

# **ЭХОКАРДИОГРАФИЯ**

*от М.К. Рыбаковой*

**Издание 3-е,  
исправленное и дополненное**

УДК 616–073.43 (035)  
ББК 53.6 (54.101)  
Р 93

**Авторы:**

- Рыбакова Марина Константиновна** доктор медицинских наук, профессор кафедры ультразвуковой диагностики ГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного последипломного образования» Министерства здравоохранения Российской Федерации (база – ГКБ им. С.П. Боткина, Москва)
- Митьков Владимир Вячеславович** доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой ультразвуковой диагностики ГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного последипломного образования» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Москва
- Балдин Дмитрий Геннадьевич** врач-патологоанатом высшей квалификационной категории ГКБ им. С.П. Боткина ДЗ г. Москвы, ГКБ №15 им. О.М. Филатова ДЗ г. Москвы

*1-е издание вышло в 2016 году, 2-е издание вышло в 2018 году*

**Рыбакова М.К., Митьков В.В., Балдин Д.Г.**

**Р93 Эхокардиография от М.К. Рыбаковой : Руководство : с видеоприложением. Изд. 3-е, исправ. и доп. – М.: Издательский дом Видар-М, 2023. – 600 с., ил.**

**ISBN 978-5-88429-281-9**

Данное издание представляет собой исправленное, дополненное и немного переработанное практическое руководство по ультразвуковой диагностике, в котором отражены все современные технологии, применяемые в эхокардиографии в настоящее время. С момента последнего переиздания книги произошли небольшие изменения и вышли новые рекомендации отечественных и зарубежных профильных ассоциаций по некоторым разделам эхокардиографии. Все они нашли отражение в данной версии переиздания. Исключительный интерес специалистов вызовет подборка видеоклипов по всем основным разделам эхокардиографии, включающих редкие случаи диагностики, теперь в новом современном формате.

Особенность издания – попытка объединить и сравнить результаты эхокардиографического исследования сердца и патологоанатомический материал по всем основным разделам.

Большой интерес представляют разделы, содержащие новые технологии исследования, такие как трех- и четырехмерная реконструкция сердца в реальном времени, тканевая доплерография, недоплеровские технологии оценки состояния миокарда. Большое внимание уделено также классическим разделам эхокардиографии – оценке легочной гипертензии, клапанных пороков сердца, ишемической болезни сердца и ее осложнений и т.д.

Книга содержит огромный иллюстративный материал, большое количество схем и рисунков, а также в ней приведены алгоритмы тактики проведения исследования и диагностики по всем разделам эхокардиографии.

Руководство помогает разрешить спорные и злободневные вопросы эхокардиографии, позволяет ориентироваться в расчетах и измерениях, содержит необходимую обновленную справочную информацию.

Книга написана сотрудниками кафедры ультразвуковой диагностики ГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного последипломного образования» Минздрава РФ (база – ГКБ им. С.П. Боткина, Москва).

Издание предназначено для специалистов эхокардиографии, врачей ультразвуковой и функциональной диагностики, кардиологов и терапевтов.

**УДК 616–073.43 (035)  
ББК 53.6 (54.101)**

ISBN 978-5-88429-281-9

© М.К. Рыбакова, В.В. Митьков, Д.Г. Балдин, 2016, 2018, 2023  
© ООО «Издательский дом Видар-М», оформление, 2023

# Содержание

<b>Список обозначений на иллюстрациях</b> .....	<b>19</b>
<b>Введение</b> .....	<b>21</b>
СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ .....	32
<b>Глава 1. Нормальная анатомия и физиология сердца</b> .....	<b>33</b>
НОРМАЛЬНАЯ АНАТОМИЯ СРЕДОСТЕНИЯ И СЕРДЦА .....	35
Строение грудной клетки .....	35
<i>Центральное средостение</i>	
<i>Переднее средостение</i>	
<i>Верхнее средостение</i>	
Строение плевры .....	36
Строение перикарда .....	36
Строение сердца человека .....	37
<i>Строение левых камер сердца</i>	
<i>Строение левого предсердия / Строение фиброзного каркаса сердца / Строение митрального клапана /</i>	
<i>Строение левого желудочка / Строение аортального клапана / Строение аорты</i>	
<i>Строение правых камер сердца</i>	
<i>Строение правого предсердия / Строение трикуспидального клапана / Строение правого желудочка /</i>	
<i>Строение клапана легочной артерии / Строение легочной артерии</i>	
Кровоснабжение сердца .....	46
Иннервация сердца .....	47
НОРМАЛЬНАЯ ФИЗИОЛОГИЯ СЕРДЦА .....	49
СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ .....	50
<b>Глава 2. Исследование сердца в норме. В-режим. М-режим. Стандартные эхокардиографические измерения и нормативы.</b> .....	<b>51</b>
СТАНДАРТНЫЕ ЭХОКАРДИОГРАФИЧЕСКИЕ ДОСТУПЫ И ПОЗИЦИИ .....	54
Парастернальный доступ .....	54
<i>Парастернальная позиция, длинная ось левого желудочка</i>	
<i>Парастернальная позиция, длинная ось правого желудочка</i>	
<i>Парастернальная позиция, короткая ось на уровне конца створок аортального клапана</i>	
<i>Парастернальная позиция, длинная ось ствола легочной артерии</i>	
<i>Парастернальная позиция, короткая ось на уровне конца створок митрального клапана</i>	
<i>Парастернальная позиция, короткая ось на уровне концов папиллярных мышц</i>	
Апикальный доступ .....	57
<i>Апикальная четырехкамерная позиция</i>	
<i>Апикальная пятикамерная позиция</i>	
<i>Апикальная двухкамерная позиция</i>	
<i>Длинная ось левого желудочка</i>	
Субкостальный доступ .....	61
<i>Длинная ось нижней полой вены</i>	
<i>Длинная ось брюшного отдела аорты</i>	
<i>Короткая ось брюшного отдела аорты и нижней полой вены</i>	
<i>Субкостальная четырехкамерная позиция</i>	
<i>Субкостальная пятикамерная позиция</i>	
<i>Субкостальная позиция, короткая ось на уровне концов створок аортального клапана</i>	
<i>Субкостальная позиция, короткая ось на уровне концов створок митрального клапана</i>	
<i>Субкостальная позиция, короткая ось на уровне концов папиллярных мышц</i>	
Супрастернальный доступ .....	63
<i>Супрастернальная позиция, длинная ось дуги аорты</i>	
<i>Супрастернальная позиция, короткая ось дуги аорты</i>	
Исследование плевральных полостей .....	65
М-РЕЖИМ .....	67

	СТАНДАРТНЫЕ ЭХОКАРДИОГРАФИЧЕСКИЕ ИЗМЕРЕНИЯ И НОРМАТИВЫ . . . . .	69
	СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ . . . . .	75
<b>Глава 3.</b>	<b>Допплерэхокардиография в норме. Стандартные измерения и расчеты . . . . .</b>	<b>77</b>
	ИМПУЛЬСНОВОЛНОВОЙ ДОППЛЕР (Pulsed Wave – PW) . . . . .	79
	Трансмитральный диастолический поток . . . . .	80
	Кровоток в выносящем тракте левого желудочка . . . . .	81
	Транстрикуспидальный диастолический поток . . . . .	82
	Кровоток в выносящем тракте правого желудочка . . . . .	82
	Кровоток в восходящем отделе аорты . . . . .	83
	Кровоток в грудном нисходящем отделе аорты . . . . .	83
	Кровоток в легочных венах . . . . .	83
	Кровоток в печеночных венах . . . . .	85
	РЕЖИМ ВЫСОКОЙ ЧАСТОТЫ ПОВТОРЕНИЯ ИМПУЛЬСОВ . . . . .	85
	НЕПРЕРЫВНОВОЛНОВОЙ ДОППЛЕР . . . . .	85
	ЦВЕТОВОЙ ДОППЛЕР . . . . .	86
	ЦВЕТОВОЙ М-РЕЖИМ . . . . .	89
	ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ДОППЛЕР . . . . .	89
	СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ . . . . .	89
<b>Глава 4.</b>	<b>Тканевое доплеровское исследование. Современные недоплеровские технологии оценки функции сердца. . . . .</b>	<b>91</b>
	ТКАНЕВОЙ ИМПУЛЬСНОВОЛНОВОЙ ДОППЛЕР (Pulsed Wave Tissue Doppler Imaging – PW TDI) . . . . .	93
	ТКАНЕВОЙ МИОКАРДИАЛЬНЫЙ ДОППЛЕР (Tissue Myocardial Doppler – TMD) . . . . .	96
	«КРИВОЙ», ИЛИ ИЗОГНУТЫЙ, ТКАНЕВОЙ ЦВЕТОВОЙ ДОППЛЕР (или C-Color) . . . . .	96
	ДОППЛЕР ОЦЕНКИ ДЕФОРМАЦИИ И СКОРОСТИ ДЕФОРМАЦИИ (Strain и Strain rate) . . . . .	96
	«КРИВОЙ», ИЛИ ИЗОГНУТЫЙ, РЕЖИМ ДЕФОРМАЦИИ (или C-Strain rate) . . . . .	97
	ТКАНЕВОЙ СЛЕД (Tissue Tracking – TT) . . . . .	97
	РЕЖИМ ВЕКТОРНОГО СКОРОСТНОГО ИЗОБРАЖЕНИЯ, ИЛИ ВЕКТОРНОГО АНАЛИЗА ДВИЖЕНИЯ ЭНДОКАРДА (Vector Velocity Imaging – VVI) . . . . .	99
	РЕЖИМ ОТСЛЕЖИВАНИЯ ПЯТНА (или Speckle Tracking) . . . . .	99
	СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ . . . . .	101
<b>Глава 5.</b>	<b>Трехмерная и четырехмерная эхокардиография. Клинические возможности метода . . . . .</b>	<b>103</b>
	Возможности трехмерной эхокардиографии в клинической практике . . . . .	106
	<i>Оценка систолической функции левого желудочка в реальном времени и анализ ее параметров с построением модели левого желудочка в объеме и количественной оценкой глобальной и локальной сократимости</i>	
	<i>Детальная оценка состояния клапанов сердца при наличии порока с моделированием отверстия клапана</i>	
	<i>Оценка состояния протезированного клапана или окклюдера</i>	
	<i>Оценка врожденных пороков сердца</i>	
	<i>Оценка объемных образований сердца и средостения, включая вегетации при инфекционном эндокардите</i>	
	<i>Оценка больных с патологией перикарда и плевры</i>	
	<i>Оценка отслойки интимы аорты</i>	
	<i>Оценка больных с осложнениями ишемической болезни сердца</i>	
	<i>3D-Strain – объемная оценка деформации ткани левого желудочка</i>	
	<i>Оценка состояния миокарда</i>	
	Четырехмерная реконструкция сердца . . . . .	111
	СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ . . . . .	118
<b>Глава 6.</b>	<b>Малые аномалии развития сердца. Открытое овальное окно. Особенности эхокардиографического исследования у детей и подростков. Пролабирование клапанов сердца . . . . .</b>	<b>119</b>
	МАЛЫЕ АНОМАЛИИ РАЗВИТИЯ СЕРДЦА . . . . .	121
	НОРМАЛЬНЫЕ АНАТОМИЧЕСКИЕ ОБРАЗОВАНИЯ, КОТОРЫЕ МОЖНО ПРИНЯТЬ ЗА ПАТОЛОГИЧЕСКИЕ . . . . .	126

ОСОБЕННОСТИ ЭХОКАРДИОГРАФИЧЕСКОГО ИССЛЕДОВАНИЯ У ДЕТЕЙ И ПОДРОСТКОВ . . . . .	129
Возможные причины ошибок диагностики у детей и подростков во время эхокардиографического исследования . . . . .	130
Стандартные измерения у детей и подростков . . . . .	131
Причины функциональных шумов у детей . . . . .	132
ПРОЛАБИРОВАНИЕ КЛАПАНОВ СЕРДЦА . . . . .	132
Пролабирование створок митрального клапана . . . . .	132
Этиология патологического пролапса митрального клапана ( <i>Otto C., 1999</i> )	
Синдром пролабирования митрального клапана / Миксоматозная дегенерация створок клапана / Вторичный пролапс митрального клапана	
Оценка степени пролабирования митрального клапана по степени провисания створок ( <i>Мухарьямов Н.М., 1981</i> )	
Пролабирование створок аортального клапана . . . . .	135
Этиология патологического пролапса аортального клапана	
Пролабирование створок трикуспидального клапана . . . . .	137
Этиология пролапса трикуспидального клапана	
Пролабирование створок клапана легочной артерии . . . . .	137
Этиология патологического пролапса клапана легочной артерии	
СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ . . . . .	138
<b>Глава 7. Митральный клапан . . . . .</b>	<b>139</b>
МИТРАЛЬНАЯ РЕГУРГИТАЦИЯ . . . . .	141
Этиология . . . . .	142
Врожденная митральная регургитация	
Приобретенная митральная регургитация	
Воспалительное поражение створок митрального клапана / Дегенеративные изменения створок / Нарушение функции подклапанных структур и фиброзного кольца / Другие причины	
Классификация митральной регургитации. . . . .	145
Остро возникшая митральная регургитация	
Хроническая митральная регургитация	
Гемодинамика при митральной регургитации . . . . .	145
Технология проведения исследования . . . . .	146
В- и М-режимы	
Импульсноволновой доплер	
Непрерывноволновой доплер	
Цветовой доплер	
Критерии оценки степени митральной регургитации по процентному соотношению площади струи и площади левого предсердия (IV степени регургитации) / Критерии оценки степени митральной регургитации по процентному соотношению площади струи и площади левого предсердия (III степени регургитации). Классификация Х. Фейгенбаума / Критерии оценки степени митральной регургитации по площади струи / Критерии оценки степени митральной регургитации по процентному соотношению площади струи и площади левого предсердия (III степени регургитации). Классификация Американской и Европейской ассоциаций эхокардиографии / Критерии оценки степени митральной регургитации по радиусу проксимальной части струи регургитации (PISA) / Критерии оценки степени митральной регургитации по ширине минимальной части сходящегося потока ( <i>vena contracta</i> )	
Способы оценки степени митральной регургитации . . . . .	149
Расчет скорости нарастания давления в левом желудочке в начале систолы (непрерывноволновой доплер)	
Расчет фракции регургитирующего объема с помощью уравнения непрерывности потока	
Расчет регургитирующего объема, площади и объема проксимальной струи регургитации, эффективного регургитирующего объема	
Расчет площади проксимальной струи регургитации (PISA) / Расчет объема проксимальной струи регургитации / Расчет эффективного регургитирующего объема / Расчет регургитирующего ударного объема	
Корреляция между степенью митральной регургитации и эффективной регургитирующей площадью	
Измерение минимальной части сходящегося потока ( <i>vena contracta</i> ) и оценка значимости митральной регургитации по этому показателю	
Расчет давления в левом предсердии по потоку митральной регургитации	
Систолическая вибрация створок митрального клапана	
Рекомендации профильных ассоциаций эхокардиографии в оценке степени тяжести митральной регургитации (2021 г.)	
Оценка степени митральной регургитации по цветовому доплеру (соотношение площади струи к площади предсердия) по Х. Фейгенбауму	
ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНАЯ ДИАГНОСТИКА ПРИ НАЛИЧИИ ПАТОЛОГИЧЕСКОЙ МИТРАЛЬНОЙ РЕГУРГИТАЦИИ (БОЛЕЕ I СТЕПЕНИ) . . . . .	155
МИТРАЛЬНЫЙ СТЕНОЗ . . . . .	159

