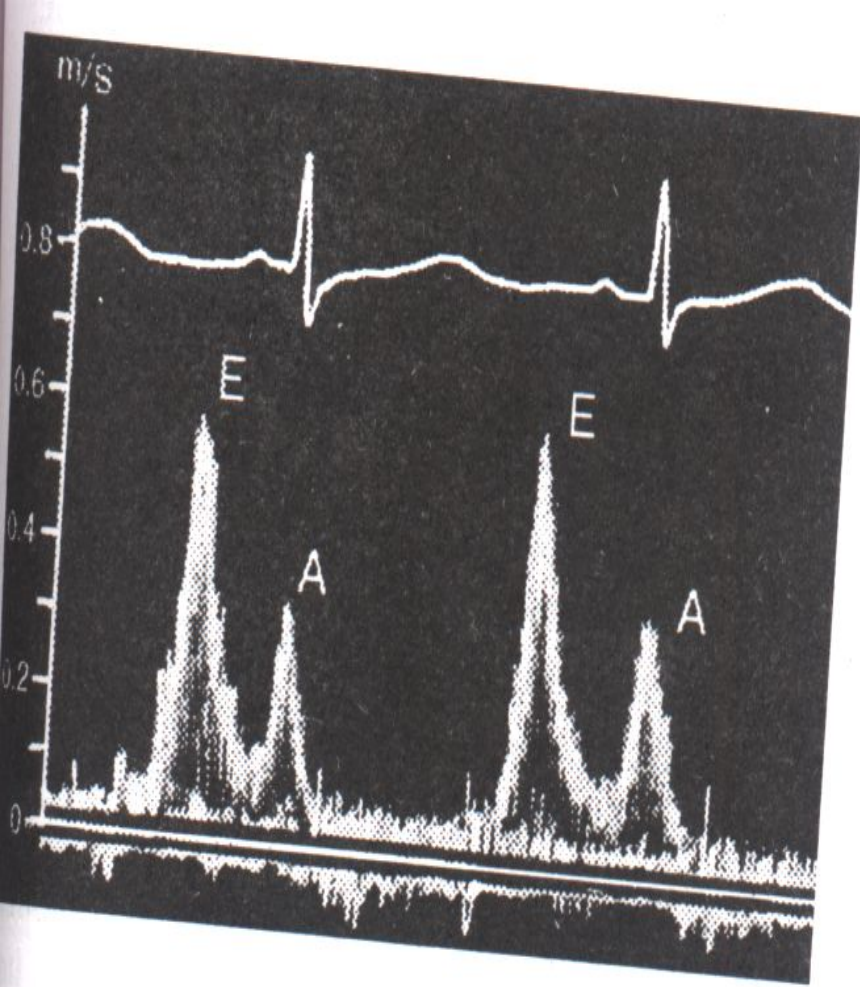
а



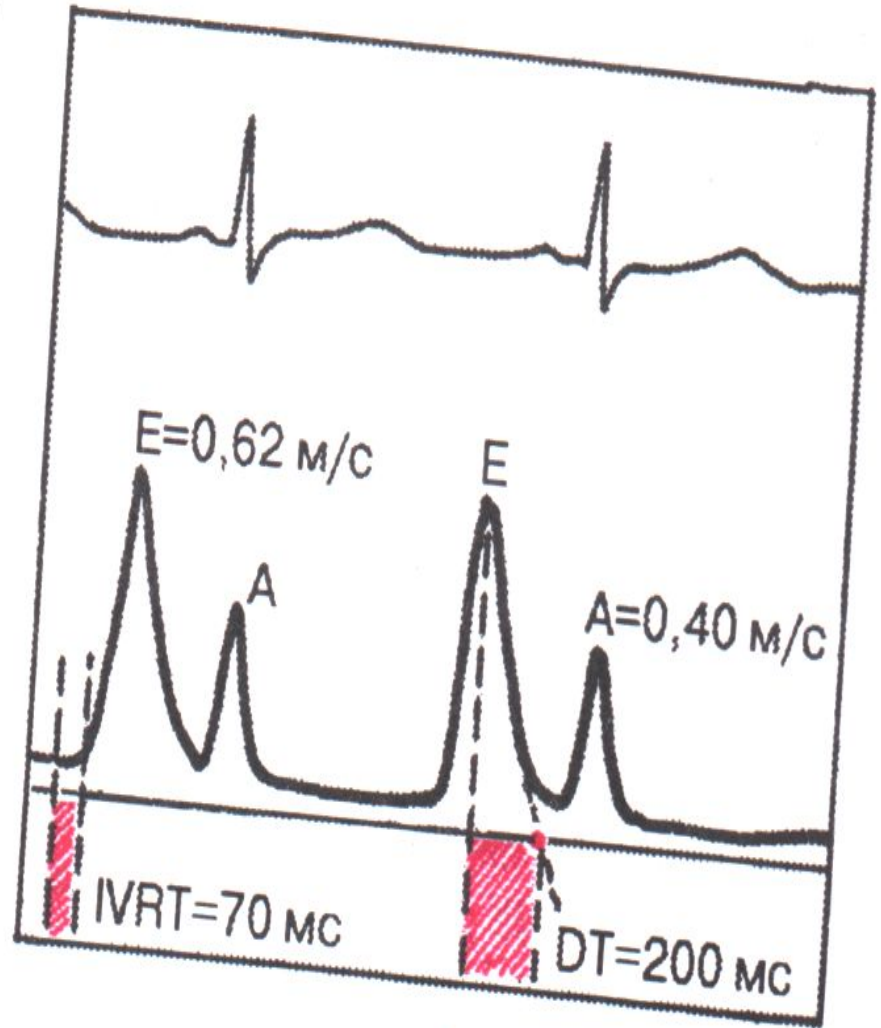
б

Рис. 1.28. Допплер-ЭхоКГ трансмитрального потока крови, зарегистрированная из апикального доступа здорового человека.

а – схема расположения УЗ-датчика и направления сканирования;
 б – доплерограмма трансмитрального потока крови. Во время диастолы определяется 2 пика скорости диастолического наполнения: пик Е (быстрое наполнение ЛЖ) и пик А (систола ЛП).

