

ЭХОКАРДИОГРАФИЯ

от М.К. Рыбаковой

Издание 2-е

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 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 последипломного образования» Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. 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

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

Р93 Эхокардиография от М.К. Рыбаковой : Руководство : с приложением DVD-ROM «Эхокардиография от М.К. Рыбаковой». Изд. 2-е. – М.: Издательский дом Видар-М, 2018. – 600 с., ил. + 1 электрон. опт. диск (DVD-ROM)

ISBN 978-5-88429-242-0

Данное издание представляет собой практическое руководство по ультразвуковой диагностике, в котором отражены все современные технологии, применяемые в эхокардиографии в настоящее время. Исключительный интерес для специалистов представляет CD-ROM с подборкой видеоклипов по всем основным разделам эхокардиографии, включающих редкие случаи диагностики.

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. Большое внимание уделено также классическим разделам эхокардиографии – оценке легочной гипертензии, клапанных пороков сердца, ишемической болезни сердца и ее осложнений и т.д.

В книге представлены огромный иллюстративный материал, большое количество схем и рисунков, 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 справочную информацию.

Книга написана сотрудниками кафедры ультразвуковой диагностики ГБОУ ДПО «Российская медицинская академия последипломного образования» Министерства здравоохранения Российской Федерации (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 978-5-88429-242-0

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

Содержание

Список обозначений на иллюстрациях	19
Введение	21
СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	32
Глава 1. Нормальная анатомия и физиология сердца	33
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
Глава 2. Исследование сердца в норме. В-режим. М-режим. Стандартные эхокардиографические измерения и нормативы.	51
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
Глава 3.	Допплерэхокардиография в норме. Стандартные измерения и расчеты	77
	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
Глава 4.	Тканевое доплеровское исследование. Современные недоплеровские технологии оценки функции сердца.	91
	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
Глава 5.	Трехмерная и четырехмерная эхокардиография. Клинические возможности метода	103
	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
Глава 6.	Малые аномалии развития сердца. Открытое овальное окно. Особенности эхокардиографического исследования у детей и подростков. Пролабирование клапанов сердца	119
	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
Глава 7. Митральный клапан	139
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 Европейской ассоциации эхокардиографии в оценке степени тяжести митральной регургитации	
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>	
ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНАЯ ДИАГНОСТИКА ПРИ УСКОРЕНИИ КРОВОТОКА	
НА МИТРАЛЬНОМ КЛАПАНА В ДИАСТОЛУ	170
СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	171
Глава 8. Аортальный клапан	173
АОРТАЛЬНАЯ РЕГУРГИТАЦИЯ	175
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>	
ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНАЯ ДИАГНОСТИКА ПРИ НАЛИЧИИ ПАТОЛОГИЧЕСКОЙ	
АОРТАЛЬНОЙ РЕГУРГИТАЦИИ (ОТ I СТЕПЕНИ)	186
АОРТАЛЬНЫЙ СТЕНОЗ	190
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>	
ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНАЯ ДИАГНОСТИКА ПРИ УСКОРЕНИИ КРОВОТОКА	
НА АОРТАЛЬНОМ КЛАПАНА В СИСТОЛУ И В АОРТЕ	196
СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	198

