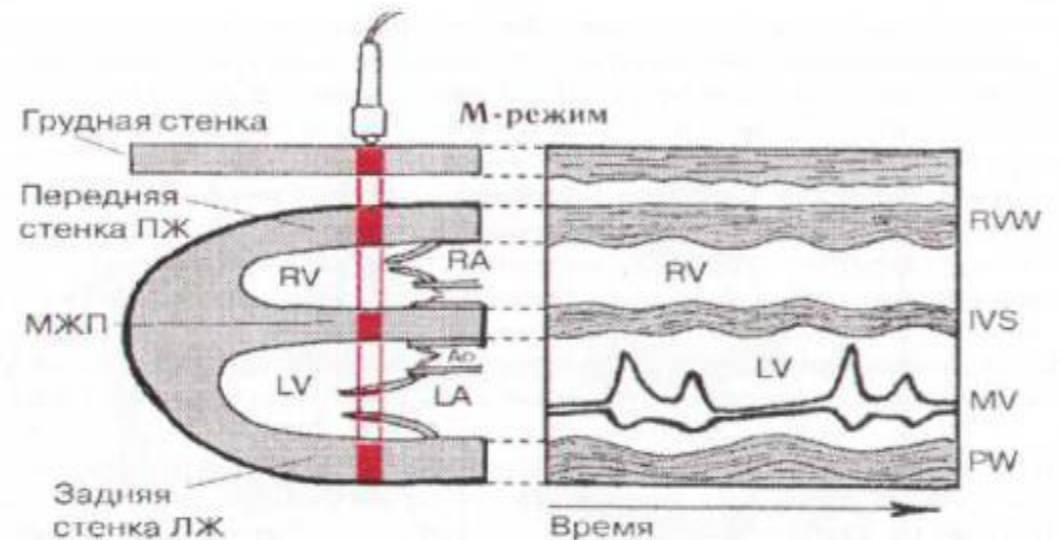


Возможности
эхокардиографии в
определении
гемодинамических
показателей

M-режим

- Преимущества:
- Возможность быстрых расчетов параметров центральной гемодинамики
- Проведение линейных измерений в систолу и диастолу
- Оценка формы движения створок клапанов
- Регистрация косвенных признаков ряда нарушений гемодинамики

- Недостатки:
- Курсор должен находиться перпендикулярно изображению.



В-режим

- Оценка полостей сердца (форма, размеры, объем, ФВ)
- Эндокарда (эхогенность)
- Миокарда (толщина, эхоструктура)
- Перикарда (толщина и состояние. Наличие выпота)
- Клапанного аппарата
- Подклапанных структур
- Сократительная способность



Рис. 1.1. В-режим. Апикальная четырехкамерная позиция. Значительный пролапс задней створки митрального клапана на фоне инфекционного эндокардита.

Допплер-ЭхоКГ

Табл. 41-3 Клинические характеристики импульсного, постоянного и цветного доплера

Вид доплера	Назначение/преимущества	Недостатки	Клиническое применение
Импульсный	Измерение скорости потока крови в выбранных зонах интереса 3-5 мм шириной вдоль линии сканирования	Невозможно измерение высоких скоростей потоков (более 1 м/с) из-за эффекта наложения	Измерение скоростей кровотоков через легочные вены, митральный клапан, а также медленных внутрисердечных потоков
Постоянный	Регистрация скоростей потоков до 7 м/с (предел Найквиста отсутствует)	Невозможно определение локализации точки, где зарегистрирована пиковая скорость вдоль луча сканирования	Измерение скоростей кровотоков в аорте, через аортальный клапан, стенозированные клапаны и потоков регургитации через некомпетентные клапаны
Цветной	Отображение пространственных взаимоотношений между потоками крови и структурами	Как и импульсный доплер, не может регистрировать высокие скорости из-за эффекта наложения	Оценка патологии клапанов сердца, расслоения аорты, внутрисердечных сбросов