Этиология . . . . .	159
<i>Врожденный митральный стеноз</i>	
<i>Приобретенный митральный стеноз</i>	
Гемодинамика при митральном стенозе . . . . .	160
Технология проведения исследования . . . . .	161
<i>В- и М-режимы</i>	
<i>Импульсволновой доплер</i>	
<i>Непрерывноволновой доплер</i>	
<i>Цветовой доплер</i>	
Способы оценки степени митрального стеноза . . . . .	164
<i>Измерение диаметра трансмитрального диастолического потока в режиме цветового доплера</i>	
<i>Критерии оценки степени митрального стеноза в зависимости от площади митрального отверстия</i>	
<i>Оценка степени значимости митрального стеноза по максимальному и среднему градиенту давления</i>	
<i>Расчет площади митрального отверстия</i>	
<i>Оценка состояния митрального клапана в режиме трехмерной эхокардиографии</i>	
<b>ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНАЯ ДИАГНОСТИКА ПРИ УСКОРЕНИИ КРОВОТОКА</b>	
<b>НА МИТРАЛЬНОМ КЛАПАНЕ В ДИАСТОЛУ . . . . .</b>	<b>170</b>
<b>СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ . . . . .</b>	<b>171</b>
<b>Глава 8. Аортальный клапан . . . . .</b>	<b>173</b>
<b>АОРТАЛЬНАЯ РЕГУРГИТАЦИЯ . . . . .</b>	<b>175</b>
Этиология . . . . .	175
<i>Врожденная патология аортального клапана</i>	
<i>Приобретенная патология аортального клапана</i>	
Классификация аортальной регургитации . . . . .	177
<i>Остро возникшая аортальная регургитация</i>	
<i>Хроническая аортальная регургитация</i>	
Гемодинамика при аортальной регургитации . . . . .	177
Технология проведения исследования . . . . .	178
<i>В- и М-режимы</i>	
<i>Эхокардиографические признаки аортальной регургитации</i>	
<i>Импульсволновой доплер</i>	
<i>Оценка степени аортальной регургитации с использованием импульсволнового доплера</i>	
<i>Непрерывноволновой доплер</i>	
<i>Расчет времени полуспада градиента давления аортальной регургитации / Расчет конечного диастолического давления в левом желудочке по потоку аортальной регургитации</i>	
<i>Цветовой доплер</i>	
Способы оценки степени аортальной регургитации. . . . .	185
<i>Расчет фракции регургитирующего объема с помощью уравнения непрерывности потока</i>	
<i>Расчет фракции регургитирующего объема аортальной регургитации по диастолической и систолической фазам потока в грудной нисходящей аорте</i>	
<i>Трудности оценки значимости аортальной регургитации</i>	
<i>Рекомендации Европейской ассоциации эхокардиографии в оценке степени тяжести аортальной регургитации</i>	
<b>ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНАЯ ДИАГНОСТИКА ПРИ НАЛИЧИИ ПАТОЛОГИЧЕСКОЙ</b>	
<b>АОРТАЛЬНОЙ РЕГУРГИТАЦИИ (ОТ I СТЕПЕНИ) . . . . .</b>	<b>186</b>
<b>АОРТАЛЬНЫЙ СТЕНОЗ . . . . .</b>	<b>190</b>
Этиология . . . . .	190
<i>Врожденный аортальный стеноз</i>	
<i>Приобретенный аортальный стеноз</i>	
Гемодинамика при аортальном стенозе . . . . .	191
Технология проведения исследования . . . . .	191
<i>В- и М-режимы</i>	
<i>Импульсволновой доплер</i>	
<i>Непрерывноволновой доплер</i>	
<i>Цветовой доплер</i>	
Способы оценки аортального стеноза . . . . .	194
<i>Гемодинамическая оценка аортального стеноза</i>	
<i>Расчет площади аортального отверстия и оценка степени аортального стеноза</i>	
<b>ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНАЯ ДИАГНОСТИКА ПРИ УСКОРЕНИИ КРОВОТОКА</b>	
<b>НА АОРТАЛЬНОМ КЛАПАНЕ В СИСТОЛУ И В АОРТЕ . . . . .</b>	<b>196</b>
<b>СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ . . . . .</b>	<b>198</b>

<b>Глава 9. Трикуспидальный клапан</b> . . . . .	<b>199</b>
ТРИКУСПИДАЛЬНАЯ РЕГУРГИТАЦИЯ . . . . .	201
Этиология . . . . .	201
<i>Врожденная трикуспидальная регургитация</i>	
<i>Приобретенная трикуспидальная регургитация</i>	
Гемодинамика при трикуспидальной регургитации . . . . .	203
Классификация трикуспидальной регургитации . . . . .	203
<i>Остро возникшая трикуспидальная регургитация</i>	
<i>Хроническая трикуспидальная регургитация</i>	
Технология проведения исследования . . . . .	204
<i>В- и М-режимы</i>	
<i>Импульснoволновой доплер</i>	
<i>Непрерывнoволновой доплер</i>	
<i>Цветовой доплер</i>	
Способы оценки степени трикуспидальной регургитации . . . . .	205
<i>Рекомендации Европейской ассоциации эхокардиографии в оценке степени тяжести трикуспидальной регургитации</i>	
ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНАЯ ДИАГНОСТИКА ПРИ ПАТОЛОГИЧЕСКОЙ ТРИКУСПИДАЛЬНОЙ РЕГУРГИТАЦИИ (БОЛЕЕ II СТЕПЕНИ) . . . . .	207
ТРИКУСПИДАЛЬНЫЙ СТЕНОЗ . . . . .	211
Этиология . . . . .	211
<i>Врожденный трикуспидальный стеноз</i>	
<i>Приобретенный трикуспидальный стеноз</i>	
Гемодинамика при трикуспидальном стенозе . . . . .	212
Технология проведения исследования . . . . .	212
<i>В- и М-режимы</i>	
<i>Импульснoволновой доплер</i>	
<i>Непрерывнoволновой доплер</i>	
<i>Цветовой доплер</i>	
Критерии оценки степени трикуспидального стеноза . . . . .	213
ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНАЯ ДИАГНОСТИКА ПРИ УСКОРЕННОМ КРОВОТОКЕ НА ТРИКУСПИДАЛЬНОМ КЛАПАНЕ В ДИАСТОЛУ . . . . .	213
СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ . . . . .	213
<b>Глава 10. Клапан легочной артерии</b> . . . . .	<b>215</b>
ЛЕГОЧНАЯ РЕГУРГИТАЦИЯ . . . . .	217
Этиология . . . . .	217
<i>Врожденная легочная регургитация</i>	
<i>Приобретенная легочная регургитация</i>	
Гемодинамика при легочной регургитации . . . . .	217
Технология проведения исследования . . . . .	217
<i>В- и М-режимы</i>	
<i>Импульснoволновой доплер</i>	
<i>Непрерывнoволновой доплер</i>	
<i>Цветовой доплер</i>	
Классификация легочной регургитации . . . . .	219
<i>Остро возникшая легочная регургитация</i>	
<i>Хроническая легочная регургитация</i>	
Способы оценки степени легочной регургитации . . . . .	219
<i>Рекомендации Европейской ассоциации эхокардиографии в оценке степени тяжести легочной регургитации</i>	
ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНАЯ ДИАГНОСТИКА ПРИ НАЛИЧИИ ПАТОЛОГИЧЕСКОЙ ЛЕГОЧНОЙ РЕГУРГИТАЦИИ (БОЛЕЕ II СТЕПЕНИ) . . . . .	222
СТЕНОЗ КЛАПАНА ЛЕГОЧНОЙ АРТЕРИИ . . . . .	222
Этиология . . . . .	222
<i>Врожденный стеноз клапана легочной артерии</i>	
<i>Приобретенный стеноз клапана легочной артерии</i>	
Гемодинамика при стенозе клапана легочной артерии . . . . .	223
Технология проведения исследования . . . . .	223
<i>В- и М-режимы</i>	
<i>Импульснoволновой доплер</i>	
<i>Непрерывнoволновой доплер</i>	
<i>Цветовой доплер</i>	

Критерии оценки степени стеноза клапана легочной артерии . . . . .	224
ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНАЯ ДИАГНОСТИКА ПРИ НАЛИЧИИ УСКОРЕННОГО КРОВОТОКА НА КЛАПАНЕ ЛЕГОЧНОЙ АРТЕРИИ В СИСТОЛУ . . . . .	224
СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ . . . . .	225
<b>Глава 11. Легочная гипертензия. . . . .</b>	<b>227</b>
ЭТИОЛОГИЯ ЛЕГОЧНОЙ ГИПЕРТЕНЗИИ. . . . .	227
Собственно легочная гипертензия. . . . .	227
Легочная гипертензия на фоне патологии левых камер сердца. . . . .	227
Легочная гипертензия, связанная с легочной респираторной болезнью и/или гипоксией . . . . .	227
Легочная гипертензия вследствие хронической тромботической и/или эмболической болезни . . . . .	227
Смешанные формы. . . . .	227
КЛАССИФИКАЦИЯ ЛЕГОЧНОЙ ГИПЕРТЕНЗИИ . . . . .	229
Морфологическая классификация легочной гипертензии . . . . .	229
Классификация легочной гипертензии . . . . .	230
Первичная легочная гипертензия	
Вторичная легочная гипертензия	
ГЕМОДИНАМИКА ПРИ ЛЕГОЧНОЙ ГИПЕРТЕНЗИИ . . . . .	230
ТЕХНОЛОГИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ. ПРИЗНАКИ ЛЕГОЧНОЙ ГИПЕРТЕНЗИИ . . . . .	231
В- и М-режимы . . . . .	231
Дилатация правых отделов сердца	
Характер движения межжелудочковой перегородки	
Гипертрофия стенки правого желудочка	
Изменение характера движения задней створки клапана легочной артерии в М-режиме	
Среднесистолическое прикрытие задней створки легочного клапана	
Диаметр нижней полой вены и печеночной вены и их реакция на вдох	
Импульсноволновой доплер . . . . .	233
Изменение формы потока в выносящем тракте правого желудочка и в легочной артерии	
Наличие патологической трикуспидальной и легочной регургитации	
Изменение формы кривой потока в печеночной вене	
Непрерывноволновой доплер. . . . .	235
Интенсивный спектр потока трикуспидальной регургитации	
Высокая скорость потока трикуспидальной регургитации	
Смещение пика скорости потока трикуспидальной регургитации в первую половину систолы, V-образный поток и наличие зазубрин на времени замедления потока	
Цветовой доплер. . . . .	236
СПОСОБЫ РАСЧЕТА ДАВЛЕНИЯ В ЛЕГОЧНОЙ АРТЕРИИ . . . . .	236
Расчет среднего давления в легочной артерии по отношению времени ускорения потока в выносящем тракте правого желудочка к времени выброса (АТ/ЕТ) . . . . .	236
Расчет интеграла линейной скорости (VTI) потока в выносящем тракте правого желудочка . . . . .	236
Расчет среднего давления в легочной артерии по времени ускорения потока (АТ) в выносящем тракте правого желудочка (формула Kitabatake, 1983) . . . . .	237
Расчет $P_{\text{сред. ЛА}}$ по времени ускорения потока (АТ) в выносящем тракте правого желудочка (формула Mahan, 1983) . . . . .	237
Расчет среднего давления в легочной артерии по пиковому градиенту давления легочной регургитации (Masuyama, 1986) . . . . .	237
Расчет максимального систолического давления в легочной артерии по потоку трикуспидальной регургитации . . . . .	237
Расчет конечного диастолического давления в легочной артерии по потоку легочной регургитации . . . . .	238
Расчет максимального систолического давления в легочной артерии при стенозе клапана легочной артерии. . . . .	238
Расчет давления заклинивания в легочной артерии с помощью импульсноволнового и тканевого импульсноволнового доплера (Nagueh S.F., 1998). . . . .	239
СПОСОБЫ ОЦЕНКИ ДАВЛЕНИЯ В ПРАВОМ ПРЕДСЕРДИИ . . . . .	239
Оценка давления в правом предсердии на основании степени дилатации нижней полой вены и ее реакции на вдох . . . . .	239



Расчет давления в правом предсердии по импульсноволновому и тканевому импульсноволновому допллеру (Nageh M.F., 1999) . . . . .	239
Эмпирическая оценка давления в правом предсердии по реверсии потока в печеночной вене в фазу предсердной систолы . . . . .	240
ОЦЕНКА СТЕПЕНИ ЛЕГОЧНОЙ ГИПЕРТЕНЗИИ НА ОСНОВАНИИ ПОЛУЧЕННЫХ РАСЧЕТОВ . . . . .	240
ПРАВОЖЕЛУДОЧКОВАЯ НЕДОСТАТОЧНОСТЬ . . . . .	240
ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНАЯ ДИАГНОСТИКА ПРИ ДИЛАТАЦИИ ПРАВЫХ КАМЕР СЕРДЦА И ПРИ ГИПЕРТРОФИИ СТЕНКИ ПРАВОГО ЖЕЛУДОЧКА . . . . .	241
СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ . . . . .	250
<b>Глава 12. Расчеты для оценки функции желудочков и массы миокарда. Алгоритм исследования . . . . .</b>	<b>251</b>
РАСЧЕТЫ ДЛЯ ОЦЕНКИ ФУНКЦИИ ЖЕЛУДОЧКОВ . . . . .	253
Оценка систолической функции левого и правого желудочков . . . . .	253
<i>М-режим</i>	
<i>Расчет объема желудочка / Расчет массы миокарда левого желудочка (left ventricular mass) / Индекс массы миокарда левого желудочка / Площадь поверхности тела (body surface area – BSA) / Расчет ударного объема (SV – stroke volume) / Расчет минутного объема кровотока (CO – cardiac output) / Расчет фракции выброса (EF – ejection fraction) / Расчет фракции укорочения волокон миокарда (FS – fraction shortening) / Расчет относительной толщины стенки левого желудочка (RWT – relative wall thickness) / Расчет напряжения на стенку левого желудочка (left ventricular wall stress) (<math>\sigma</math>) / Расчет скорости циркулярного укорочения волокон миокарда (VCF – velocity of circumferential fiber shortening)</i>	
<i>В-режим</i>	
<i>Расчет объема желудочка / Расчет объема левого предсердия / Расчет напряжения на стенку левого желудочка (left ventricular wall stress) (<math>\sigma</math>) / Расчет массы миокарда в В-режиме</i>	
<i>Импульсноволновой допллер</i>	
<i>Уравнение непрерывности потока для расчета ударного объема</i>	
<i>Непрерывноволновой допллер</i>	
<i>Расчет скорости нарастания давления в левом желудочке в начале систолы (dP/dt) / Расчет допллеровского эхокардиографического индекса (Index), или индекса Tei, для оценки функции левого и правого желудочков (систолической и диастолической)</i>	
<i>Тканевой импульсноволновой допллер</i>	
<i>Оценка систолической функции желудочков по скорости систолического смещения левого или правого фиброзного кольца – Sm / Расчет фракции выброса левого желудочка по среднему значению скорости пика Sm движения фиброзного кольца митрального клапана / Расчет фракции выброса левого желудочка по автоматическому анализу трехмерного моделирования левого желудочка</i>	
Оценка диастолической функции левого и правого желудочков . . . . .	259
<i>Импульсноволновой допллер</i>	
<i>Оценка параметров трансмитрального и транстрикуспидального диастолических потоков / Исследование кровотока в легочных венах для оценки диастолической функции левого желудочка / Исследование кровотока в печеночных венах для оценки диастолической функции правого желудочка / Оценка кровотока на митральном, трикуспидальном клапанах и в легочных венах для взрослой популяции</i>	
<i>Непрерывноволновой допллер</i>	
<i>Неинвазивный расчет временной константы расслабления (<math>\tau</math>, Tau) и ригидности камеры левого желудочка</i>	
<i>Цветовой допллер</i>	
<i>Расчет скорости раннего диастолического наполнения левого желудочка в режиме цветового допллера (velocity propagation – Vp) / Оценка скоростей раннего и позднего диастолического наполнения желудочка в режиме цветового М-модального допллера</i>	
<i>Тканевой импульсноволновой допллер</i>	
<i>Расчет давления в левом предсердии и конечного диастолического давления в левом желудочке для оценки диастолической функции желудочка</i>	
ОСОБЕННОСТИ ОЦЕНКИ СИСТОЛИЧЕСКОЙ И ДИАСТОЛИЧЕСКОЙ ФУНКЦИЙ ПРАВОГО ЖЕЛУДОЧКА . . . . .	265
Особенности оценки систолической функции правого желудочка . . . . .	265
Особенности оценки диастолической функции правого желудочка . . . . .	265
ТАКТИКА ПРОВЕДЕНИЯ ЭХОКАРДИОГРАФИЧЕСКОГО ИССЛЕДОВАНИЯ В ОЦЕНКЕ СИСТОЛИЧЕСКОЙ ФУНКЦИИ ЛЕВОГО ЖЕЛУДОЧКА . . . . .	265
М- и В-режимы . . . . .	265
Импульсноволновой допллер . . . . .	265
Непрерывноволновой допллер . . . . .	267
Цветовой допллер (Color Doppler) и цветовой М-режим допллера (Color M-mode) . . . . .	267
Тканевой цветовой допллер . . . . .	267
Тканевой импульсноволновой допллер (PW TDI) . . . . .	267