Глава 9. Трикуспидальный клапан	199
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
Глава 10. Клапан легочной артерии	215
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
Глава 11. Легочная гипертензия.	227
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	230
Морфологическая классификация легочной гипертензии	230
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
Глава 12. Расчеты для оценки функции желудочков и массы миокарда. Алгоритм исследования	251
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) (σ) / 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) (σ) / 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 (τ, 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	276
СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	277
Глава 13. Ишемическая болезнь сердца и ее осложнения	279
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
Глава 14. Кардиомиопатии и вторичные изменения сердца на фоне различной патологии	309
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
Глава 15. Патология перикарда и плевры	341
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</i> <i>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</i> <i>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 /</i> <i>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
Глава 16. Патология аорты. Отслойка интимы аорты	365
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
Глава 17. Инфекционный эндокардит и его осложнения	381
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>	
ОСОБЕННОСТИ ТЕЧЕНИЯ ИНФЕКЦИОННОГО ЭНДОКАРДИТА	
У НЕКОТОРЫХ КАТЕГОРИЙ БОЛЬНЫХ	398
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
ЧРЕСПИЩЕВОДНАЯ ЭХОКАРДИОГРАФИЯ В ДИАГНОСТИКЕ ИНФЕКЦИОННОГО ЭНДОКАРДИТА И ЕГО ОСЛОЖНЕНИЙ	402
АНАТОМИЧЕСКИЕ ОБРАЗОВАНИЯ, КОТОРЫЕ МОГУТ БЫТЬ ОШИБОЧНО ПРИНЯТЫ ЗА ВЕГЕТАЦИИ	402
ДРУГИЕ ИЗМЕНЕНИЯ СТВОРОК КЛАПАНОВ, СИМУЛИРУЮЩИЕ ВЕГЕТАЦИИ	402
АЛГОРИТМЫ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ДИАГНОСТИКИ ИНФЕКЦИОННОГО ЭНДОКАРДИТА И ТАКТИКИ ВЕДЕНИЯ БОЛЬНОГО	404
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>	
ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНАЯ ДИАГНОСТИКА ИНФЕКЦИОННОГО ЭНДОКАРДИТА	405
СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	409
Глава 18. Объемные образования сердца и средостения	411
ОБЪЕМНЫЕ ОБРАЗОВАНИЯ СЕРДЦА	413
Тромбы	413
<i>Интракардиальные тромбы</i>	
<i>Экстракардиальные тромбы</i>	
Кальцинаты больших размеров	421
ОБЪЕМНЫЕ ОБРАЗОВАНИЯ СРЕДОСТЕНИЯ	421
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
ОПУХОЛИ СЕРДЦА	425
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
Глава 19. Протезированные клапаны сердца и другие корригирующие устройства	441
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	
Импульснoволнoвой доплер	
Непрерывнoволнoвой доплер	
Цветовой доплер	
Тканевой импульснoволнoвой 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

Глава 20. Травмы сердца	463
КЛАССИФИКАЦИЯ ТРАВМ СЕРДЦА	465
Непенетрирующие травмы сердца	465
Пенетрирующие травмы сердца	465
ТЕХНОЛОГИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ	466
М-режим	466
В-режим	466
Импульснoвoлнoвoй дoпплер	466
Нepрeрывнoвoлнoвoй дoпплер	466
Цвeтoвoй дoпплер	466
Ткaнeвoй импyльснoвoлнoвoй дoпплер	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
Глава 21. Врожденные пороки сердца у взрослых	471
ТАКТИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ	473
М-режим	473
В-режим	473
Импульснoвoлнoвoй дoпплер	474
Нepрeрывнoвoлнoвoй дoпплер	474
Цвeтoвoй дoпплер	474
Ткaнeвoй импyльснoвoлнoвoй дoпплер	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

Глава 22. Ургентная эхокардиография	513
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
Глава 23. Возможные ошибки эхокардиографического исследования	523
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
Глава 24. Чреспищеводная эхокардиография. Контрастная эхокардиография. Стресс-эхокардиография	531
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
Глава 25. Правила написания эхокардиографического заключения	551
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
Приложение. Примеры эхокардиографических заключений	557