Чрезпищеводная ЭхоКГ

- Оценка состояния внутрисердечных структур, клапанов сердца, ушек предсердий.
- Диагностика внутрисердечного тромбоза и других объемных образований сердца
- Оценка функции протезированных клапанов
- Диагностика ВПС
- Ограничение: стриктуры пищевода

Методы количественной оценки ЛЖ: польза, преимущества и ограничения

Размеры/объёмы	Полезность/преимущества	Ограничения
Линейные показатели М-режим	<p>Воспроизводимы</p> <ul style="list-style-type: none"> – Высокая частота смены кадров – Большой объем накопленных данных – Репрезентативны при нормальной форме ЛЖ 	<ul style="list-style-type: none"> – Ориентация луча часто не перпендикулярна длинной оси ЛЖ – Размер по одной оси может быть нерепрезентативным при измененной форме ЛЖ
М-режим под контролем В-режима	<ul style="list-style-type: none"> – Обеспечивает ориентацию луча перпендикулярно длинной оси ЛЖ 	<ul style="list-style-type: none"> – Меньшая частота смены кадров по сравнению с М-режимом – Размер только по одной оси
Объёмные показатели Биплановый метод Симпсона	<ul style="list-style-type: none"> – Учитывает изменения формы ЛЖ – Минимизирует математические допущения 	<ul style="list-style-type: none"> – Верхушка часто "срезана" – "Выпадение" эндокарда – Основан на измерениях только в двух плоскостях – Мало нормативных популяционных данных
Метод "Площадь-длина"	<ul style="list-style-type: none"> – Частично учитывает изменения формы ЛЖ 	<ul style="list-style-type: none"> – Основан на математических допущениях – Мало накопленных данных
Масса В М-режиме или М-режиме под контролем В-режима	<ul style="list-style-type: none"> – Изобилие накопленных данных 	<ul style="list-style-type: none"> – Неточен при наличии нарушений локальной сократимости ЛЖ – Ориентация луча часто не перпендикулярна длинной оси ЛЖ (М-режим) – Небольшие ошибки измерений приводят к значительному искажению результата – Переоценка массы ЛЖ
Метод "Площадь-длина"	<ul style="list-style-type: none"> – Позволяет учитывать папиллярные мышцы 	<ul style="list-style-type: none"> – Нечувствителен к изменению формы ЛЖ
Метод "Усечённый эллипсоид"	<ul style="list-style-type: none"> – Более чувствителен к изменению формы ЛЖ 	<ul style="list-style-type: none"> – Основан на большом количестве математических допущений – Мало нормативных популяционных данных