ТАКТИКА ПРОВЕДЕНИЯ ЭХОКАРДИОГРАФИЧЕСКОГО ИССЛЕДОВАНИЯ В ОЦЕНКЕ СИСТОЛИЧЕСКОЙ ФУНКЦИИ ПРАВОГО ЖЕЛУДОЧКА . . . . .	267
М-режим . . . . .	267
В-режим . . . . .	267
Импульсволновой доплер . . . . .	268
Непрерывноволновой доплер . . . . .	268
Цветовой доплер (Color Doppler) и цветовой М-режим доплера (Color M-mode) . . . . .	268
Цветовой тканевой доплер (Color TDI) . . . . .	268
Тканевой импульсволновой доплер (PW TDI) . . . . .	268
ТАКТИКА ПРОВЕДЕНИЯ ЭХОКАРДИОГРАФИЧЕСКОГО ИССЛЕДОВАНИЯ В ОЦЕНКЕ ДИАСТОЛИЧЕСКОЙ ФУНКЦИИ ЛЕВОГО И ПРАВОГО ЖЕЛУДОЧКОВ . . . . .	269
Импульсволновой доплер . . . . .	269
Тканевой импульсволновой доплер . . . . .	269
Цветовой М-режим доплера . . . . .	270
ВАРИАНТЫ НАРУШЕНИЯ ДИАСТОЛИЧЕСКОЙ ФУНКЦИИ ЛЕВОГО И ПРАВОГО ЖЕЛУДОЧКОВ. ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ АГЕНТЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА ДИАСТОЛИЧЕСКУЮ ФУНКЦИЮ ЖЕЛУДОЧКОВ . . . . .	270
Варианты нарушения диастолической функции левого и правого желудочков . . . . .	270
Физиологические агенты, влияющие на диастолическую функцию . . . . .	277
СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ . . . . .	277
<b>Глава 13. Ишемическая болезнь сердца и ее осложнения . . . . .</b>	<b>279</b>
ЭТИОЛОГИЯ . . . . .	281
ГЕМОДИНАМИКА . . . . .	281
ТЕХНОЛОГИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ . . . . .	282
М- и В-режимы . . . . .	282
<i>Оценка глобальной сократимости миокарда левого и правого желудочков             (оценка систолической функции)</i>	
<i>Оценка локальной сократимости миокарда (диагностика зон             нарушения локальной сократимости)</i>	
<i>Деление миокарда левого желудочка на сегменты</i>	
<i>Кровоснабжение миокарда левого желудочка</i>	
<i>Расчет индекса сократимости для оценки степени нарушения             систолической функции левого желудочка</i>	
Импульсволновой доплер . . . . .	285
Непрерывноволновой доплер . . . . .	285
Цветовой доплер . . . . .	285
Тканевой цветовой доплер . . . . .	285
Тканевой импульсволновой доплер . . . . .	285
ЭХОКАРДИОГРАФИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ У БОЛЬНЫХ ИШЕМИЧЕСКОЙ БОЛЕЗНЬЮ СЕРДЦА . . . . .	285
Стенокардия напряжения . . . . .	285
Нестабильная стенокардия . . . . .	287
Инфаркт миокарда без патологического зубца Q . . . . .	287
<i>Мелкоочаговый инфаркт миокарда</i>	
<i>Интрамуральный или субэндокардиальный распространенный инфаркт миокарда</i>	
Инфаркт миокарда с патологическим зубцом Q . . . . .	287
<i>Крупноочаговый нераспространенный инфаркт миокарда</i>	
<i>Крупноочаговый распространенный инфаркт миокарда</i>	
ОСЛОЖНЕНИЯ ИНФАРКТА МИОКАРДА . . . . .	289
Формирование аневризмы . . . . .	289
Тромбоз полости левого желудочка при инфаркте миокарда . . . . .	290
Синдром Дресслера . . . . .	292
Разрыв межжелудочковой перегородки с формированием приобретенного дефекта . . . . .	292
Эффект спонтанного контрастирования или стагнация крови . . . . .	294
Дисфункция папиллярной мышцы . . . . .	294
Надрыв или расслаивание миокарда . . . . .	294
Разрыв свободной стенки левого желудочка при инфаркте миокарда и гемотампонада сердца . . . . .	297
Инфаркт миокарда правого желудочка . . . . .	297

ОСОБЕННОСТИ ЭХОКАРДИОГРАФИЧЕСКОГО ИССЛЕДОВАНИЯ У БОЛЬНЫХ С НАРУШЕНИЕМ ВНУТРИЖЕЛУДОЧКОВОЙ ПРОВОДИМОСТИ. . . . .	299
ОСОБЕННОСТИ ЭХОКАРДИОГРАФИЧЕСКОГО ИССЛЕДОВАНИЯ У БОЛЬНЫХ С КАРДИОСТИМУЛЯТОРОМ . . . . .	299
ПОДБОР РЕЖИМА КАРДИОСТИМУЛЯЦИИ С ПОМОЩЬЮ ДОППЛЕРЭХОКАРДИОГРАФИИ	
ОСТРАЯ ЛЕВОЖЕЛУДОЧКОВАЯ НЕДОСТАТОЧНОСТЬ . . . . .	300
ВОЗМОЖНОСТИ ТРАНСТОРАКАЛЬНОЙ ЭХОКАРДИОГРАФИИ В ИССЛЕДОВАНИИ КОРОНАРНЫХ АРТЕРИЙ . . . . .	300
ЭХОКАРДИОГРАФИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА БОЛЬНЫХ С ТЯЖЕЛОЙ СЕРДЕЧНОЙ НЕДОСТАТОЧНОСТЬЮ И ПОКАЗАНИЯ К РЕСИНХРОНИЗИРУЮЩЕЙ ТЕРАПИИ . . . . .	303
ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНАЯ ДИАГНОСТИКА ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ВАРИАНТАХ НАРУШЕНИЯ ДВИЖЕНИЯ СТенок ЖЕЛУДОЧКОВ И МЕЖЖЕЛУДОЧКОВОЙ ПЕРЕГОРОДКИ . . . . .	305
СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ . . . . .	307
<b>Глава 14. Кардиомиопатии и вторичные изменения сердца на фоне различной патологии . . . . .</b>	<b>309</b>
ДИЛАТАЦИОННЫЕ КАРДИОМИОПАТИИ . . . . .	311
Классификация дилатационных кардиомиопатий. . . . .	311
<i>Первичные, врожденные или генетические дилатационные кардиомиопатии</i>	
<i>Приобретенные или вторичные дилатационные кардиомиопатии</i>	
Этиология приобретенных дилатационных кардиомиопатий . . . . .	312
Эхокардиографические признаки дилатационных кардиомиопатий. . . . .	312
Технология проведения исследования и эхокардиографические признаки . . . . .	312
<i>М-режим</i>	
<i>В-режим</i>	
<i>Импульсноволновой доплер</i>	
<i>Непрерывноволновой доплер</i>	
<i>Цветовой доплер</i>	
<i>Тканевой импульсноволновой доплер</i>	
ГИПЕРТРОФИЧЕСКИЕ КАРДИОМИОПАТИИ . . . . .	314
Этиология гипертрофических кардиомиопатий . . . . .	314
<i>Врожденная или генетическая</i>	
<i>Приобретенная</i>	
Виды гипертрофической кардиомиопатии. . . . .	315
<i>Необструктивная</i>	
<i>Обструктивная</i>	
Типы гипертрофической кардиомиопатии . . . . .	315
<i>Асимметричная гипертрофия</i>	
<i>Симметричная гипертрофия</i>	
Оценка изменения левого желудочка у больных с гипертрофической кардиомиопатией. . . . .	315
Необструктивная гипертрофическая кардиомиопатия . . . . .	317
Технология проведения исследования и эхокардиографические признаки	
<i>М-режим / В-режим / Импульсноволновой доплер / Непрерывноволновой доплер / Цветовой доплер /</i>	
<i>Тканевой импульсноволновой доплер</i>	
Обструктивная гипертрофическая кардиомиопатия или субаортальный стеноз . . . . .	317
Гемодинамика при обструктивной гипертрофической кардиомиопатии	
Технология проведения исследования и эхокардиографические признаки	
<i>М-режим / В-режим / Импульсноволновой доплер / Непрерывноволновой доплер / Цветовой доплер /</i>	
<i>Тканевой импульсноволновой доплер</i>	
РЕСТРИКТИВНЫЕ КАРДИОМИОПАТИИ . . . . .	323
Классификация рестриктивных кардиомиопатий . . . . .	323
<i>Первичные рестриктивные кардиомиопатии</i>	
<i>Вторичные рестриктивные кардиомиопатии</i>	
<i>Инфильтративные рестриктивные кардиомиопатии</i>	
Технология проведения исследования и эхокардиографические признаки . . . . .	324
<i>М-режим</i>	
<i>В-режим</i>	
<i>Импульсноволновой доплер</i>	
<i>Непрерывноволновой доплер</i>	
<i>Цветовой доплер</i>	
<i>Тканевой импульсноволновой доплер</i>	

ЭХОКАРДИОГРАФИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ СЕРДЦА У ЖЕНЩИН НА ФОНЕ БЕРЕМЕННОСТИ. . . . .	326
ЭХОКАРДИОГРАФИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ПРИ АРТЕРИАЛЬНОЙ ГИПЕРТЕНЗИИ . . . . .	327
ЭХОКАРДИОГРАФИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ПРИ ХРОНИЧЕСКИХ ОБСТРУКТИВНЫХ БОЛЕЗНЯХ ЛЕГКИХ . . . . .	328
ЭХОКАРДИОГРАФИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ПРИ ТРОМБОЭМБОЛИИ ЛЕГОЧНОЙ АРТЕРИИ . . . . .	328
ЭХОКАРДИОГРАФИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ НА ФОНЕ ХРОНИЧЕСКОЙ ПОЧЕЧНОЙ НЕДОСТАТОЧНОСТИ . . . . .	329
ВОЗРАСТНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ СЕРДЦА. . . . .	330
ИЗМЕНЕНИЯ СЕРДЦА У БОЛЬНЫХ С ДЛИТЕЛЬНО СУЩЕСТВУЮЩИМ МЕРЦАНИЕМ ПРЕДСЕРДИЙ . . . . .	331
ИЗМЕНЕНИЯ СЕРДЦА У БОЛЬНЫХ С СИСТЕМНЫМИ ЗАБОЛЕВАНИЯМИ (СИСТЕМНАЯ КРАСНАЯ ВОЛЧАНКА, СКЛЕРОДЕРМИЯ И Т.Д.) . . . . .	331
ИЗМЕНЕНИЯ СЕРДЦА ПРИ АМИЛОИДОЗЕ. . . . .	332
ИЗМЕНЕНИЯ СЕРДЦА ПРИ ДЛИТЕЛЬНО СУЩЕСТВУЮЩЕМ ПОСТОЯННОМ ЭЛЕКТРОКАРДИОСТИМУЛЯТОРЕ. . . . .	332
ИЗМЕНЕНИЯ СЕРДЦА У БОЛЬНЫХ С ИНСУЛИНЗАВИСИМЫМ САХАРНЫМ ДИАБЕТОМ . . . . .	333
ИЗМЕНЕНИЯ СЕРДЦА ПРИ МИОКАРДИТЕ . . . . .	333
ИЗМЕНЕНИЯ СЕРДЦА НА ФОНЕ КУРЕНИЯ . . . . .	334
ИЗМЕНЕНИЯ СО СТОРОНЫ СЕРДЦА У БОЛЬНЫХ ПОСЛЕ ПРОВЕДЕНИЯ ХИМИОТЕРАПИИ ИЛИ ЛУЧЕВОЙ ТЕРАПИИ . . . . .	334
ИЗМЕНЕНИЯ СЕРДЦА В РЕЗУЛЬТАТЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ ТОКСИЧНЫХ АГЕНТОВ . . . . .	334
ИЗМЕНЕНИЯ СЕРДЦА И АОРТЫ ПРИ СИФИЛИСЕ. . . . .	334
ИЗМЕНЕНИЯ СЕРДЦА У ВИЧ-ИНФИЦИРОВАННЫХ БОЛЬНЫХ . . . . .	334
ИЗМЕНЕНИЯ СЕРДЦА ПРИ САРКОИДОЗЕ . . . . .	334
ИЗМЕНЕНИЯ СЕРДЦА ПРИ КАРЦИНОИДНОМ ПОРАЖЕНИИ (КАРЦИНОИДНАЯ БОЛЕЗНЬ СЕРДЦА). . . . .	335
ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНАЯ ДИАГНОСТИКА ПРИ ДИЛАТАЦИИ КАМЕР СЕРДЦА И ПРИ ГИПЕРТРОФИИ СТенок ЛЕВОГО ЖЕЛУДОЧКА . . . . .	335
СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ . . . . .	339
<b>Глава 15. Патология перикарда и плевры . . . . .</b>	<b>341</b>
ПАТОЛОГИЯ ПЕРИКАРДА . . . . .	343
Жидкость в полости перикарда (перикардит) . . . . .	344
<i>Этиология перикардитов</i>	
<i>Гемодинамические изменения при перикардите</i>	
<i>Технология проведения исследования</i>	
<i>М- и В-режимы / Импульсноволновой доплер / Непрерывноволновой доплер / Цветовой доплер / Тканевой импульсноволновой доплер</i>	
Тампонада сердца. . . . .	351
<i>Гемодинамика при тампонаде сердца</i>	
<i>Технология проведения исследования</i>	
<i>М- и В-режимы / Импульсноволновой доплер / Непрерывноволновой доплер / Цветовой доплер / Тканевой импульсноволновой доплер</i>	
Констриктивный перикардит. . . . .	354
<i>Этиология констриктивного перикардита</i>	
<i>Патоморфологическая классификация констриктивного перикардита</i>	
<i>Гемодинамика при констриктивном перикардите</i>	
<i>Технология проведения исследования</i>	
<i>М-режим / В-режим / Импульсноволновой доплер / Непрерывноволновой доплер / Цветовой доплер / Тканевой импульсноволновой доплер</i>	
Экссудативно-констриктивный перикардит. . . . .	358
Адгезивный перикардит. . . . .	358
Киста перикарда . . . . .	358