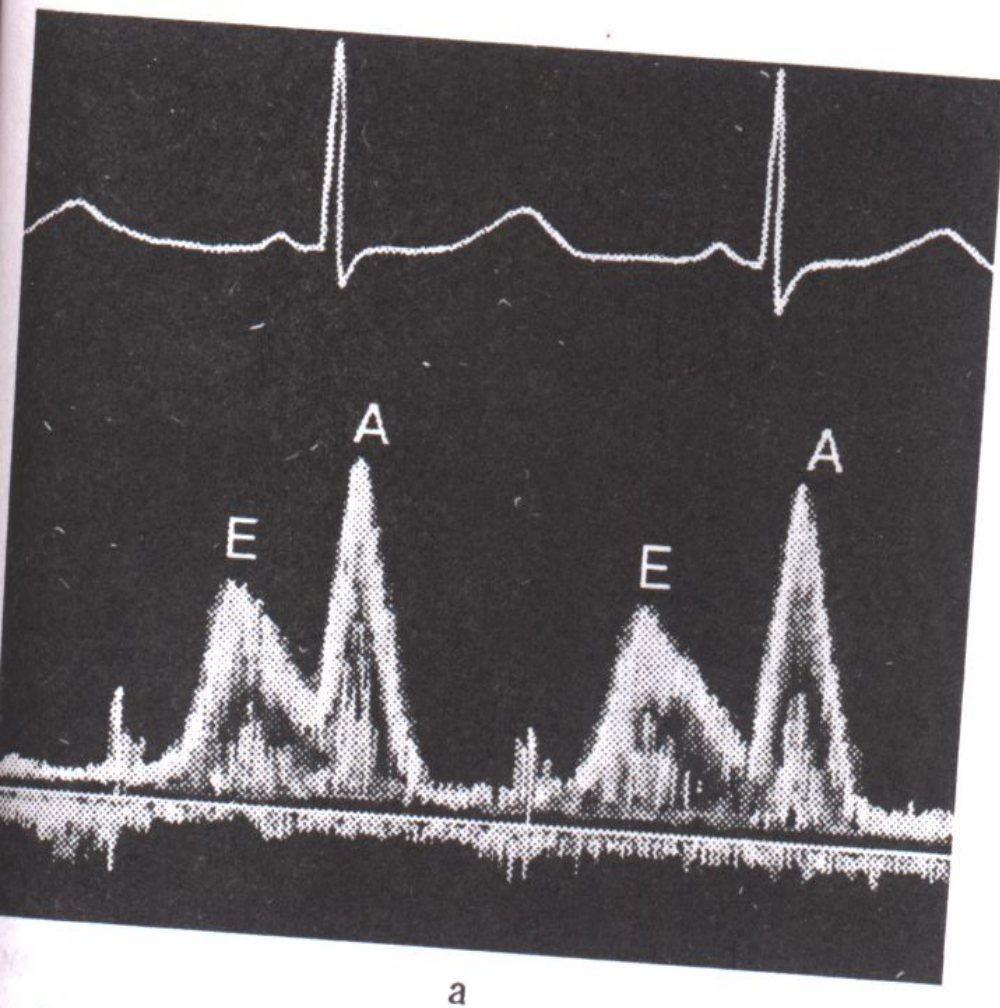


а

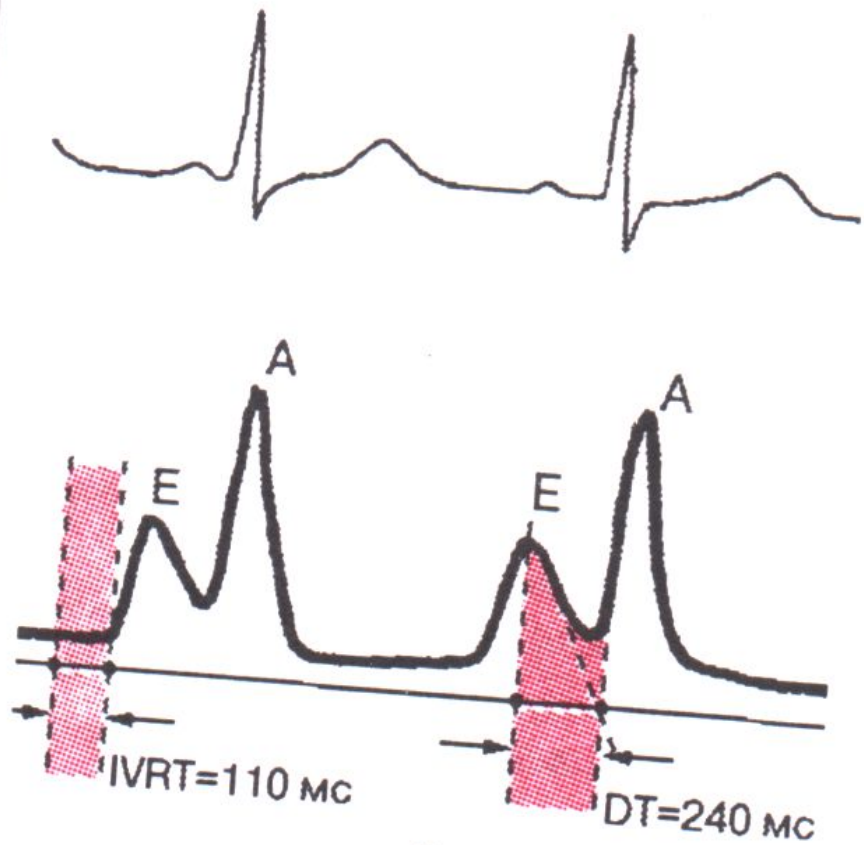


б

Рис. 2.12. Нормальный трансмитральный диастолический поток крови (а) и измерение основных параметров диастолической функции ЛЖ (б).