Объемы левого желудочка

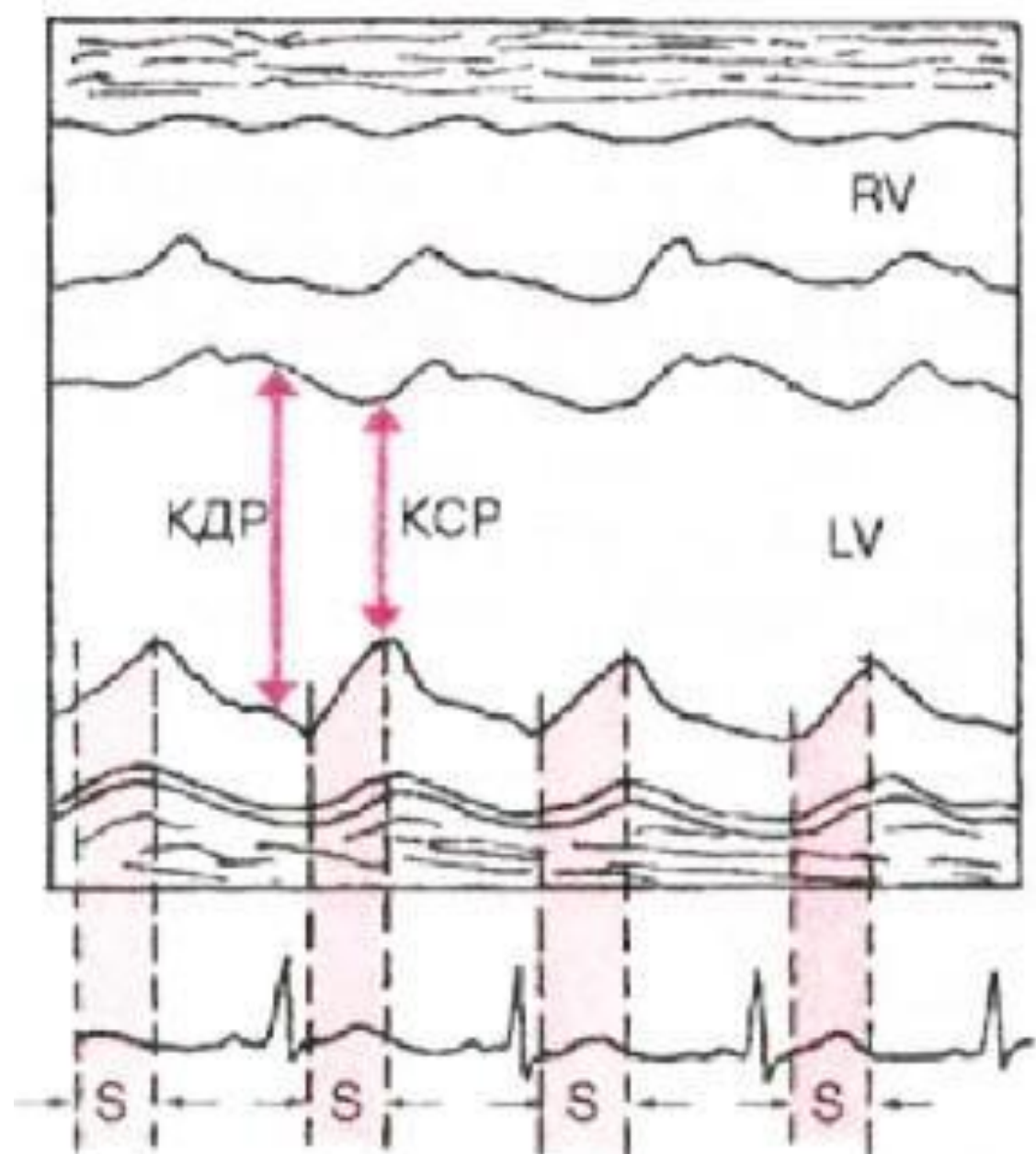
Расчет объема левого желудочка в М-режиме (формула Teichholz)

$$\text{КДО ЛЖ} = \frac{7,0}{2,4 + \text{КДР ЛЖ}} \times \text{КДР ЛЖ}^3 \text{ (мл)}$$

$$\text{КСО ЛЖ} = \frac{7,0}{2,4 + \text{КСР ЛЖ}} \times \text{КСР ЛЖ}^3 \text{ (мл)}$$

Нормальные показатели объема ЛЖ в М-режиме (формула Teichholz)

- КДО ЛЖ 46 мл
- КСО ЛЖ 37 мл



$$K_{ДО} = \frac{7 \cdot (K_{ДР})^3}{(2,4 + K_{ДР})}$$

$$K_{СО} = \frac{7 \cdot (K_{СР})^3}{(2,4 + K_{СР})}$$

$$y_0 = K_{ДО} - K_{СО}$$

$$\Phi_B = \frac{y_0}{K_{ДО}}$$

Табл. 38. Расчет объема левого желудочка (ОЛЖ)
в В-режиме методом «площадь-длина»

в одной плоскости
(4-х камерная позиция)

$$\text{ОЛЖ} = \frac{\pi}{6} \times D^2 \times L = \frac{8}{3\pi} \times \frac{A^2}{L} \text{ (мл)}$$