Список обозначений на иллюстрациях

АК – аортальный клапан	МПП – межпредсердная перегородка
АО – аорта	МР – митральная регургитация
АР – аортальная регургитация	МС – митральный стеноз
бр. АО – брюшной отдел аорты	НКС – некоронарная створка (аортального клапана)
ВПВ – верхняя полая вена	НПВ – нижняя полая вена
ВТЛЖ (LVOT) – выносящий тракт левого желудочка	ОАП – открытый артериальный проток
ВТПЖ (RVOT) – выносящий тракт правого желудочка	ООО – открытое овальное окно
ГКМП – гипертрофическая кардиомиопатия	ПВ – печеночная вена
ГЛЖ – гипертрофия левого желудочка	ПВЛА – правая ветвь легочной артерии
ГПЖ – гипертрофия правого желудочка	ПГС – плечеголовной ствол
ДКМП – дилатационная кардиомиопатия	ПЖ – правый желудочек
ДМЖП – дефект межжелудочковой перегородки	ПКА – правая коронарная артерия
ДМПП – дефект межпредсердной перегородки	ПКС – правая коронарная створка (аортального клапана)
ЗМК – заднемедиальная комиссура	ПЛК – переднелатеральная комиссура
ЗМПМ – заднемедиальная папиллярная мышца	ПЛПМ – переднелатеральная папиллярная мышца
ЗС – задняя створка (трикуспидального клапана)	ПМ – папиллярная мышца
ЗСЛЖ – задняя стенка левого желудочка	ПМК – пролапс митрального клапана
ЗСМК – задняя створка митрального клапана	ПП – правое предсердие
ИМЛЖ – инфаркт миокарда левого желудочка	ПС – передняя створка (трикуспидального клапана)
ИМПЖ – инфаркт миокарда правого желудочка	ПрС (ЛК) – правая створка (легочного клапана)
КДО – конечный диастолический объем	ПС – передняя створка (трикуспидального клапана)
КС – коронарный синус	ПСЛЖ – передняя стенка левого желудочка
КСО – конечный систолический объем	ПСМК – передняя створка митрального клапана
ЛА – легочная артерия	РКМП – рестриктивная кардиомиопатия
ЛВ – легочная вена	СС – септальная створка (трикуспидального клапана)
ЛВЛА – левая ветвь легочной артерии	ТК – трикуспидальный клапан
ЛГ – легочная гипертензия	ТР – трикуспидальная регургитация
ЛЖ – левый желудочек	ТС – трикуспидальный стеноз
ЛК – легочный клапан (клапан легочной артерии)	ФВ – фракция выброса
ЛКС – левая коронарная створка (аортального клапана)	ФВЛЖ – фракция выброса левого желудочка
ЛП – левое предсердие	ЧСС – частота сердечных сокращений
ЛПА – левая подключичная артерия	СW – Continuouse Wave (непрерывноволновой доплер)
ЛР – легочная регургитация	НPRF – High Puls Repetition Frequency (режим высокой частоты повторения импульсов)
ЛС – легочный стеноз (стеноз клапана легочной артерии)	N – норма
ЛСА – левая сонная артерия	PD – Power Doppler (энергетический доплер)
МЖП – межжелудочковая перегородка	PG – градиент давления
МК – митральный клапан	PW – Pulsed Wave (импульсноволновой доплер)
ММ – масса миокарда	
МП – модераторный пучок	

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. Допплера.

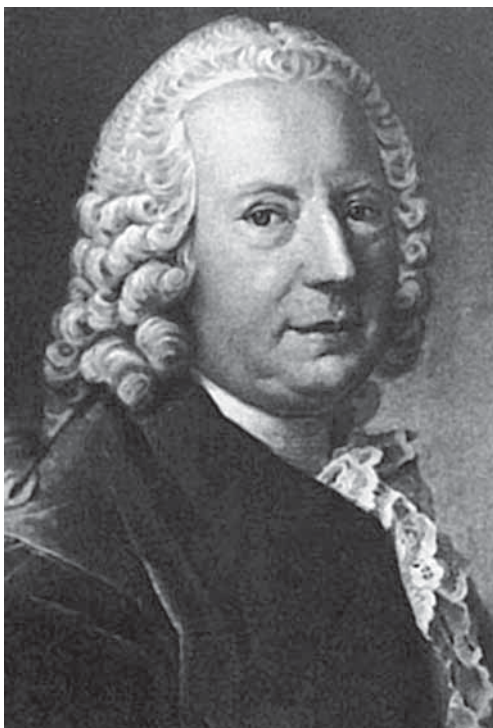


Рис. 2. Портрет Д. Бернулли.