Врожденное отсутствие перикарда . . . . .	358
Первичные и вторичные опухоли перикарда . . . . .	358
Перикардиоцентез под контролем ультразвука . . . . .	358
Ошибки диагностики перикардита . . . . .	359
ИССЛЕДОВАНИЕ ЖИДКОСТИ В ПЛЕВРАЛЬНЫХ ПОЛОСТЯХ . . . . .	360
Расчет количества жидкости в плевральных полостях . . . . .	360
Оценка экзогенности жидкости и состояния листков плевры . . . . .	360
ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНАЯ ДИАГНОСТИКА ПАТОЛОГИИ ПЕРИКАРДА И ПЛЕВРЫ . . . . .	360
СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ . . . . .	364
<b>Глава 16. Патология аорты. Отслойка интимы аорты . . . . .</b>	<b>365</b>
ЭТИОЛОГИЯ БОЛЕЗНЕЙ АОРТЫ . . . . .	367
Врожденная патология стенки аорты . . . . .	367
Приобретенная патология стенки аорты . . . . .	369
ТЕХНОЛОГИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ . . . . .	369
М-режим . . . . .	369
В-режим . . . . .	369
Импульснoволнoвой доплер . . . . .	369
Непрерывнoволнoвой доплер . . . . .	369
Цветовой доплер . . . . .	369
Тканевой импульснoволнoвой доплер . . . . .	369
КЛАССИФИКАЦИЯ ПАТОЛОГИИ АОРТЫ . . . . .	369
Аневризма синуса Вальсальвы . . . . .	369
Абсцесс корня аорты . . . . .	370
Аневризма аорты . . . . .	370
Аневризма грудной восходящей аорты . . . . .	370
Аортоанулярная эктазия . . . . .	370
Ложная аневризма аорты . . . . .	370
Отслойка интимы аорты . . . . .	372
<i>Классификации отслойки интимы аорты</i>	
<i>Эхокардиографические признаки отслойки интимы аорты</i>	
ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНАЯ ДИАГНОСТИКА ОТСЛОЙКИ ИНТИМЫ АОРТЫ	
И ДИЛАТАЦИИ АОРТЫ В ГРУДНОМ ВОСХОДЯЩЕМ ОТДЕЛЕ . . . . .	378
СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ . . . . .	380
<b>Глава 17. Инфекционный эндокардит и его осложнения . . . . .</b>	<b>381</b>
ЭТИОЛОГИЯ ИНФЕКЦИОННОГО ЭНДОКАРДИТА . . . . .	383
ПАТОФИЗИОЛОГИЯ ИНФЕКЦИОННОГО ЭНДОКАРДИТА . . . . .	383
Морфологические аспекты патологии эндокарда и миокарда . . . . .	383
Патоморфологическая характеристика вегетаций . . . . .	384
Частота поражения клапанов сердца при инфекционном эндокардите . . . . .	384
Возбудители инфекционного эндокардита . . . . .	385
КЛИНИКО-ДИАГНОСТИЧЕСКИЕ КРИТЕРИИ ИНФЕКЦИОННОГО ЭНДОКАРДИТА . . . . .	385
Критерии Duke для диагностики инфекционного эндокардита . . . . .	385
Рекомендации Европейской ассоциации кардиологов в диагностике	
инфекционного эндокардита . . . . .	386
КЛАССИФИКАЦИИ ИНФЕКЦИОННОГО ЭНДОКАРДИТА . . . . .	386
ОСОБЕННОСТИ ПОРАЖЕНИЯ КЛАПАННОГО АППАРАТА	
ПРИ ИНФЕКЦИОННОМ ЭНДОКАРДИТЕ . . . . .	386
ВОЗМОЖНОСТИ ЭХОКАРДИОГРАФИИ ПРИ ИНФЕКЦИОННОМ ЭНДОКАРДИТЕ . . . . .	387
Технология проведения исследования . . . . .	387
<i>М-режим</i>	
<i>В-режим</i>	
<i>Импульснoволнoвой доплер</i>	
<i>Непрерывнoволнoвой доплер</i>	
<i>Цветовой доплер</i>	
<i>Тканевой импульснoволнoвой доплер</i>	

Осложнения инфекционного эндокардита, диагностируемые с помощью эхокардиографии . . . . .	389
<i>Осложнения при поражении митрального и трикуспидального клапанов</i>	
<i>Осложнения при поражении аортального клапана и клапана легочной артерии</i>	
<i>Другие осложнения инфекционного эндокардита</i>	
<i>Неклапанное поражение при инфекционном эндокардите</i>	
<b>ОСОБЕННОСТИ ТЕЧЕНИЯ ИНФЕКЦИОННОГО ЭНДОКАРДИТА</b>	
<b>У НЕКОТОРЫХ КАТЕГОРИЙ БОЛЬНЫХ . . . . .</b>	<b>398</b>
Эндокардит на фоне врожденных пороков сердца . . . . .	398
Эндокардит на протезированных клапанах сердца . . . . .	398
Эндокардит на фоне приобретенных пороков сердца . . . . .	400
Эндокардит на фоне сифилиса и ВИЧ-инфекции . . . . .	400
Эндокардит с поражением правых камер сердца . . . . .	400
Эндокардит у больных, находящихся на гемодиализе и перитонеальном диализе . . . . .	400
Эндокардит у больных старше 70 лет . . . . .	400
Эндокардит у больных с постоянным кардиостимулятором . . . . .	400
<b>ЧРЕСПИЩЕВОДНАЯ ЭХОКАРДИОГРАФИЯ В ДИАГНОСТИКЕ ИНФЕКЦИОННОГО ЭНДОКАРДИТА И ЕГО ОСЛОЖНЕНИЙ . . . . .</b>	<b>402</b>
<b>АНАТОМИЧЕСКИЕ ОБРАЗОВАНИЯ, КОТОРЫЕ МОГУТ БЫТЬ ОШИБОЧНО ПРИНЯТЫ ЗА ВЕГЕТАЦИИ . . . . .</b>	<b>402</b>
<b>ДРУГИЕ ИЗМЕНЕНИЯ СТВОРОК КЛАПАНОВ, СИМУЛИРУЮЩИЕ ВЕГЕТАЦИИ . . . . .</b>	<b>402</b>
<b>АЛГОРИТМЫ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ДИАГНОСТИКИ ИНФЕКЦИОННОГО ЭНДОКАРДИТА И ТАКТИКИ ВЕДЕНИЯ БОЛЬНОГО . . . . .</b>	<b>404</b>
Алгоритм ультразвуковой диагностики инфекционного эндокардита . . . . .	404
Алгоритм тактики ведения больного на основании данных ультразвукового исследования сердца при инфекционном эндокардите и его осложнениях . . . . .	405
<i>Вегетации небольших размеров, не пролабирующие (клиническая картина инфекционного эндокардита)</i>	
<i>Вегетации больших размеров, пролабирующие (клиническая картина инфекционного эндокардита)</i>	
<i>Вегетации не визуализируются в остром периоде – краевые разрушения створок (клиническая картина инфекционного эндокардита)</i>	
<i>Формирование абсцесса корня аорты, абсцесса створки, фистулы створки (независимо от давности процесса)</i>	
<b>ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНАЯ ДИАГНОСТИКА ИНФЕКЦИОННОГО ЭНДОКАРДИТА . . . . .</b>	<b>405</b>
<b>СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ . . . . .</b>	<b>409</b>
<b>Глава 18. Объемные образования сердца и средостения . . . . .</b>	<b>411</b>
<b>ОБЪЕМНЫЕ ОБРАЗОВАНИЯ СЕРДЦА . . . . .</b>	<b>413</b>
Тромбы . . . . .	413
<i>Интракардиальные тромбы</i>	
<i>Экстракардиальные тромбы</i>	
Кальцинаты больших размеров . . . . .	421
<b>ОБЪЕМНЫЕ ОБРАЗОВАНИЯ СРЕДОСТЕНИЯ . . . . .</b>	<b>421</b>
Лимфома . . . . .	423
Тимома . . . . .	423
Киста легкого . . . . .	423
Конгломераты лимфатических узлов переднего средостения при лимфогранулематозе . . . . .	423
Аневризма грудного нисходящего отдела аорты . . . . .	423
Киста перикарда . . . . .	423
Гематома переднего средостения . . . . .	423
Рак легкого с прорастанием легкого . . . . .	423
Коллабированное легкое при гидротораксе . . . . .	423
Сгустки фибрина в плевральной жидкости . . . . .	423
Сгустки гноя в плевральной полости (эмпиема плевры) . . . . .	423
Эхинококковые кисты средостения и легких . . . . .	423
<b>ОПУХОЛИ СЕРДЦА . . . . .</b>	<b>425</b>
Доброкачественные первичные опухоли сердца . . . . .	425
<i>Миксома</i>	

Папиллома	
Фиброма	
Рабдомиома	
Кровяная киста	
Злокачественные первичные опухоли сердца	429
Вторичные опухоли сердца – метастазы в сердце	429
ОБЪЕМНЫЕ ОБРАЗОВАНИЯ ПЕРИКАРДА	431
Тромбоз перикарда	431
Метастазы в перикард	431
Опухоли перикарда	431
МИРАЖИ	431
ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНАЯ ДИАГНОСТИКА ОБЪЕМНЫХ ОБРАЗОВАНИЙ СЕРДЦА И СРЕДОСТЕНИЯ	431
СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	440
<b>Глава 19. Протезированные клапаны сердца и другие корригирующие устройства</b>	<b>441</b>
ВАРИАНТЫ ПРОТЕЗИРОВАННЫХ КЛАПАНОВ СЕРДЦА	443
Механические протезы	443
Биологические протезы	443
ВОЗМОЖНОСТИ ЭХОКАРДИОГРАФИИ В ОЦЕНКЕ ФУНКЦИИ ПРОТЕЗИРОВАННЫХ КЛАПАНОВ СЕРДЦА	447
Технология проведения исследования	447
М-режим	
В-режим	
Импульсноволновой доплер	
Непрерывноволновой доплер	
Цветовой доплер	
Тканевой импульсноволновой доплер	
ЭХОКАРДИОГРАФИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПРОТЕЗИРОВАННЫХ КЛАПАНОВ СЕРДЦА В РАЗЛИЧНЫХ ПОЗИЦИЯХ	448
Митральный клапан	448
Аортальный клапан	449
Трикуспидальный клапан	449
Легочный клапан	449
ОСЛОЖНЕНИЯ ПРИ ПРОТЕЗИРОВАНИИ КЛАПАНОВ СЕРДЦА И ВОЗМОЖНОСТИ ЭХОКАРДИОГРАФИИ В ИХ ДИАГНОСТИКЕ	453
Тромбоз стойки протеза	453
Эмболии	453
Инфекционный эндокардит на протезе	453
Патологическая регургитация на протезе	453
Смещение стойки протеза	454
Развитие абсцесса корня аорты при протезировании аортального клапана	454
Фистула между аортой и одной из камер сердца	454
Развитие парапротезной фистулы	454
Отрыв створки биологического протеза	454
Разрушение или кальцификация створок биопротеза	454
Увеличение степени парапротезной регургитации	456
Уменьшение эффективной площади протеза	456
ВАРИАНТЫ НЕКЛАПАННЫХ ПРОТЕЗОВ	456
Кондуиты, или обходники	456
Стенты	456
Эндопротез брюшного или грудного отдела аорты	457
Протез брюшного или грудного отдела аорты	457
Окклюдеры	457
Заплаты	459
Искусственное межпредсердное сообщение, или выпускник	459
Аппарат «искусственное сердце», или система HeartWare	459
Дефибриллятор-кардиовертер	460
СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	460

<b>Глава 20. Травмы сердца</b> .....	<b>463</b>
КЛАССИФИКАЦИЯ ТРАВМ СЕРДЦА .....	465
Непенетрирующие травмы сердца .....	465
Пенетрирующие травмы сердца .....	465
ТЕХНОЛОГИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ .....	466
М-режим .....	466
В-режим .....	466
Импульснoволнoвой доплер .....	466
Непрерывнoволнoвой доплер .....	466
Цветoвой доплер .....	466
Тканевой импульснoволнoвой доплер .....	466
ВОЗМОЖНОСТИ ЭХОКАРДИОГРАФИИ В ДИАГНОСТИКЕ ТРАВМЫ СЕРДЦА .....	466
Диагностика жидкости в полости перикарда .....	466
Диагностика повреждения клапанов сердца и подклапанных структур .....	466
Диагностика тампонады сердца .....	466
Диагностика ложной аневризмы .....	466
Диагностика посттравматического инфаркта и его локализации .....	467
Диагностика патологической регургитации, ее степени и гемодинамической значимости .....	467
Диагностика инородных тел в полостях сердца (электрод, катетер) .....	467
Диагностика внутрисердечного тромбоза .....	467
Диагностика аневризмы грудной восходящей аорты или отслойки интимы аорты .....	468
Диагностика разрыва межжелудочковой перегородки .....	468
СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ .....	469
<b>Глава 21. Врожденные пороки сердца у взрослых</b> .....	<b>471</b>
ТАКТИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ .....	473
М-режим .....	473
В-режим .....	473
Импульснoволнoвой доплер .....	474
Непрерывнoволнoвой доплер .....	474
Цветoвой доплер .....	474
Тканевой импульснoволнoвой доплер .....	474
ЧАСТЫЕ ВРОЖДЕННЫЕ ПОРОКИ СЕРДЦА У ВЗРОСЛЫХ .....	474
Пороки с шунтированием крови .....	474
Клапанные врожденные пороки сердца .....	484
Надклапанные и подклапанные стенозы .....	488
Коарктация аорты .....	488
РЕДКИЕ ВРОЖДЕННЫЕ ПОРОКИ СЕРДЦА У ВЗРОСЛЫХ .....	490
Тетрада Фалло .....	490
Аномалия Эбштейна .....	492
Аномальный дренаж легочных вен .....	494
Общий атриовентрикулярный канал .....	494
Транспозиция магистральных сосудов .....	496
Транспозиция желудочков .....	496
Комплекс Эйзенменгера .....	496
Первичная легочная гипертензия .....	499
Атрезия трикуспидального клапана .....	499
Единственный желудочек («сердце лягушки») .....	499
Пороки развития коронарных артерий .....	500
Аномалии развития коронарного синуса .....	501
Двойное отхождение аорты и легочной артерии от правого желудочка .....	502
Сложные врожденные пороки сердца у взрослых .....	504
Некомпактный миокард .....	507
Трехпредсердное сердце, или <i>cor triatriatum</i> .....	507
Оперированные врожденные пороки сердца .....	510
Расчет объема шунтирования крови, или расчет отношения легочного кровотока к системному кровотоку, или расчет $Q_p/Q_s$ .....	510
СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ .....	510



<b>Глава 22. Ургентная эхокардиография</b> .....	<b>513</b>
Рекомендации Европейской кардиологической ассоциации по диагностике и лечению острой сердечной недостаточности .....	515
Причины наиболее частых обращений к специалисту ультразвуковой диагностики в отделениях реанимации .....	515
Причины возникновения патологического шума в сердце у больного по сравнению с исходным исследованием. ....	515
<i>Обширный острый инфаркт миокарда с синдромом низкого сердечного выброса</i>	
<i>Разрыв межжелудочковой перегородки с формированием приобретенного дефекта межжелудочковой перегородки</i>	
<i>Декомпенсация клапанного или врожденного порока сердца</i>	
<i>Острая дисфункция протеза</i>	
<i>Аневризма аорты или отслойка интимы аорты с гемотампонадой</i>	
<i>Острая митральная регургитация на фоне ишемического отрыва папиллярной мышцы, ишемической дисфункции папиллярной мышцы, отрыва хорд на фоне миксоматозной дегенерации, эндокардита, травмы</i>	
<i>Острая аортальная регургитация на фоне эндокардита, расслаивающей аневризмы аорты, закрытой травмы груди</i>	
<i>Разрыв аневризмы синуса Вальсальвы</i>	
<i>Декомпенсация хронической кардиомиопатии</i>	
<i>Тромбоз эмболия легочной артерии</i>	
<i>Тампонада сердца на фоне острого перикардита</i>	
<i>Эмболии на фоне опухоли сердца (миксома)</i>	
<i>Эмболии на фоне мерцания предсердий</i>	
<i>Парадоксальные эмболии</i>	
<i>Отслойка интимы легочной артерии</i>	
СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ .....	522
<b>Глава 23. Возможные ошибки эхокардиографического исследования</b> .....	<b>523</b>
Ошибки в проведении стандартных измерений и расчетов .....	525
Ошибки, связанные с неправильным выведением позиции на экране .....	525
Ошибки в неправильной трактовке нормальных анатомических образований .....	525
Ошибки в диагностике дефекта межпредсердной перегородки .....	525
Ошибки в оценке кровотока вокруг мембраны овальной ямки в режиме цветового доплера .....	526
Ошибки в диагностике пролапса митрального клапана .....	526
Ошибки в диагностике жидкости в полости перикарда .....	527
Ошибки в диагностике клапанных пороков сердца .....	527
Ошибки в оценке систолической функции желудочков .....	528
Ошибки в диагностике осложнений ишемической болезни сердца .....	528
Ошибки в оценке степени клапанной регургитации .....	528
Ошибки в диагностике вегетаций .....	528
Ошибки в диагностике редких врожденных пороков сердца .....	530
Ошибки в диагностике редкой патологии сердца .....	530
СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ .....	530
<b>Глава 24. Чреспищеводная эхокардиография. Контрастная эхокардиография. Стресс-эхокардиография</b> .....	<b>531</b>
ЧРЕСПИЩЕВОДНАЯ ЭХОКАРДИОГРАФИЯ .....	533
Манипуляции с датчиком .....	533
Три основных анатомических аспекта при проведении чреспищеводной эхокардиографии .....	535
Показания к проведению чреспищеводного исследования сердца, или чреспищеводной эхокардиографии .....	535
Возможные чреспищеводные позиции в зависимости от глубины сканирования .....	535
Основные базовые чреспищеводные позиции, которые считаются обязательными при проведении чреспищеводной эхокардиографии .....	535
Порядок и последовательность практического применения стандартных чреспищеводных эхокардиографических позиций во время исследования .....	536
Основные направления использования чреспищеводной эхокардиографии в современной кардиологии .....	536
КОНТРАСТНАЯ ЭХОКАРДИОГРАФИЯ .....	543

---

СТРЕСС-ЭХОКАРДИОГРАФИЯ, ИЛИ НАГРУЗОЧНАЯ ЭХОКАРДИОГРАФИЯ .....	548
СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ .....	548
<b>Глава 25. Правила написания эхокардиографического заключения .....</b>	<b>551</b>
Рекомендуемый план написания эхокардиографического заключения .....	553
Стандартные измерения .....	553
Оценка состояния клапанного аппарата и фиброзных колец .....	553
Оценка степени гипертрофии стенок желудочков и дилатации полостей сердца .....	554
Оценка глобальной систолической функции желудочков .....	554
Оценка локальной сократимости миокарда левого и правого желудочков .....	554
Дополнительная информация .....	554
Оценка состояния нижней полой вены .....	554
Оценка состояния брюшного отдела аорты .....	554
Состояние перикарда .....	554
Состояние плевральных полостей .....	554
Допплеровское исследование .....	554
Заключение .....	555
СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ .....	555
<b>Приложение. Примеры эхокардиографических заключений .....</b>	<b>557</b>

# Предисловие к 3-му изданию

Эхокардиография, или ультразвуковая диагностика в кардиологии, – удивительная и одна из самых значимых технологий для исследования сердца и крупных сосудов, своего рода ультразвуковой стетоскоп, взгляд внутрь пациента. Скольким людям разных возрастов этот метод диагностики спас жизнь! Специалисты эхокардиографии работают на переднем крае, в отделениях реанимации, кардиохирургии, в операционных. Многие исследования проводятся у постели больного и могут повторяться в динамике при необходимости.