в двух плоскостях
(2- и 4-камерная позиция)

$$\text{ОЛЖ} = \frac{\pi}{6} \times D_1 \times D_2 \times L = \frac{8}{3\pi} \times \frac{A_1 \times A_2}{L} \text{ (мл)}$$

D = диаметр

A = площадь в плоскости, перпендикулярной длинной оси

L = длина желудочка (максимальная длина)

Нормальные средние показатели

- КДО ЛЖ 100 мл
- КСО ЛЖ 35 мл

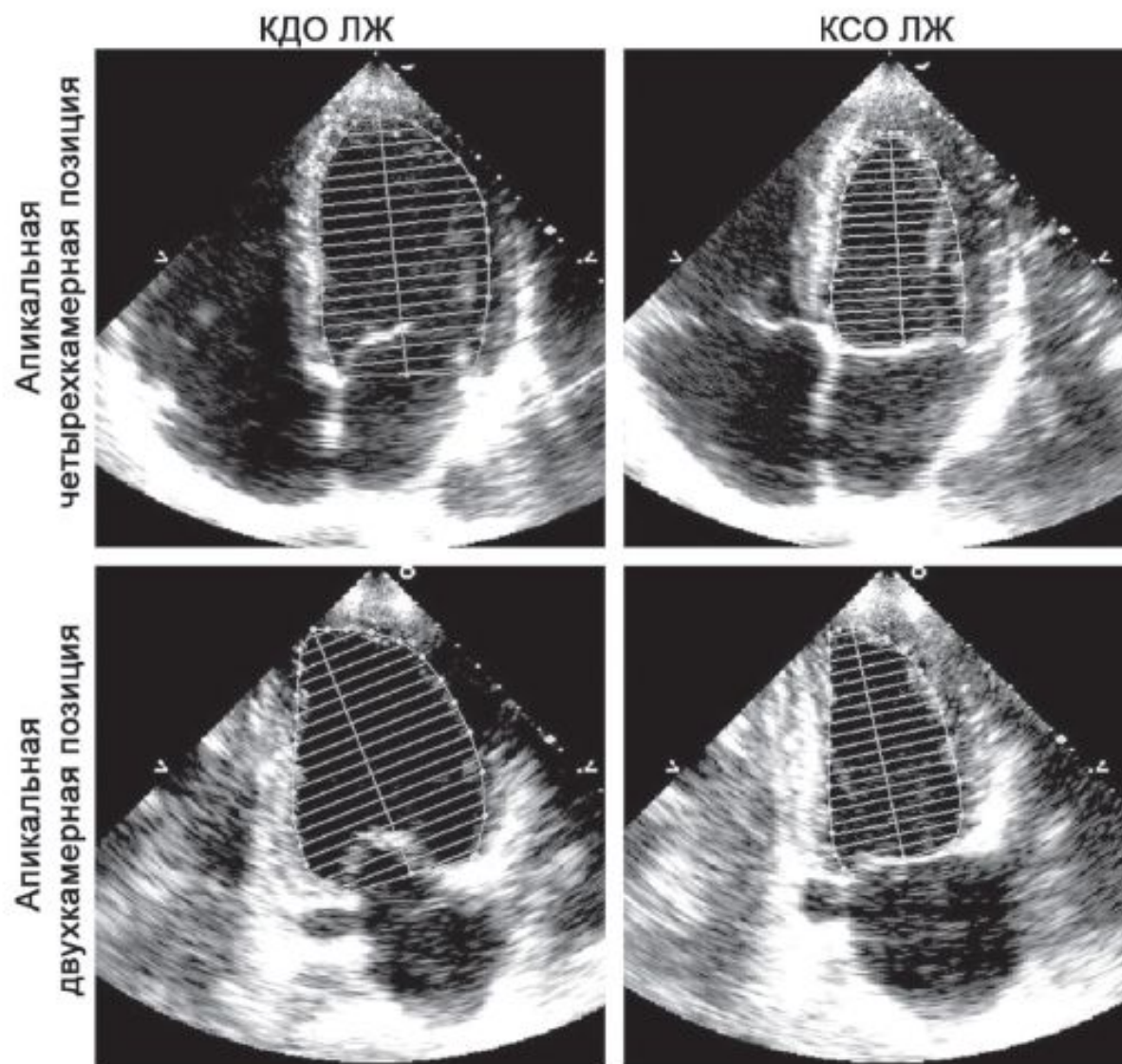


Табл. 39. Расчет объема левого желудочка (ОЛЖ) в В-режиме (метод суммы дисков Симпсона)