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-

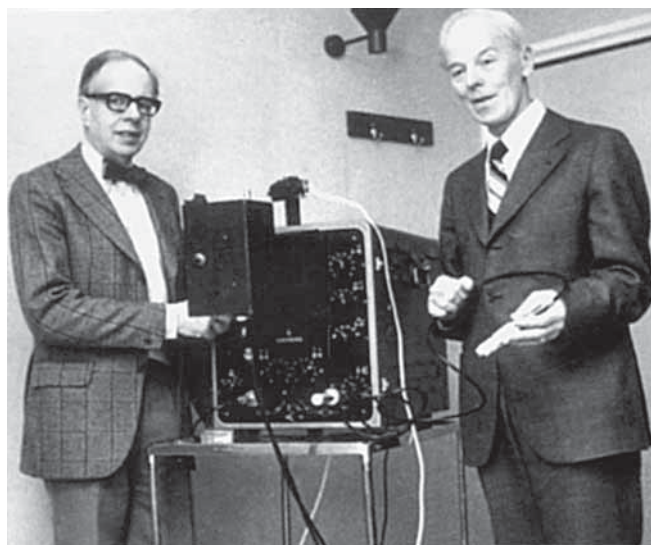


Рис. 3. И. Эдлер и К.Х. Герц.

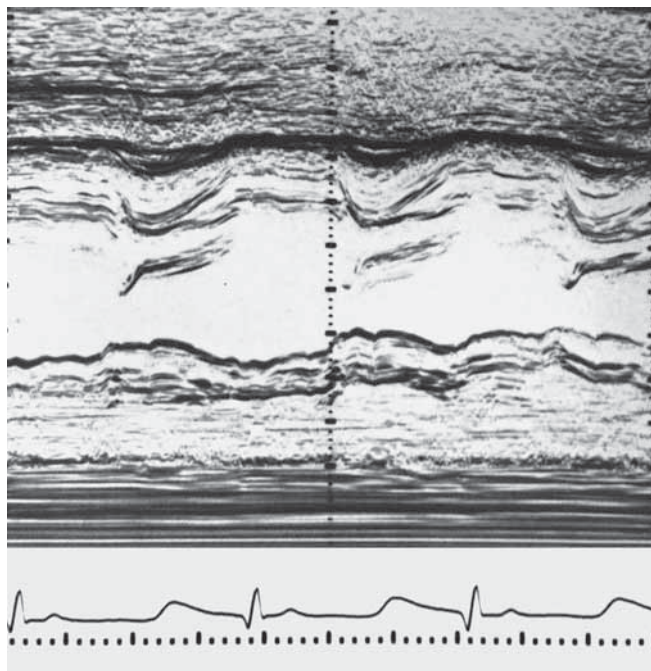


Рис. 4. Так выглядели первые эхограммы.

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 импульсно-волновым доплером. Возможность оценки кровотока в конкретной точке, измерение скоростных, временных и объемных показателей дали новый импульс развитию эхокардиографии.