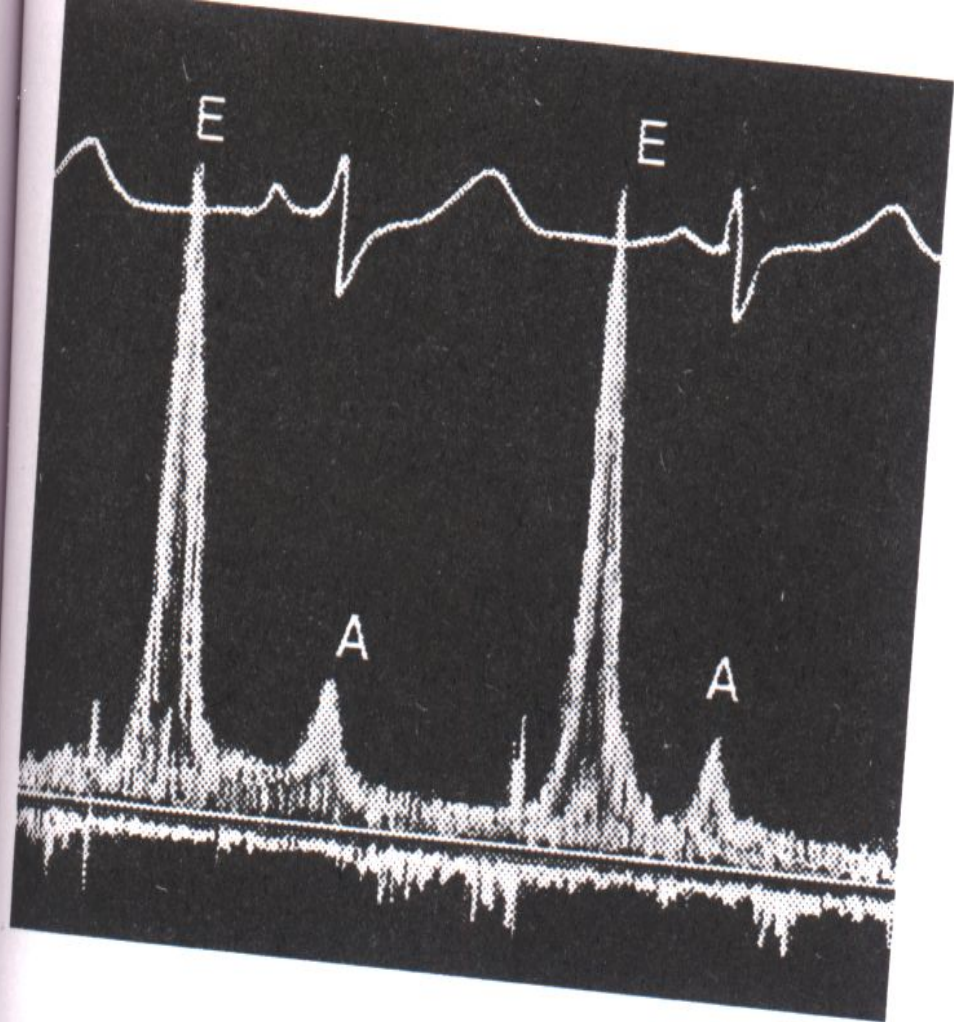


а

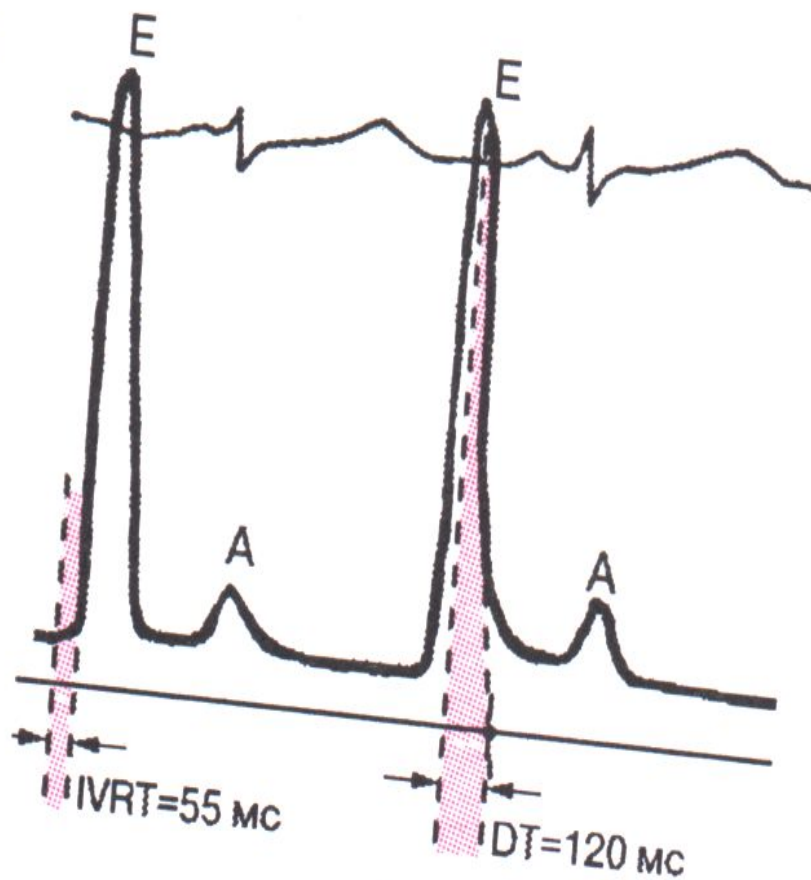


б

Рис. 2.13. Допплер-эхокардиографические признаки первого типа диастолической дисфункции левого желудочка (типа «замедленной релаксации»): а — доплерограмма трансмитрального диастолического потока крови, б — схема измерений основных параметров диастолической функции (отмечается увеличение амплитуды пика А и времени IVRT и DT).