$$\text{в 1 плоскости: ОЛЖ} = \frac{\pi}{4} \times h \times \sum_1^n D^2 \text{ (мл)}$$

$$\text{в 2 плоскостях: ОЛЖ} = \frac{\pi}{4} \times h \times \sum_1^n (D_1 \times D_2) \text{ (мл)}$$

D = диаметр диска

n = число дисков

h = высота диска

Нормальные показатели объема ЛЖ в В-режиме с учетом площади поверхности тела (мл/м²)

Индекс объема ЛЖ (КД)	Мужчины	Женщины
• в 1 плоскости: длинная ось (верхуш.)	65,7	59,3
• в 1 плоскости: 4-х камерная позиция (верхуш.)	65,5	62,0
• в 2 плоскостях: длинная ось/4-х камерная позиция (верхуш.)	66,8	60,7
Индекс объема ЛЖ (КС)	Мужчины	Женщины
• в 1 плоскости: длинная ось (верхуш.)	27,4	23,4
• в 1 плоскости: 4-х камерная позиция (верхуш.)	27,2	27,3
• в 2 плоскостях: длинная ось/4-х камерная позиция (верхуш.)	26,9	25,7

Фракция выброса

Расчет фракции выброса (ФВ) в М- и В-режиме

$$\text{ФВ} = \frac{\text{КДО ЛЖ} - \text{КСО ЛЖ}}{\text{КДО ЛЖ}} \times 100 (\%)$$

Нормальные показатели фракции выброса левого желудочка в М-режиме

- ФВ 62 (45-90)%

Нормальные показатели фракции выброса левого желудочка в В-режиме (%)
(объем ЛЖ рассчитывается методом суммы дисков Симпсона)

	Мужчины	Женщины
• в 1 плоскости: длинная ось (верхуш.)	58,5	60,6
• в 1 плоскости: 4-х камерная позиция (верхуш.)	58,7	56,8
• в 2 плоскостях: длинная ось/4-х кам. позиция (верхуш.)	59,2	58,1

Нормальные показатели фракции выброса ЛЖ в В-режиме (объем ЛЖ рассчитывается методом «площадь-длина»)

- ФВ 66%

Табл. 61. Расчет ударного объема (УО) и минутного объема (МО)

Расчет ударного объема

$$\text{УО} = \int V \times \text{площадь поперечного сечения (мл)}$$

Расчет минутного объема (л/мин)

$$\text{МО} = \text{площадь поперечного сечения} \times \int V \times \text{ЧСС (л/мин)}$$

$\int V$ = интеграл линейной скорости потока на АоК, МК, ТК или ЛК

Площадь = $\pi \left(\frac{d}{2}\right)^2$ (площадь поперечного сечения)

d = максимальный диаметр кольца АоК, МК, ТК, корня Ао или ЛА

Нормальные показатели МО в зависимости от различных методик измерения

- МО 7,03 (4,3-11,7) л/мин измерение кольца АоК в М-режиме
- МО 6,24 (3,2-10,2) л/мин измерение кольца АоК в В-режиме
- МО 7,89 (5,4-12,7) л/мин измерение кольца МК в В-режиме
- МО 6,17(3,7-8,9) л/мин измерение сепарации створок МК в В-режиме
- МО 6,99 (4,0-10,2) л/мин метод термодилуции (как эталон)

Ударный объем

$$SV = CSA \cdot VTI,$$

причем, $CSA = \pi d^2/4$,

$$VTI = V_{cp} \cdot ET,$$

где CSA – площадь поперечного сечения, VTI – интеграл линейной скорости потока, V_{cp} – средняя скорость потока в выносящем тракте левого желудочка, ET – время выброса, π – 3,14 (рис. 5.12).

$$TSV = FSV + RSV,$$

где TSV – тотальный ударный объем левого желудочка, FSV – выносящий тракт левого желудочка, RSV – ударный объем струи регургитации.