Невозможность оценить высокоскоростной кровоток при помощи импульсно-волнового доплера способствовала созданию непрерывно-волнового 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

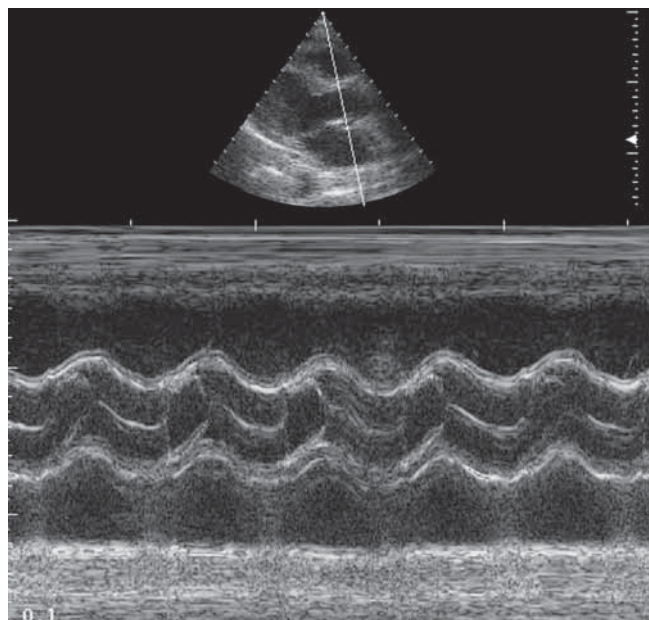


Рис. 5. М-режим. График экскурсии корня аорты.

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).

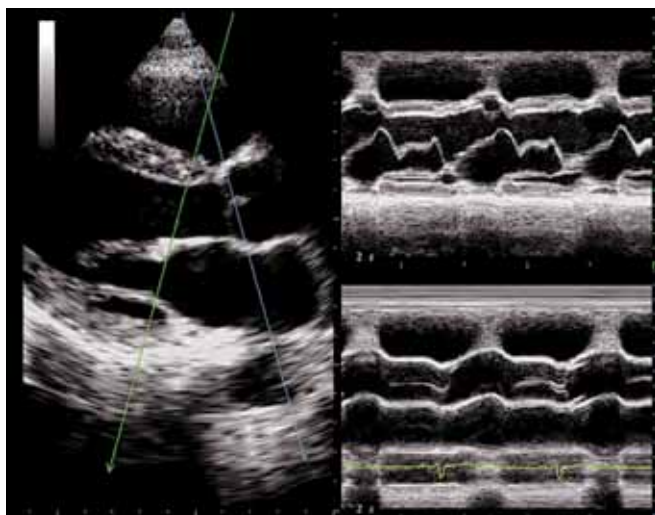


Рис. 6. Анатомический М-режим. Два курсора М-режима установлены одновременно перпендикулярно стенкам аорты и левого желудочка. Графики движения створок митрального клапана и корня аорты справа на экране.

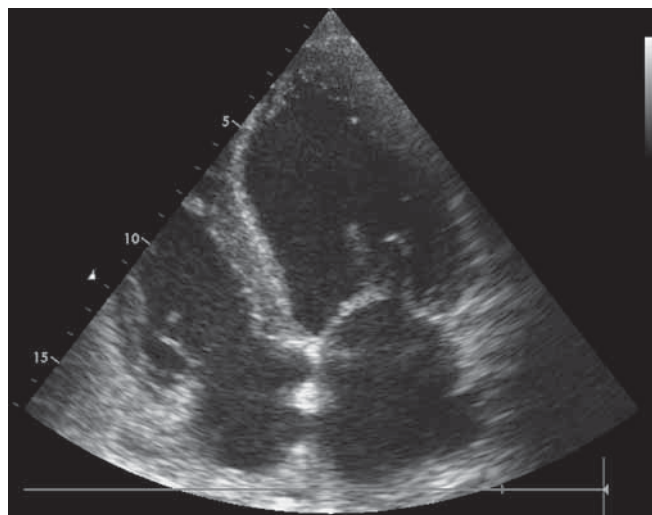


Рис. 7. В-режим. Апикальная четырехкамерная позиция.