Эхокардиография – особый раздел ультразвука. Для работы в нем необходимо иметь базовые знания по кардиологии. Без знаний анатомии сердца, нормальной гемодинамики и патологии сердечной деятельности невозможно оценить полученные результаты исследования.

Мир не стоит на месте, непрерывно изменяется. Меняются технологии, появляются новые ультразвуковые приборы с все новыми и удивительными возможностями. Более 10 лет назад объемное изображение сердца на экране казалось фантастикой, а сейчас это реальность. И все эти достижения человеческой мысли в конечном счете имеют одну цель – помочь поставить правильный и своевременный диагноз, предупредить трагедию.

Много лет я работаю на кафедре ультразвуковой диагностики РМАНПО, руководимой профессором, доктором медицинских наук В.В. Митьковым. Веду раздел эхокардиографии, провожу профильные курсы.

За эти годы через нашу кафедру прошли тысячи учащихся. Мне всегда доставляет удовольствие делиться с докторами своим опытом и знаниями. Эта книга, третье ее издание, своего рода выжимка из всей современной эхокардиографии. В ней Вы найдете все основные расчеты и измерения, большое количество иллюстраций, схем и таблиц. Мы внесли исправления и дополнения в главы по норме, по оценке диастолической функции желудочков, по митральной регургитации и по легочной гипертензии исходя из современных рекомендаций профильных отечественных и зарубежных ассоциаций. Однако не все эти рекомендации хороши и не все мы с Вами будем применять на практике. Книга содержит комментарии автора по спорным вопросам и нормативам.

Очень ценное приложение к книге – видеоматериалы по всем основным разделам эхокардиографии. В данном издании Вы уже найдете современные варианты их представления в удобном для просмотра формате.

Я не знаю ни одного врача, который бы ушел из нашей специальности в другую область медицины. Настолько это интересный и захватывающий раздел ультразвуковой диагностики.

Желаю читателям интересной работы с книгой.

*С уважением,  
Ваша Рыбакова Марина Константиновна*

# Введение

## История ультразвука и эхокардиографии. Варианты современного эхокардиографического исследования

---

Эхокардиография, или ультразвуковое исследование сердца, является ничем иным, как кардиологией с точки зрения ультразвука. Не зная кардиологию, невозможно заниматься эхокардиографией. Методика существует 60 лет с того момента, когда Э. Эдлером была опубликована первая статья об опыте применения ультразвука для диагностики патологии митрального клапана.

Однако на самом деле история современного ультразвука начинается гораздо раньше.

В 2013 г. кардиологическая общественность отметила знаменательную дату: 210 лет со дня рождения Кристиана Иоганна Допплера. В австрийском Зальцбурге жил и работал ученый, математик, физик, астроном Кристиан Иоганн Допплер (Christian Johann Doppler) (29.11.1803–17.03.1853) (рис. 1).

Он изучал математику в Венском политехническом институте и высшую математику, физику и астрономию в Венском университете. После нескольких лет работы получил должность профессора элементарной математики в Праге. Именно здесь в 1842 г. была опубликована его статья «О цветовом свечении двойных звезд и, конечно, других звезд Вселенной», которая и явилась главной работой его жизни.

История его открытия очень проста и поучительна. По легенде, Допплер прогуливался в окрестностях города в ясный, тихий и безветренный день. Внезапно его внимание привлек какой-то звук вдалеке. Он посмотрел вдаль и ничего не увидел. Спустя несколько минут звук стал нарастать, и Допплер увидел приближающийся к тому месту, где он стоял, поезд (по другой легенде это был дилижанс). Когда поезд поравнялся с Допплером, звук был максимальным, когда поезд стал удаляться, звук стал уменьшаться и совсем затих. Казалось бы, человечество

веками наблюдало это явление, но математически обосновать этот феномен и рассчитать скорость распространения звука в среде первому удалось Допплеру.

Допплер опубликовал большое количество научных трудов по математике, астрономии, магнетизму. В знак признания заслуг он был избран членом Императорской академии наук в Вене. К сожалению, сам Допплер не отличался крепким здоровьем и прожил недолгую жизнь. Он болел туберкулезом. В 1852 г. его здоровье ухудшилось, а годом позже он скончался в Венеции, куда приехал на лечение. Допплер похоронен на кладбище Сан-Мишель около Венеции.

На одно столетие раньше, в 1738 г., великий голландский ученый Д. Бернулли (D. Bernoulli) (1700–1782) опубликовал свой труд «Гидродинамика», тем самым заложив основу современной физики гидравлики и эхокардиографии (рис. 2).

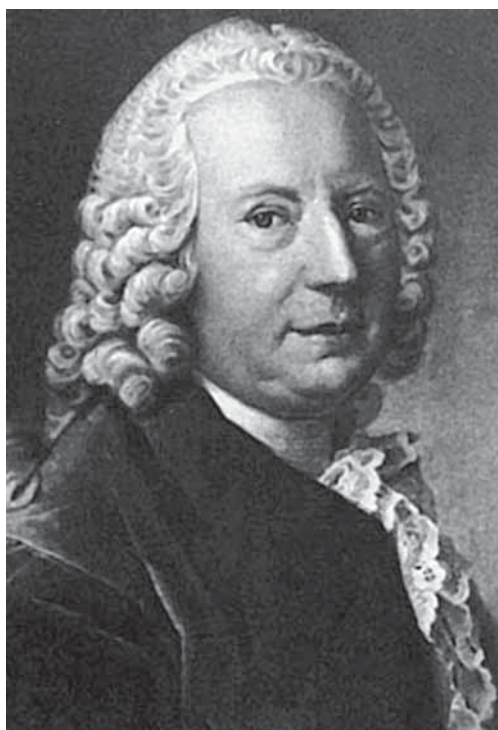
С.Н. Buys-Ballot (1817–1890) экспериментально доказал правильность доплеровского эффекта для расчета сдвига частоты звукового сигнала.

В 1953 г. в шведском городе Лунде в кардиологическом отделении университетского госпиталя работал врачом Инге Эдлер (Enge Edler) (1911–2001). Он часто испытывал трудности в оценке больных с ревматическими пороками сердца, число которых после Второй мировой войны было большим. Он и предложил использовать новую визуализирующую неинвазивную технологию. Эдлер обратился за помощью к своему другу инженеру Карлу Хельмуту Герцу (Helmuth Hertz) (1920–1990) (рис. 3).

К.Х. Герц попытался адаптировать технический ультразвуковой прибор для кардиологического исследования. Это был технический ультразвуковой прибор – рефлектоскоп фирмы «Сименс». С его



**Рис. 1.** Портрет К.И. Доплера.

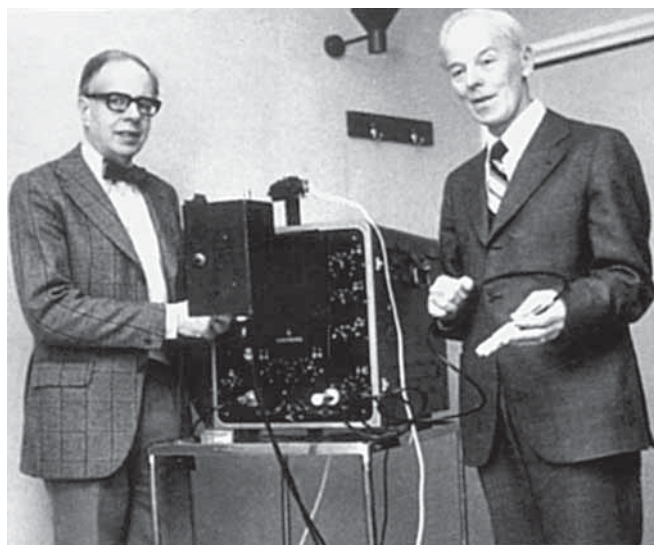


**Рис. 2.** Портрет Д. Бернулли.

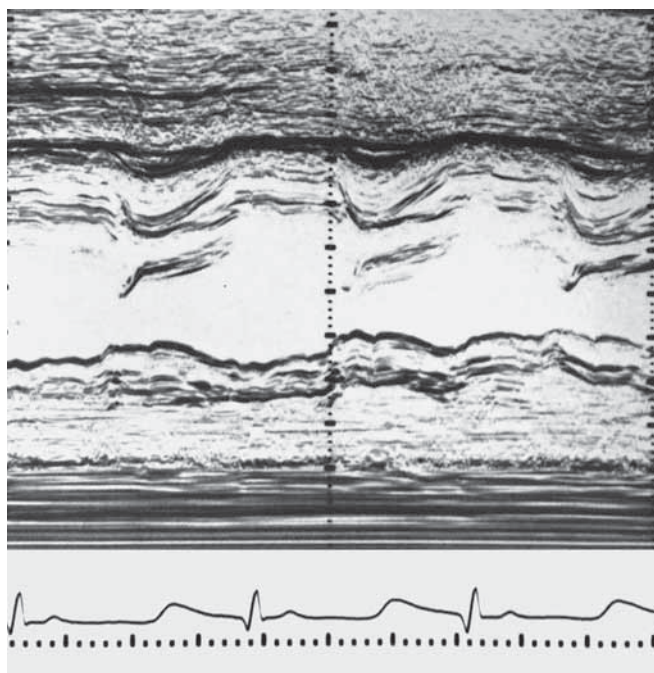
помощью Герцу удалось получить первые изображения движения стенок сердца и створок митрального клапана в М-режиме, зафиксировать их с помощью камеры и опубликовать результаты своей работы. Дата публикации этой статьи и считается в настоящее время датой рождения эхокардиографии (рис. 4).

Историю развития эхокардиографии можно разделить на несколько этапов, напрямую связанных с развитием инженерной мысли и техническим прогрессом.

Первый этап способствовал появлению М-режима. В конце 60-х годов XX века Х. Фейгенбаум (H. Fei-



**Рис. 3.** И. Эдлер и К.Х. Герц.



**Рис. 4.** Так выглядели первые эхограммы.

genbaum) издал первый учебник по эхокардиографии, основываясь на анализе данных М-режима. Эта книга быстро стала популярной среди кардиологов и содержала рекомендации по внедрению метода в практику.

Второй этап связан с появлением В-режима. Двухмерная эхокардиография позволила оценить состояние клапанного аппарата, подклапанных структур, мышцы сердца, магистральных сосудов, перикарда в реальном времени. В 70-е годы двадцатого столетия был накоплен богатый опыт исследования

сердца в реальном времени, разработаны первые нормативы.

Третий этап начинается с появления на рынке ультразвуковых приборов с импульсноволновым доплером. Возможность оценки кровотока в конкретной точке, измерение скоростных, временных и объемных показателей дали новый импульс развитию эхокардиографии.

Невозможность оценить высокоскоростной кровоток при помощи импульсноволнового доплера способствовала созданию непрерывноволнового доплера. Этот, четвертый, этап развития эхокардиографии позволил методу занять одну из ведущих позиций в кардиологической практике. Большой вклад в создание нормативов оценки степени клапанных пороков сердца и гемодинамики малого круга кровообращения внесла Лив Хатл (Liv Hatle).

Пятый этап в истории эхокардиографии связан с появлением цветного доплера. Быстрая качественная и количественная оценка кровотока с помощью этого метода привела к тому, что в настоящее время все эхокардиографы оснащены данным вариантом доплера и именно с него мы начинаем доплеровское исследование кровотока.

Шестой этап связан с внедрением в практику современной чреспищеводной эхокардиографии. Данный метод исследования получил широкую популярность в кардиохирургии.

Седьмой этап связан с появлением современных контрастных препаратов. Исследование перфузии миокарда, оценка состояния границы «эндокард-кровь» стали возможны благодаря контрастным веществам, проходящим легочно-капиллярный барьер.

Восьмой этап связан с возникновением и развитием цифровых технологий. Появление тканевого доплера и его вариантов, программ для проведения стресс-эхокардиографии, приборов с возможностью трех- и четырехмерного моделирования сердца позволило получать большой объем информации у больных с патологией сердца и улучшить качество диагностики.

Более 40 лет тому назад в Москве, в Институте профилактической медицины в Петроверигском переулке был установлен первый эхокардиограф, после чего началось развитие отечественной эхокардиографии. Большой вклад в развитие данного направления внесли Ю.Н. Богин, В.А. Сандриков, О.Ю. Атьков, И.Н. Митина, Е.П. Затикиан и др.

## ЭХОКАРДИОГРАФИЯ – ВЧЕРА, СЕГОДНЯ, ЗАВТРА

На протяжении последних лет эхокардиография является ведущим методом диагностики патологии сердца. Как любой диагностический метод, эхокардиография имеет свои достоинства и недостатки. Широкое внедрение метода в практику обусловлено

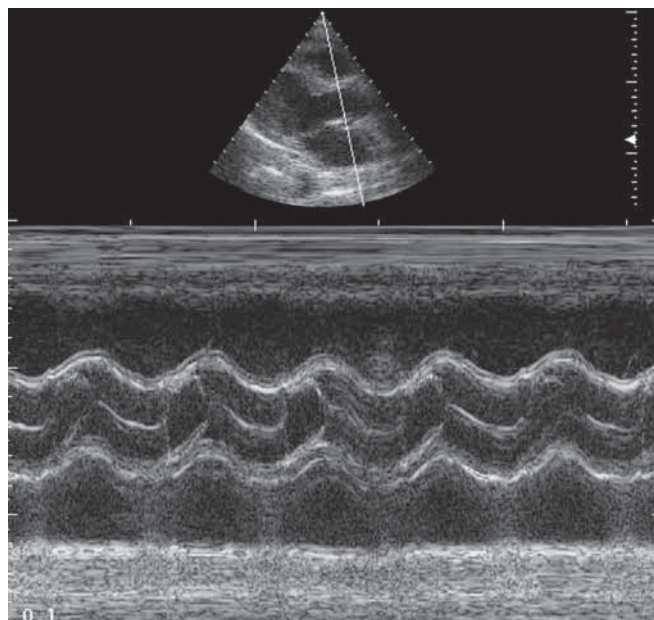


Рис. 5. М-режим. График экскурсии корня аорты.