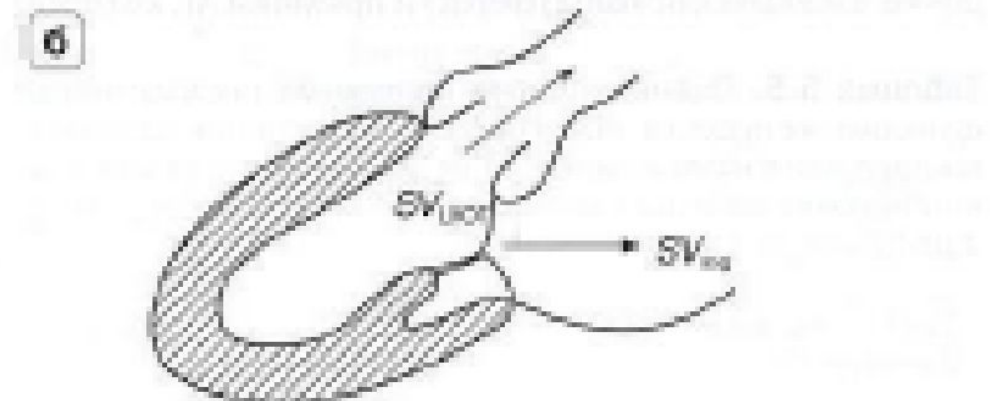
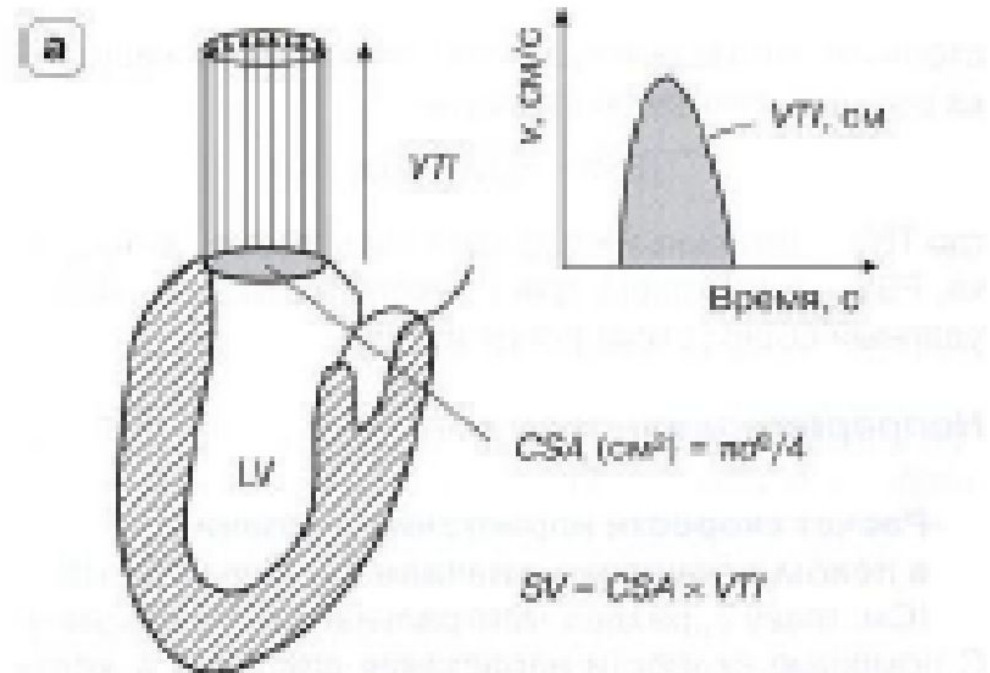
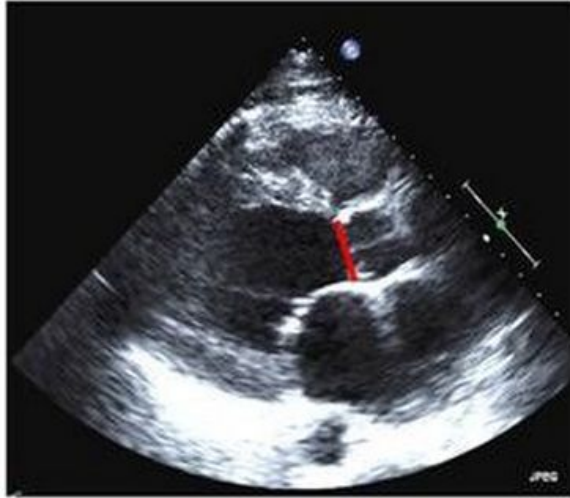
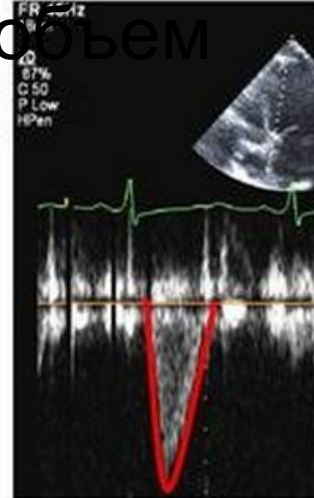