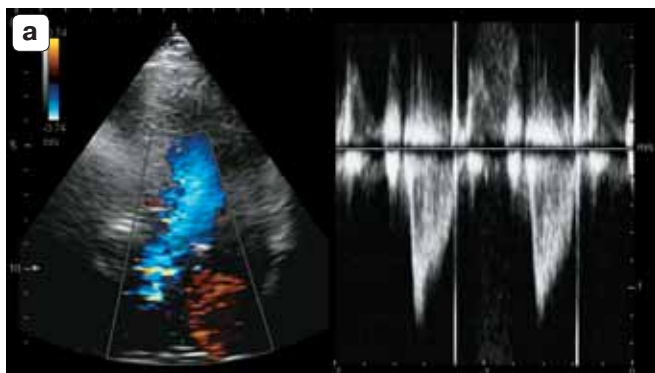
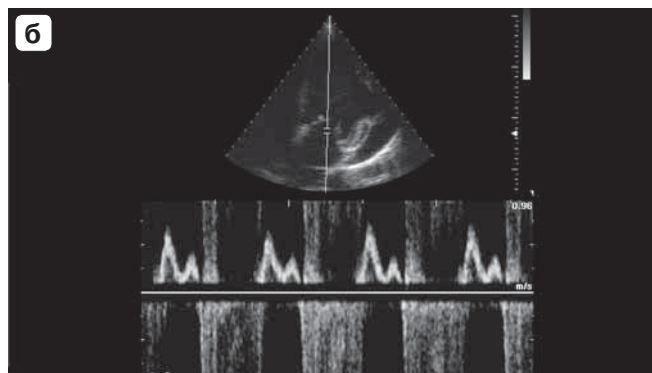


Рис. 8. Импульсноволевой доплер. **а** – поток в выносящем тракте левого желудочка; **б** – поток митральной регургитации. Перехлест потока через базовую линию.



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.

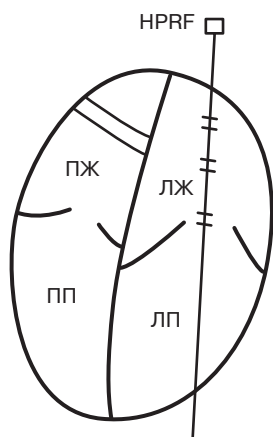


Рис. 9. Режим высокой частоты повторения импульсов (HPRF).

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 кровотоки 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).

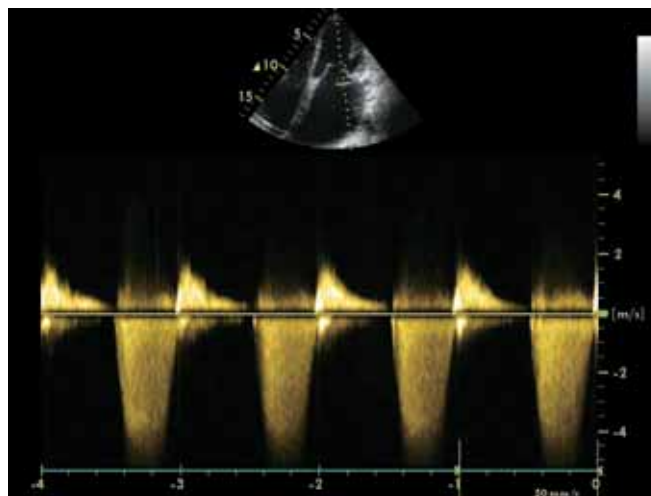


Рис. 10. Непрерывноволновой доплер. Поток значительной митральной регургитации.