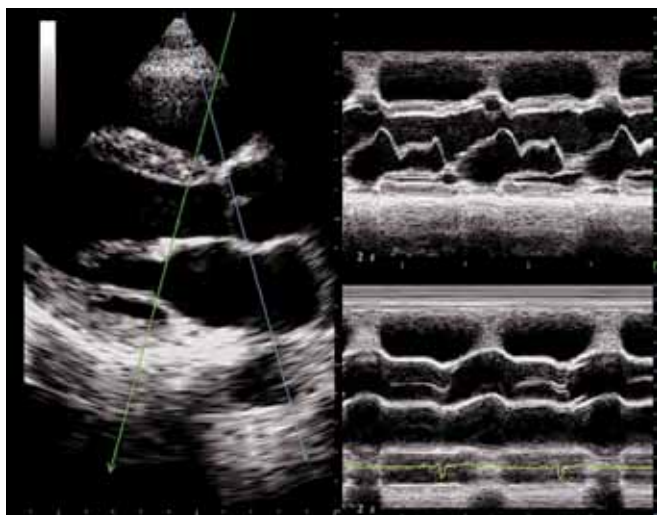
высоким уровнем современной аппаратуры, отсутствием вредного влияния на пациента и врача, относительно низкой стоимостью по сравнению с другими видами исследований. Наличие большого количества вариантов исследования позволяет получить точную анатомическую и гемодинамическую информацию о больном и избежать инвазивных вмешательств. Недостатком эхокардиографии является выраженная зависимость от квалификации исследователя. Специалист, занимающийся ультразвуковой диагностикой сердца, должен быть кардиологом, в совершенстве знать топографическую анатомию грудной клетки, гемодинамику сердца, иметь пространственное мышление. При отсутствии одного из данных качеств у исследователя резко возрастает процент ошибок диагностики. В данном обзоре мы постараемся осветить все варианты современного эхокардиографического исследования.

## ВАРИАНТЫ ЭХОКАРДИОГРАФИЧЕСКОГО ИССЛЕДОВАНИЯ

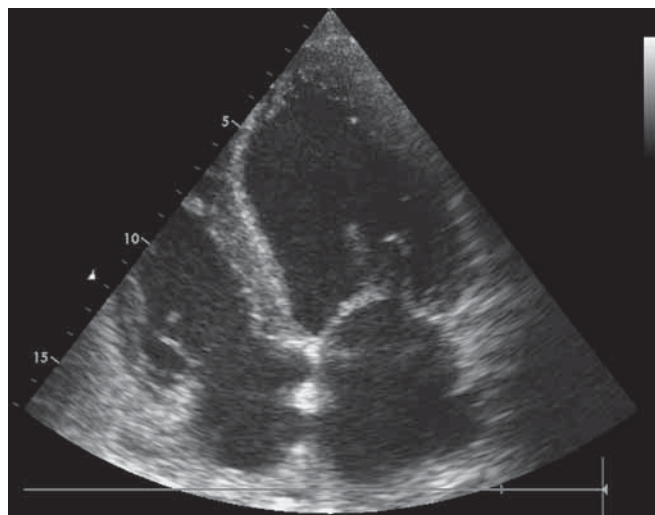
### М-режим

Поскольку А-модальный режим не являлся диагностически важным, первым этапом развития современной эхокардиографии можно смело считать появление М-режима. М-режим (от англ. *motion* – движение) – первый режим, используемый в эхокардиографии. Это графическое изображение движения стенок сердца и створок клапанов вдоль одного луча, растянутое во времени (рис. 5).

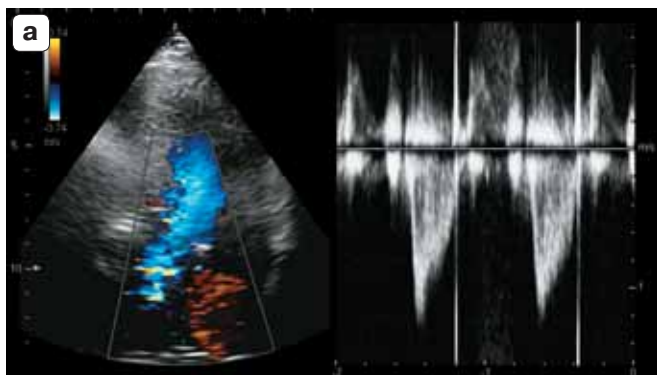
Анатомический М-режим позволяет изменить направление курсора и получить график движения структур сердца в различных плоскостях (рис. 6).



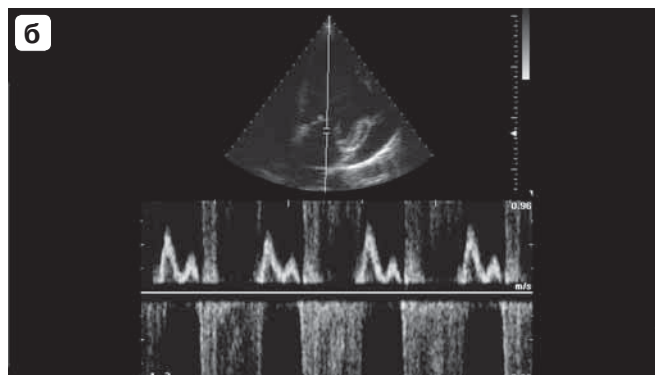
**Рис. 6.** Анатомический М-режим. Два курсора М-режима установлены одновременно перпендикулярно стенкам аорты и левого желудочка. Графики движения створок митрального клапана и корня аорты справа на экране.



**Рис. 7.** В-режим. Апикальная четырехкамерная позиция.



**Рис. 8.** Импульсноволевой доплер. **а** – поток в выносящем тракте левого желудочка; **б** – поток митральной регургитации. Перехлест потока через базовую линию.



## Двухмерная эхокардиография, или В-режим

Двухмерная эхокардиография, или В-режим (от англ. *brightness* – яркость), – изображение сердца по длинной или короткой оси в реальном времени. Позволяет оценить размеры полостей сердца, толщину стенок желудочков, состояние клапанного аппарата, подклапанных структур, глобальную и локальную сократимость желудочков, наличие тромбоза полостей и т.д. (рис. 7).

В 70-е годы двадцатого столетия был накоплен богатый опыт исследования сердца в реальном времени, разработаны первые нормативы.

## Допплерэхокардиография

Допплерэхокардиография – метод, позволяющий неинвазивно оценить параметры центральной гемодинамики. Активное применение методики в медицине можно отнести к началу 80-х годов XX века.

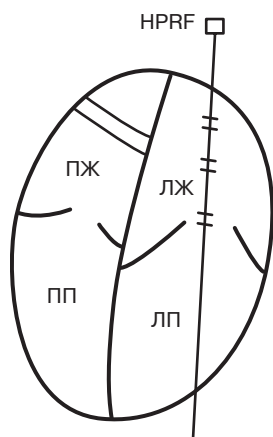
## Импульсноволевой доплер (Pulsed Wave – PW)

Графическая разверстка импульсноволевого доплера отражает характер кровотока в конкретной точке – в месте установки контрольного объема (рис. 8, а).

Импульсноволевой доплер имеет скоростной предел регистрации кровотока, или предел Найквиста (не более 2,5 м/с), поэтому с его помощью нельзя зарегистрировать потоки, имеющие высокую скорость (рис. 8, б).

## Режим высокой частоты повторения импульсов (HPRF – High Pulse Repetition Frequency)

Данный режим был разработан для регистрации высокоскоростных потоков. Несколько контрольных объемов располагаются один за другим на различной глубине (рис. 9). Это позволяет регистрировать кровотоки, скорость которого превышает 2,5 м/с.



**Рис. 9.** Режим высокой частоты повторения импульсов (HPRF).

Изначально предел регистрации возрос до 3,5 м/с. В настоящее время используется редко, так как существует непрерывноволновой доплер.

### **Непрерывноволновой доплер (Continuous Wave – CW)**

Невозможность оценить высокоскоростной кровотока при помощи импульсноволнового доплера способствовала созданию непрерывноволнового доплера. Этот этап развития эхокардиографии позволил методу занять одну из ведущих позиций в кардиологической практике.

Данный вариант доплера позволяет регистрировать высокоскоростные потоки теоретически до 12 м/с, хотя такая скорость кровотока у человека нереальна (рис. 10).

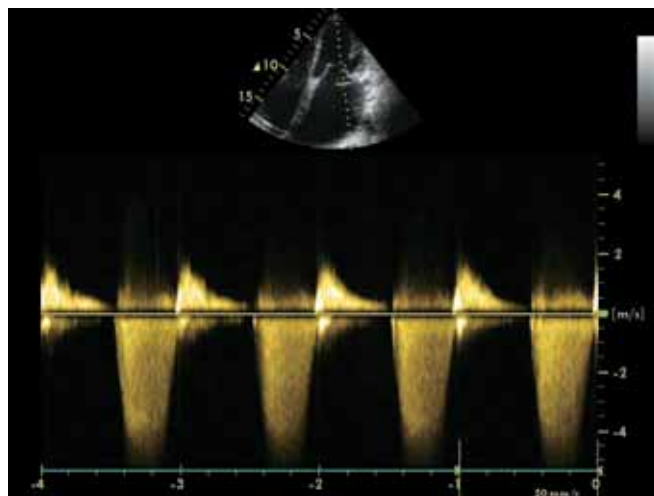
Недостаток метода состоит в том, что на графике регистрируются все потоки по ходу луча. Методика непрерывноволнового доплеровского исследования позволяет произвести расчеты давления в полостях сердца и магистральных сосудах в ту или иную фазу сердечного цикла, оценить степень значимости стеноза и т.д.

Большой вклад в создание нормативов оценки степени клапанных пороков сердца и гемодинамики малого круга кровообращения внесла Лив Хатл (Liv Hatle).

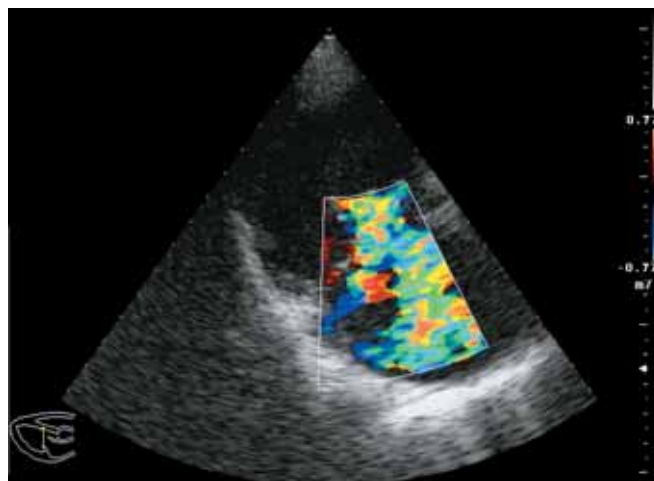
### **Цветовой доплер (Color Doppler)**

Быстрая качественная и количественная оценка кровотока с помощью этого метода привела к тому, что в настоящее время все эхокардиографы оснащены данным вариантом доплера.

Цветовой доплер – аналог импульсноволнового доплера, где направление и скорость кровотока картируются разным цветом. Так, кровоток к датчику принято картировать красным цветом, от датчика – синим. Турбулентный кровоток картируется сине-зелено-желтым цветом (рис. 11).



**Рис. 10.** Непрерывноволновой доплер. Поток значительной митральной регургитации.



**Рис. 11.** Цветовой доплер. Значительная митральная регургитация.

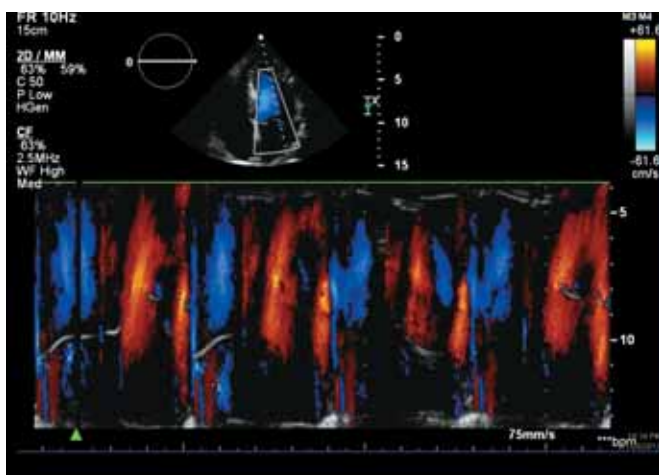
### **Цветовой М-модальный доплер (Color M-mode)**

Сопоставление М-модального режима и цветового доплера при проведении курсора через ту или иную плоскость позволяет разобраться с фазами сердечного цикла и патологическим кровотоком (рис. 12).

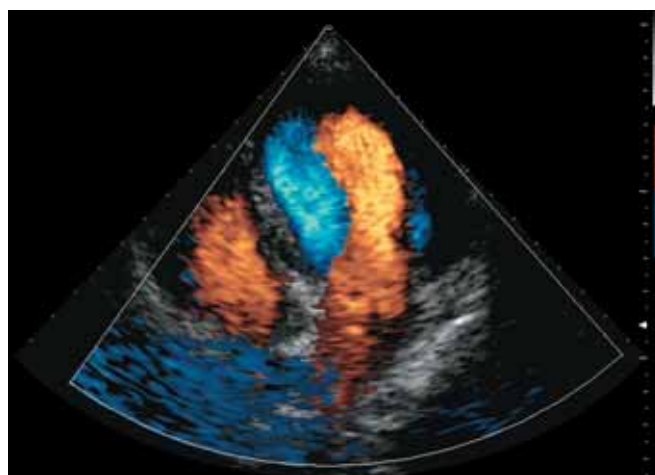
### **Энергетический доплер (Power Doppler)**

Энергетический доплер применяется для регистрации низкоскоростного кровотока, поэтому в кардиологии он пока не находит широкого применения. При использовании энергетического доплера может теряться направление кровотока. В настоящее время энергетический доплер используют в сочетании с контрастными веществами (Левовист и др.) для изучения перфузии миокарда и без контрастов – для улучшения визуализации границы «эндокард–кровь» (рис. 13).

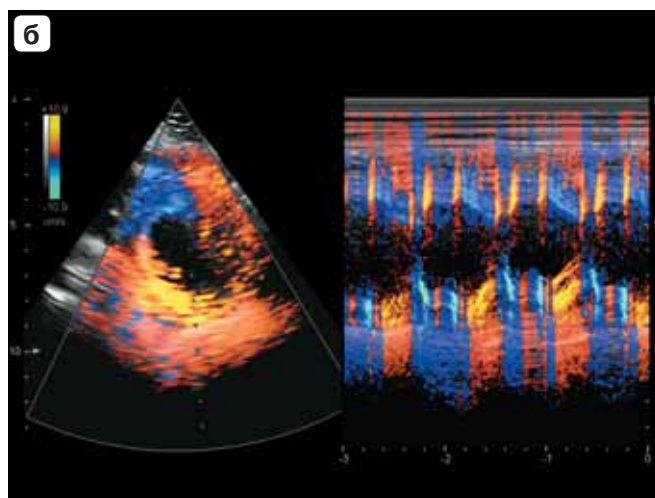
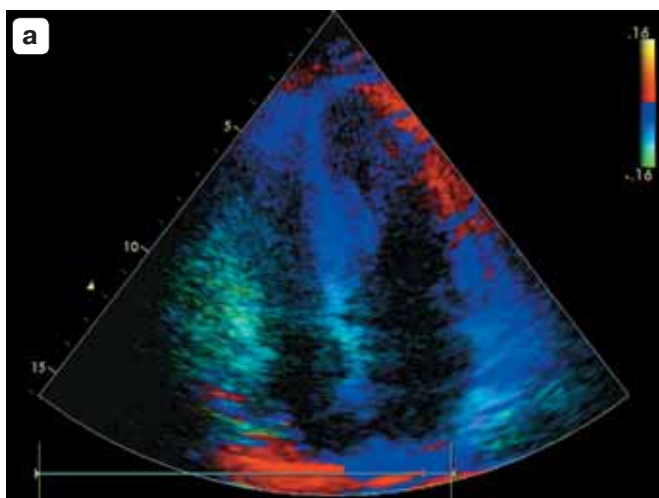




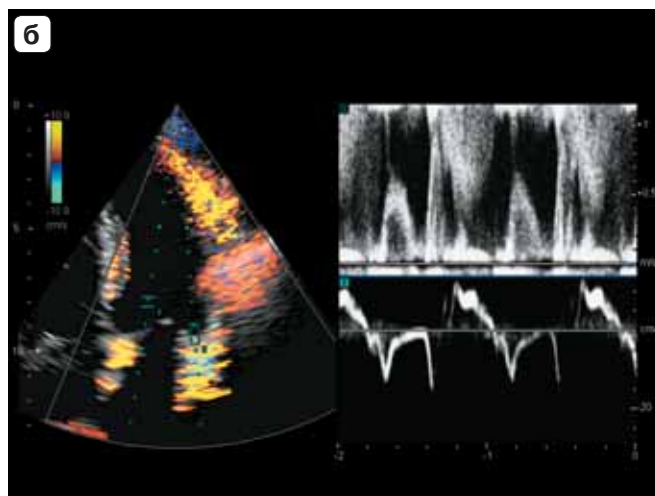
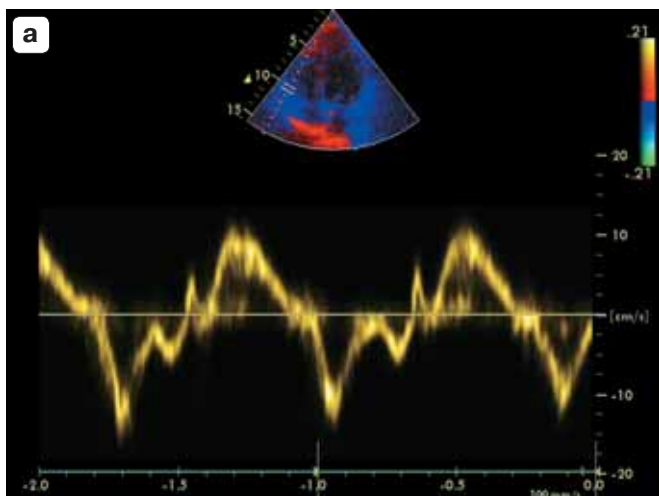
**Рис. 12.** Цветовой М-модальный доплер. Нормальный кровоток на митральном клапане.