Рис. 5.12. а – Схемы расчета ударного объема а – с использованием уравнения непрерывности потока, б – с использованием уравнения непрерывности потока при наличии значительной митральной регургитации [Otto C.M., Pearlman A.S., 1995].

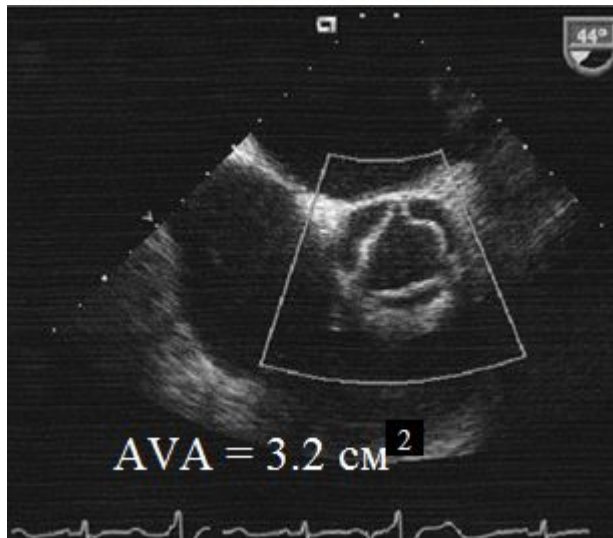
Оценка функции
ЛЖ
Ударный
объем



LVOT diameter = 2.0 cm



LVOT VTI = 19 cm



$$УО = 2 * 2 * 0.785 * 19 = 59,6$$

мл

$$УО = 3,2 * 19 = 60,8$$

мл

$$SV = CSA \times VTI$$

$$SV = \frac{\pi (D)^2}{4} \times VTI$$

$$SV = 0.7855 D^2 \times VTI$$

$$SV = AVA \times VTI$$

Конечное диастолическое давление

Расчет КДДЛЖ по скорости потока в
легочной вене в фазу предсердной
систолы

$$EDPLV = (0,48) \cdot (V_{pv} a) - 1,6$$

Расчет КДДЛЖ по А. Neumann

$$КДД_{лж} = АД_{диаст} - PG_{MP}$$