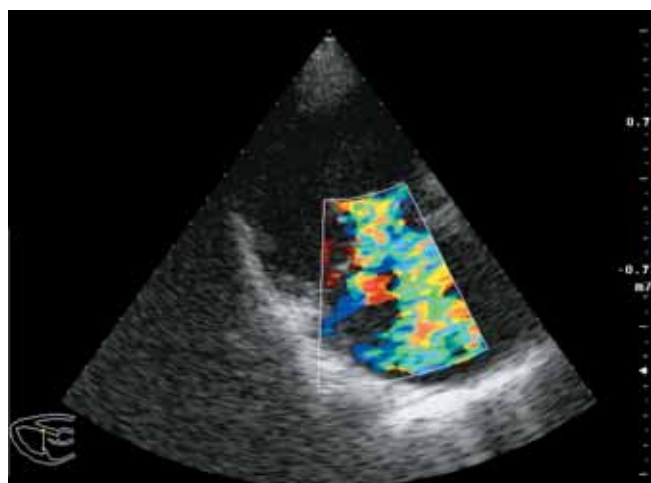


Рис. 11. Цветовой доплер. Значительная митральная регургитация.

Цветовой М-модальный доплер (Color M-mode)

Сопоставление М-модального режима и цветowego 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).

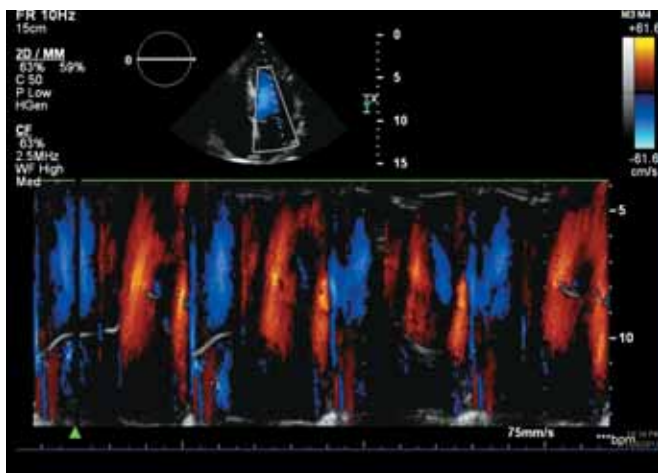


Рис. 12. Цветовой М-модальный доплер. Нормальный кровотока на митральном клапане.

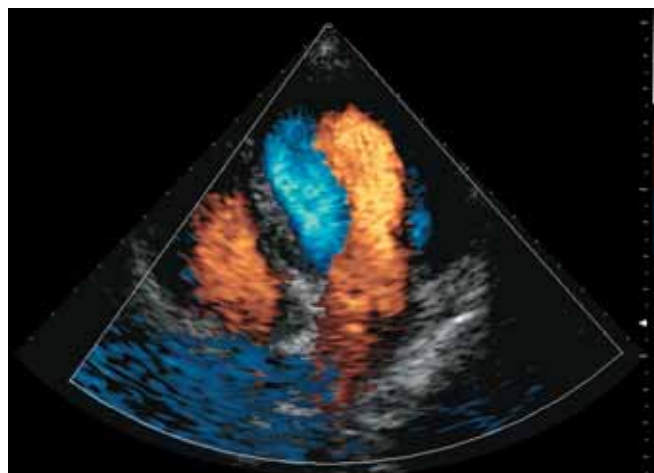


Рис. 13. Энергетический доплер. Четко визуализируется граница «эндокард-кровь».