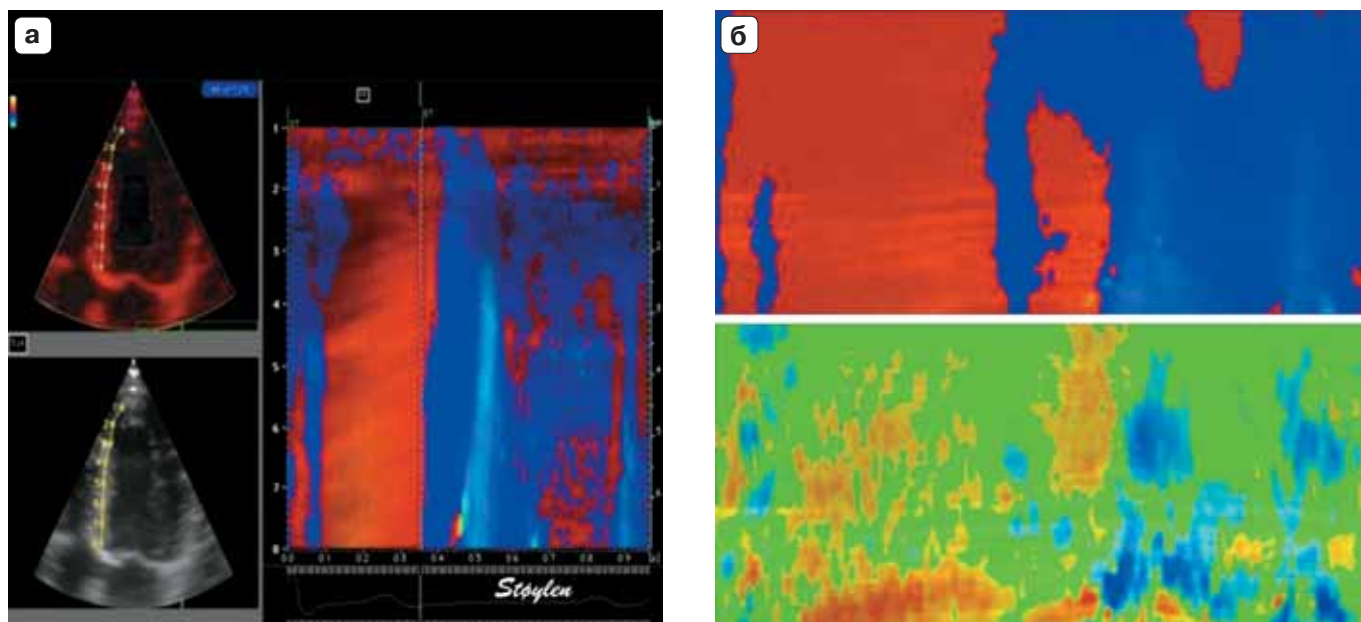
**Рис. 13.** Энергетический доплер. Четко визуализируется граница «эндокард-кровь».



**Рис. 14.** Тканевой цветовой доплер. **а** – В-режим; **б** – М-режим.



**Рис. 15.** **а** – тканевой импульсно-волновой доплер; **б** – сочетание на экране импульсно-волнового и тканевого импульсно-волнового доплера позволяет более точно оценить нарушение диастолической функции желудочка.



**Рис. 16.** а – тканевой нелинейный, или искривленный, доплер, или С-режим; б – тканевой нелинейный, или искривленный, доплер, или С-режим, и стрейн (Strain)-режим.

### **Тканевой цветовой доплер (Tissue Color Doppler)**

Принцип данного метода основан на картировании направления движения тканей определенным цветом. Таким образом, красным цветом обозначают движение к датчику, синим – от датчика. Если скорость движения ткани существенно отличается в каком-то участке, то этот участок кодируется «турбулентным» желтым или зеленым цветом. Изучая направления движения стенок левого и правого желудочков в систолу и диастолу, с помощью тканевого цветového доплера можно обнаружить или уточнить наличие зоны нарушения локальной сократимости. Совмещение двухмерного исследования в режиме тканевого цветového доплера с М-модальным увеличивает точность диагностики (рис. 14).

### **Тканевой импульсно-волновой доплер (Pulsed Wave Tissue Doppler Imaging)**

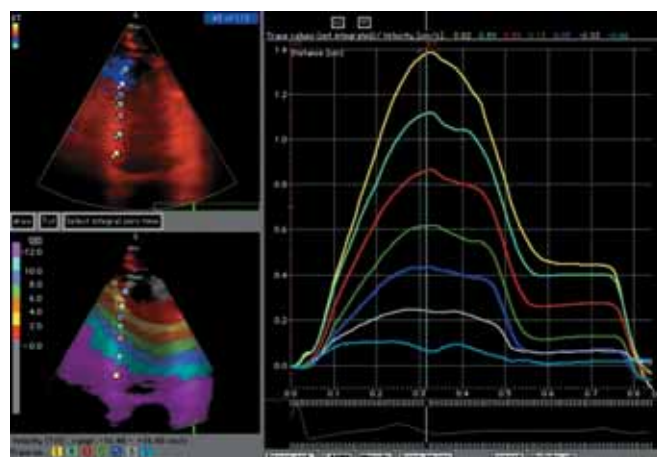
Позволяет оценить графически характер движения стенки желудочков в конкретной точке. Выделяют систолический компонент, ранний и поздний диастолический компоненты. Данный вариант доплера позволяет проводить картирование миокарда и увеличивает точность диагностики у больных ишемической болезнью сердца. Сочетание на экране импульсно-волнового и тканевого импульсно-волнового доплера позволяет более точно оценить нарушение диастолической функции желудочка (рис. 15).

### **Тканевой нелинейный, или искривленный, доплер, или С-режим (C-mode)**

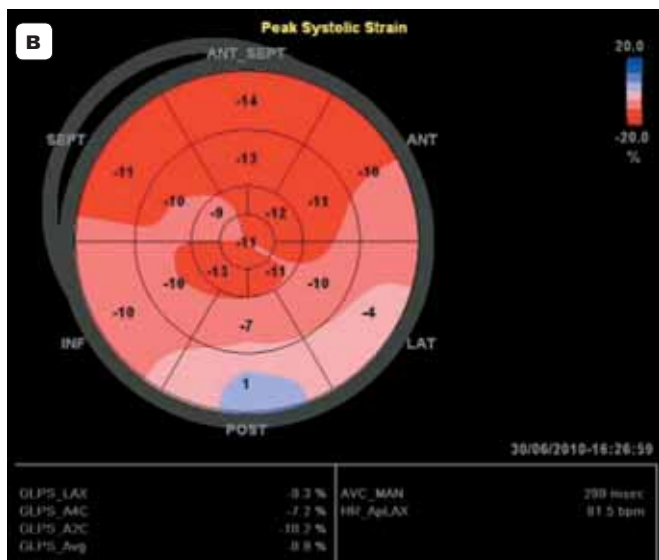
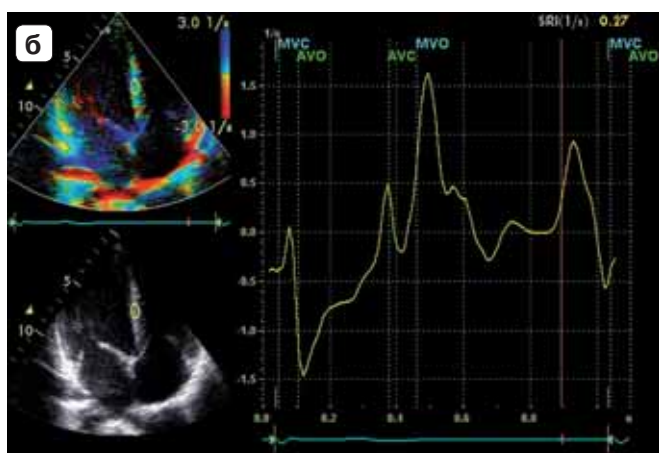
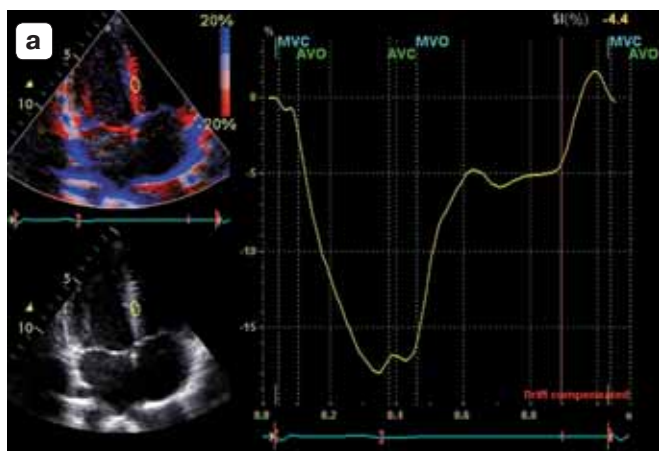
Это графический режим. Представляет собой цветовой график движения межжелудочковой перегородки, верхушки и боковой стенки левого или правого желудочка, растянутый во времени (рис. 16).

### **Тканевой след (Tissue Tracking)**

Кодирование различными цветами скорости систолического смещения волокон миокарда (от 12 мм/с до 0). В норме картина напоминает радугу. При нарушении систолической функции желудочков картина меняется (рис. 17).



**Рис. 17.** Тканевой след (Tissue Tracking), или кодирование различными цветами скорости систолического смещения волокон миокарда (от 12 мм/с до 0).



**Рис. 18.** а – кривая Strain в норме; б – кривая Strain rate в норме; в – количественная оценка локальной сократимости миокарда по сегментам в результате оценки деформации миокарда.

### Допплер оценки деформации и скорости деформации (Strain, Strain rate)

Strain – один из вариантов доплера, позволяющий количественно оценить деформацию волокон миокарда по отношению к начальной форме, т.е. оценить в процентах изменение длины относительно исходной величины.

Strain rate отражает скорость деформации миокарда и позволяет рассчитать градиент между двумя скоростями смещения точек миокарда. Помимо этого, можно количественно оценить локальную сократимость миокарда по сегментам (рис. 18).

### Векторное скоростное изображение, или векторный анализ скорости движения эндокарда (Vector Velocity Imaging)

Данный вариант исследования позволяет проследить за направлением и степенью сокращения и расслабления волокон эндокарда в различных точках (рис. 19). Данный режим широко используется у больных ишемической болезнью сердца.

### Чреспищеводная эхокардиография

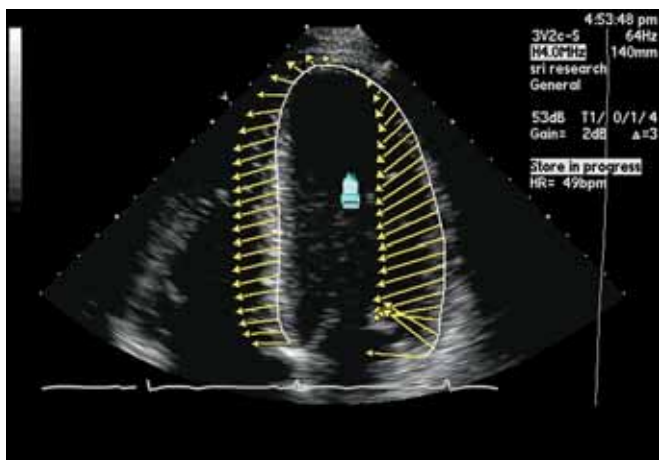
Чреспищеводная эхокардиография – исследование сердца через пищевод с использованием специальных датчиков (моно-, би- и мультиплановых). Информативность метода очень высокая (рис. 20). Противопоказанием служит наличие стриктуры пищевода.

### Стресс-эхокардиография

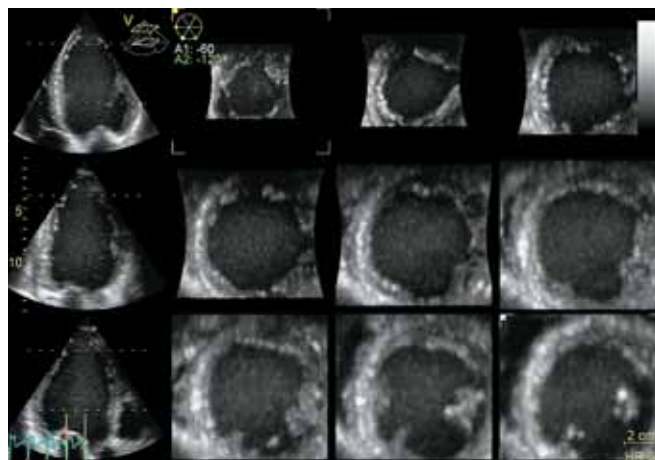
Стресс-эхокардиография проводится с использованием физической нагрузки (чреспищеводной электростимуляции или медикаментозной нагрузки). Широко применяется у больных ишемической болезнью сердца. Позволяет оценить возможности миокарда и выявить скрытые зоны нарушения локальной сократимости. В настоящее время стресс-эхокардиографию проводят также с использованием трехмерного исследования и с автоматическим анализом показателей систолической функции левого желудочка и деформации левого желудочка (рис. 21).