а



б

Рис. 2.14. Рестриктивный тип диастолической дисфункции левого желудочка: а — доплерограмма трансмитрального диастолического потока крови, б — схема измерений основных параметров диастолической функции (отмечается уменьшение амплитуды пика А, продолжительности IVRT и DT, а также увеличение амплитуды пика Е).

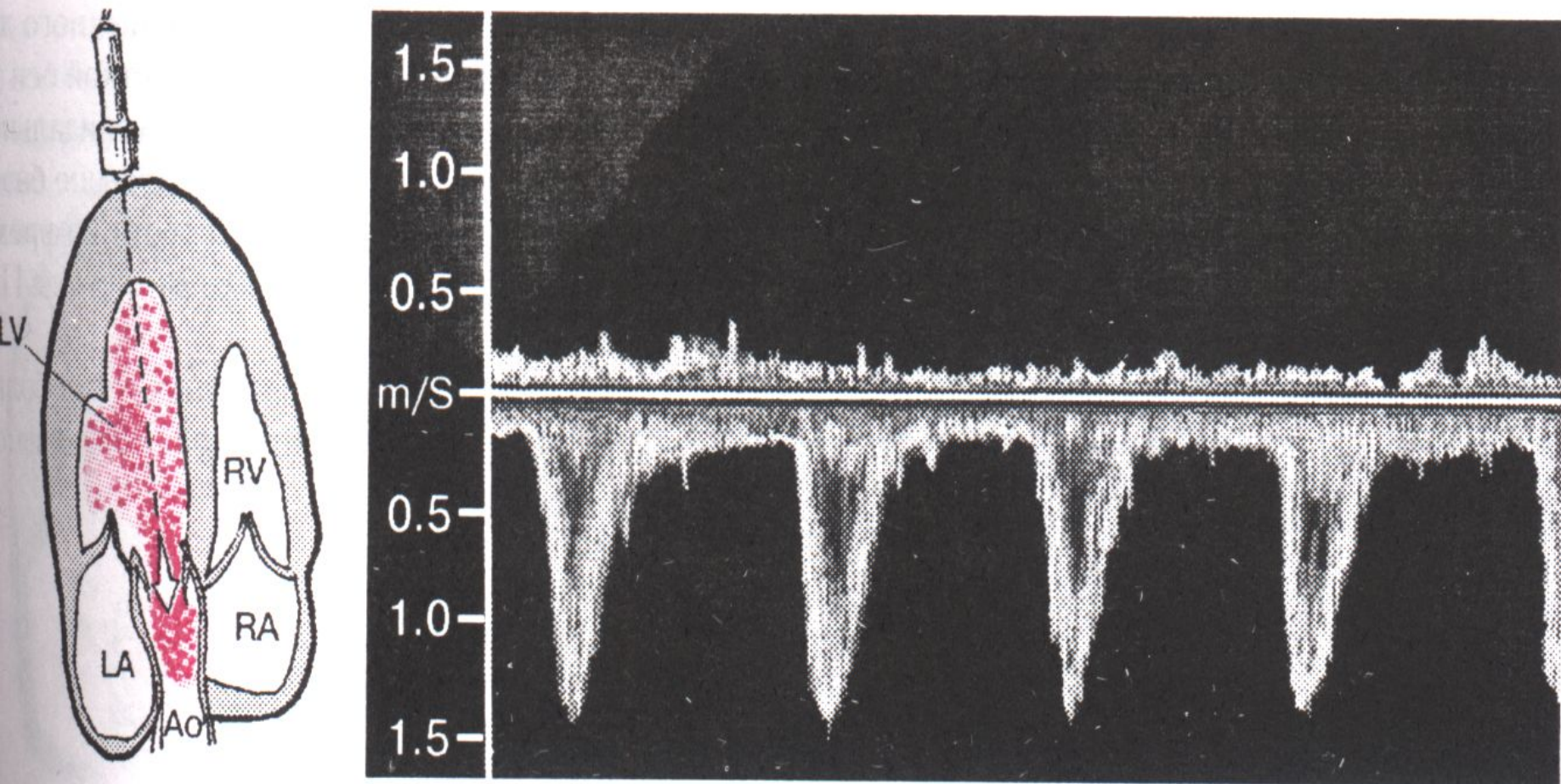


Рис. 1.29. Допплер-ЭхоКГ потока крови через аортальный клапан, зарегистрированная из апикального доступа.

- а – схема расположения УЗ-датчика и направления сканирования;
- б – доплерограмма потока крови через клапан аорты. Во время систолы ЛЖ определяется систолический пик скорости, направленный вниз.