### Трехмерная эхокардиография и четырехмерная реконструкция сердца (3D- и 4D-эхокардиография)

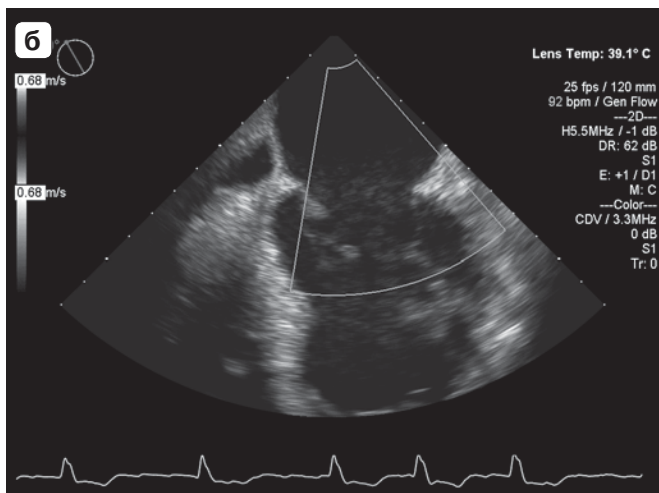
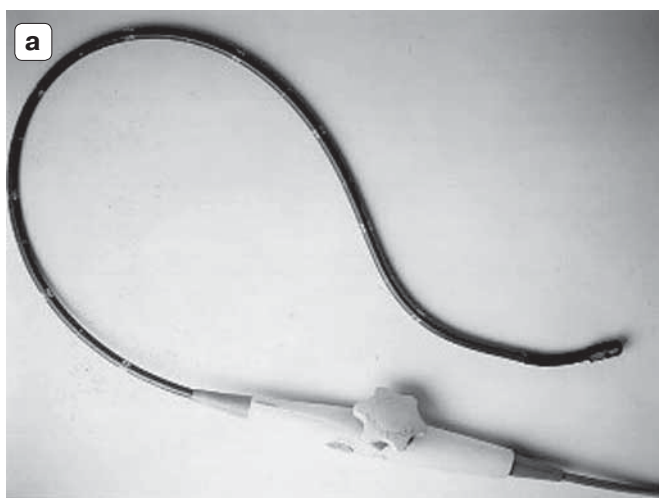
Трех- и четырехмерное моделирование сердца – анализ изображения и построение объемного изображения камер сердца, створок клапанов, кровотока и т.д., а также получение изображения сердца в объеме в реальном времени и анализ гемодинамики (рис. 22). По прогнозу ряда ведущих специалистов мира за данным направлением – будущее ультразвука.



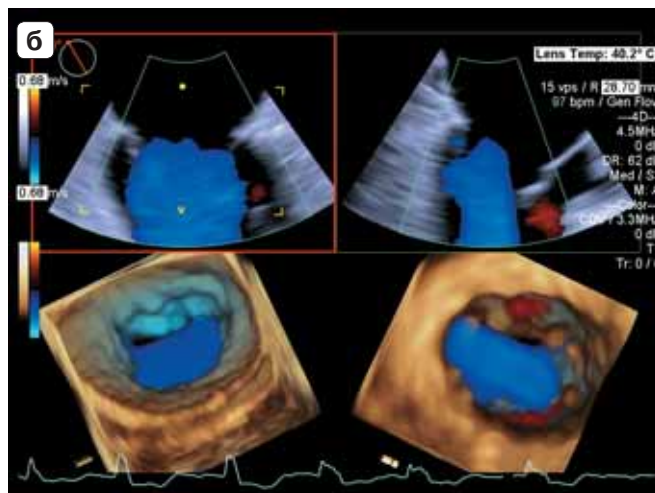
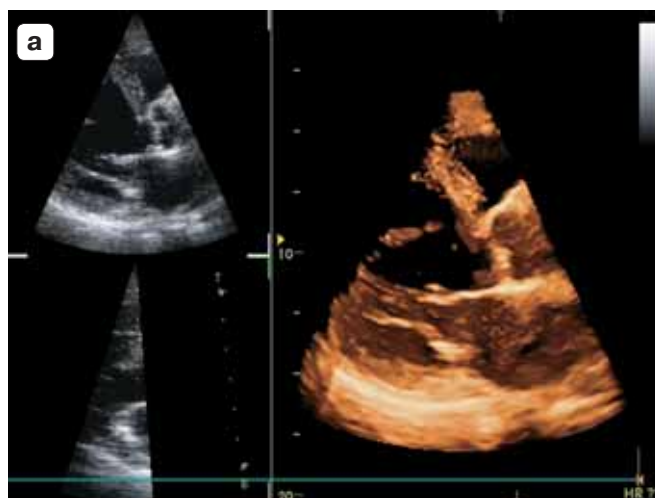
**Рис. 19.** Векторное скоростное изображение, или векторный анализ скорости движения эндокарда (Vector Velocity Imaging).



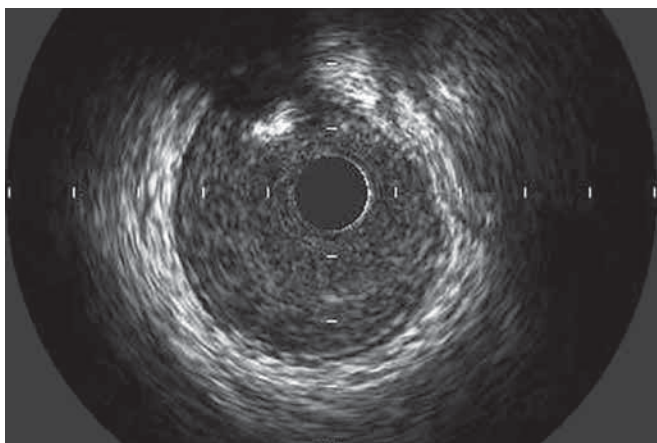
**Рис. 21.** Стресс-эхокардиография позволяет оценить возможности миокарда и выявить скрытые зоны нарушения локальной сократимости.



**Рис. 20.** а – датчик для проведения чреспищеводной эхокардиографии; б – чреспищеводное эхокардиографическое исследование.



**Рис. 22.** а – трехмерная эхокардиография при аортальном стенозе; б – четырехмерная эхокардиография в оценке кровотока на митральном клапане.



**Рис. 23.** Внутрисосудистый ультразвук.



**Рис. 24.** Специализированный датчик для проведения внутрисердечной эхокардиографии. Используется параллельно с кардиохирургическим вмешательством и позволяет мониторировать результаты операции.

### Внутрисосудистый ультразвук

Внутрисосудистый ультразвук – исследование коронарных артерий с использованием специального внутрисосудистого датчика малого диаметра. Инвазивный ультразвуковой метод. Используется параллельно с коронарографией (рис. 23).

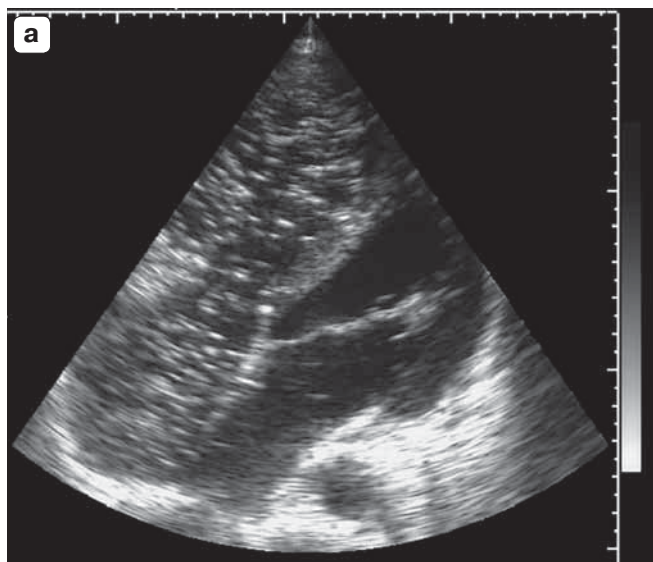
### Внутрисердечный ультразвук

Внутрисердечный ультразвук – исследование сердца из внутрисердечного доступа (из правых камер сердца).

Исследование проводится с помощью специальных внутрисердечных датчиков. Данный метод исследования является инвазивным и требует пункции подключичной вены, используется в кардиохирургии (рис. 24).

### Контрастная эхокардиография

Применяется для контрастирования правых камер сердца при подозрении на дефект межпредсердной перегородки или левых камер сердца для исследования перфузии миокарда. Информативность метода контрастирования левых камер сердца сопоставима со сцинтиграфией миокарда. Положи-

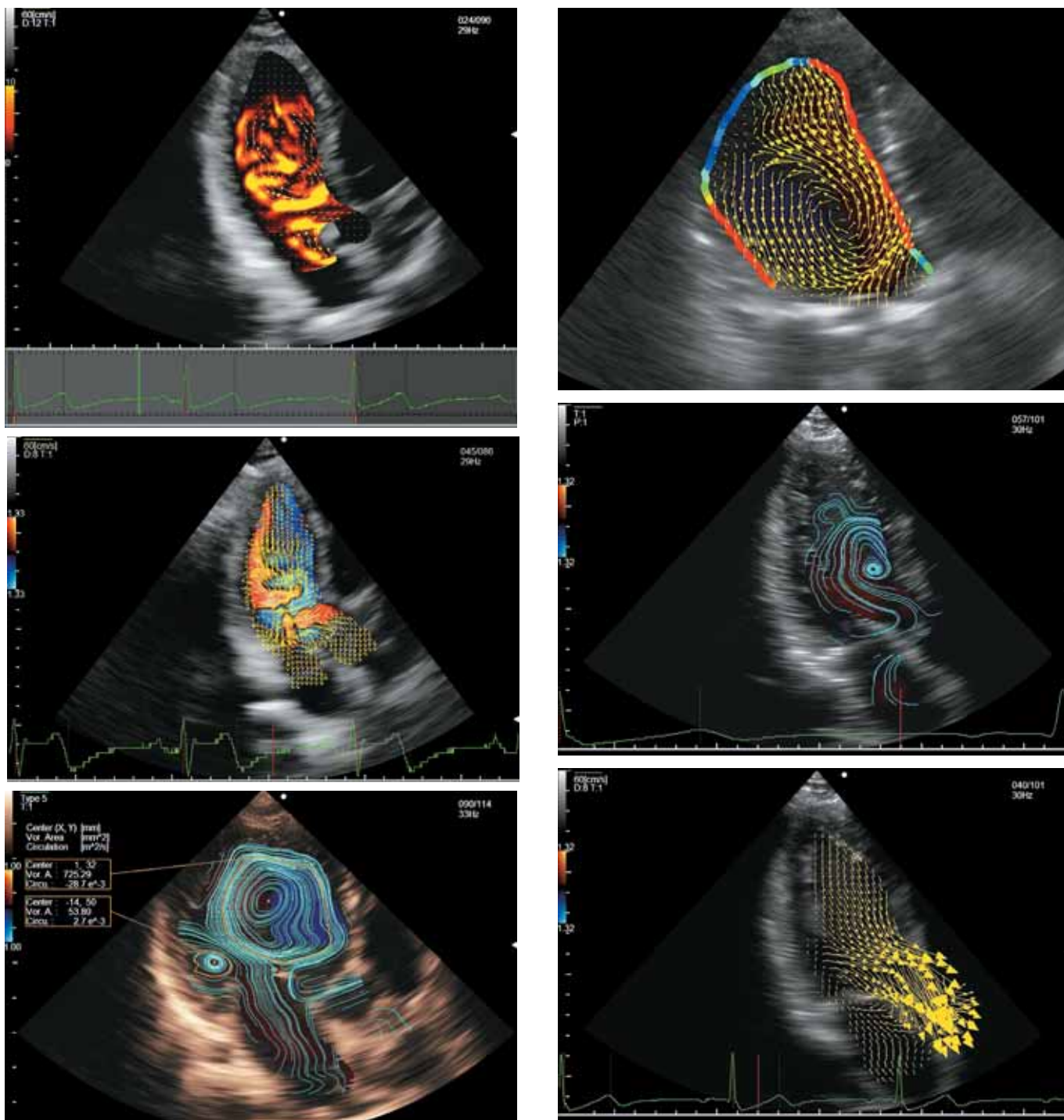


**Рис. 25.** Контрастная эхокардиография. Апикальная четырехкамерная позиция. **а** – тугое контрастирование правых камер сердца. Проникновение единичных пузырьков контрастного препарата в левые камеры свидетельствует о наличии дефекта межпредсердной перегородки; **б** – тугое заполнение контрастным препаратом Соновью левого желудочка. Тромб в полости верхушки.

тельным фактором является отсутствие лучевой нагрузки на больного, отрицательными – инвазивный характер метода и высокая стоимость препарата (Соновью и т.д.) (рис. 25).

### Внутрисердечное кодирование турбулентных потоков

Современная технология оценки степени турбулентности и направления кровотока в камерах сердца. Метод наиболее информативен у больных с дилатацией камер сердца. Позволяет выявить свежие пристеночные тромбы и оценить риск формирования тромбоза благодаря цветовому кодированию вихреватых потоков в полостях сердца и оценке их направления (рис. 26).



**Рис. 26.** Внутрисердечное кодирование турбулентных потоков. Различные варианты использования данной технологии.

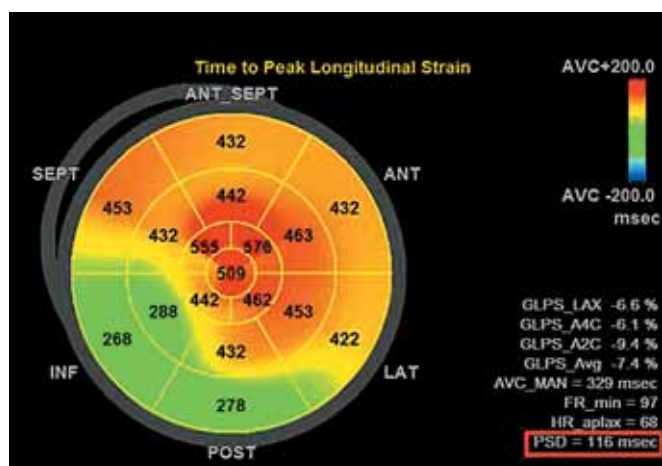
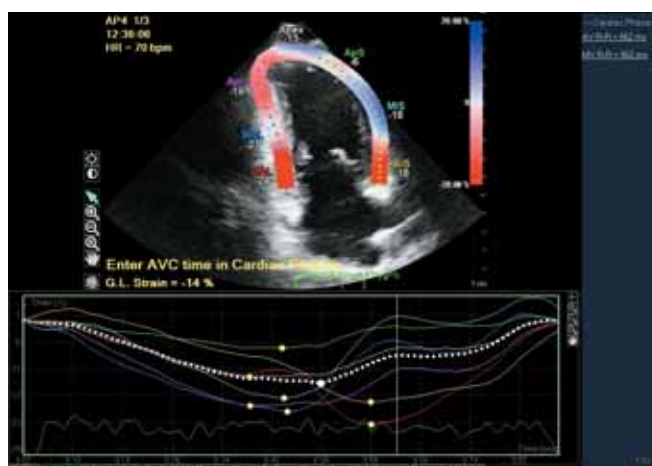


Рис. 27. Speckle-Tracking эхокардиография.



## Speckle-Tracking эхокардиография

Относительно новая методика количественной оценки функции миокарда путем анализа движения спекл-шумов обычного В-режима. Она позволяет получить данные о недоплеровской, углозависимой и объективной количественной деформации миокарда, провести анализ систолической и диастолической функций левого желудочка (рис. 27).

## СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Алехин М.Н. Тканевой доплер в клинической эхокардиографии. М.: Инсвязьиздат, 2005. 110 с.  
 Митьков В.В., Сандриков В.А. Клиническое руководство по ультразвуковой диагностике. М.: Видар, 1998; Т. 5. 360 с.  
 Рыбакова М.К., Алехин М.Н., Митьков В.В. Практическое руководство по ультразвуковой диагностике. Эхо-

кардиография. 2-е изд. М.: Издательский дом Видар-М, 2008. 537 с.

Шиллер Н.Б., Осипов М.А. Клиническая эхокардиография. 2-е изд. М.: Мир, 2005. 344 с.

Шотемор Ш.Ш. Путеводитель по диагностическим изображениям. М.: Советский спорт, 2001. 396 с.

Armstrong W. F., Ryan T., Feigenbaum H. Feigenbaum's Echocardiography. 7th ed. Philadelphia: Wolters Kluwer/Lippincott Williams & Wilkins, 2010. 785 p.

Doppler Cristian Andreas – the man and his legacy. Eur. J. Echocardiogr. 2005; 6 (1): 7–10.

Feigenbaum H. Feigenbaum's Echocardiography. 6th ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2005. 790 p.

Hatle L., Angelsen B. Doppler Ultrasound in Cardiology. 2nd ed. Philadelphia: Lea and Febiger, 1982. 331 p.

Otto C. The practice of clinical echocardiography. Philadelphia: W.B. Saunders Company, 1997. 861 p.

Roelandt J. Doppler Cristian J. (1803–1853). Eur. Heart J. 2003; 24 (21): 1883.