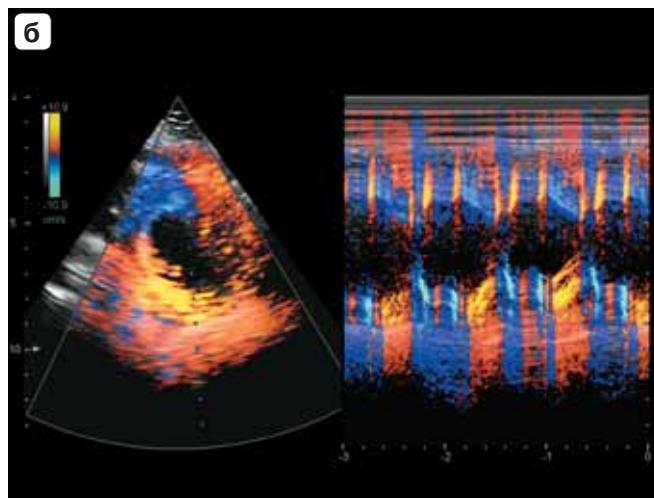
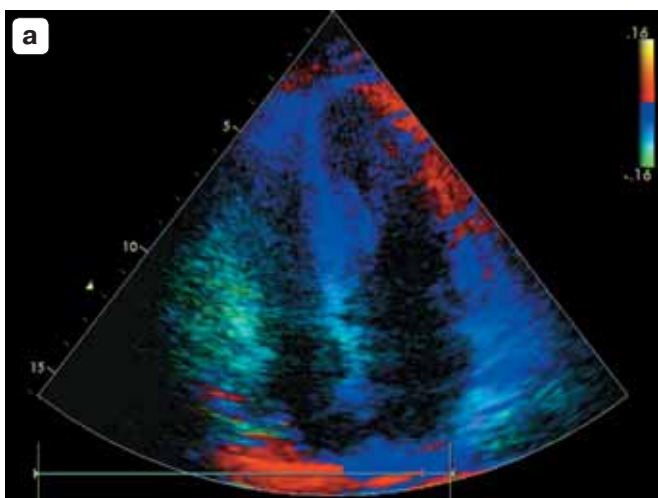


Рис. 14. Тканевой цветовой доплер. **а** – В-режим; **б** – М-режим.

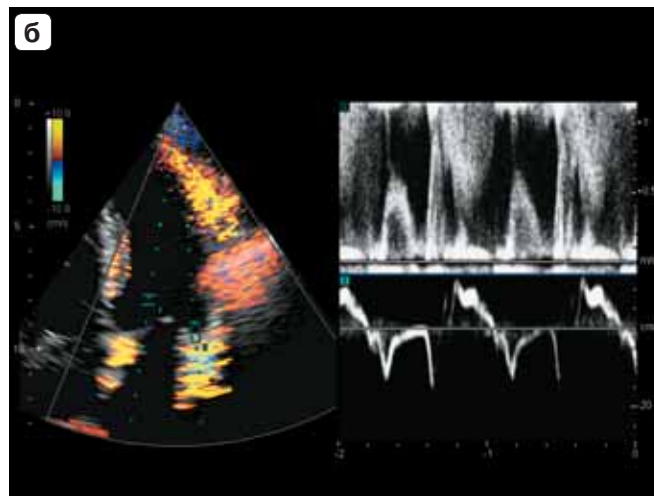
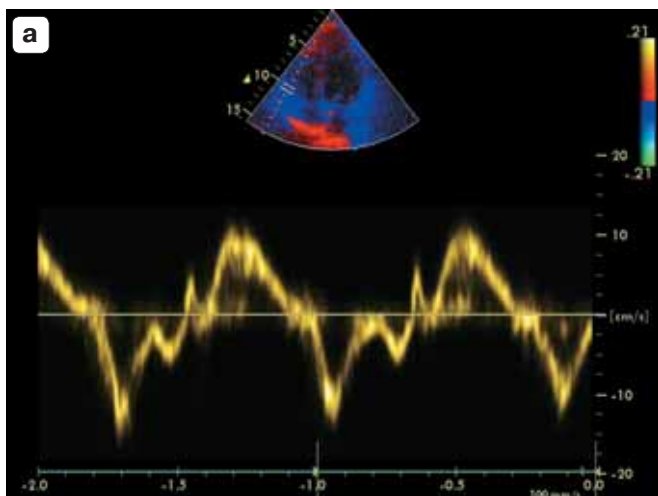


Рис. 15. **а** – тканевой импульсно-волновой доплер; **б** – сочетание на экране импульсно-волнового и тканевой импульсно-волновой доплера позволяет более точно оценить нарушение диастолической функции желудочка.

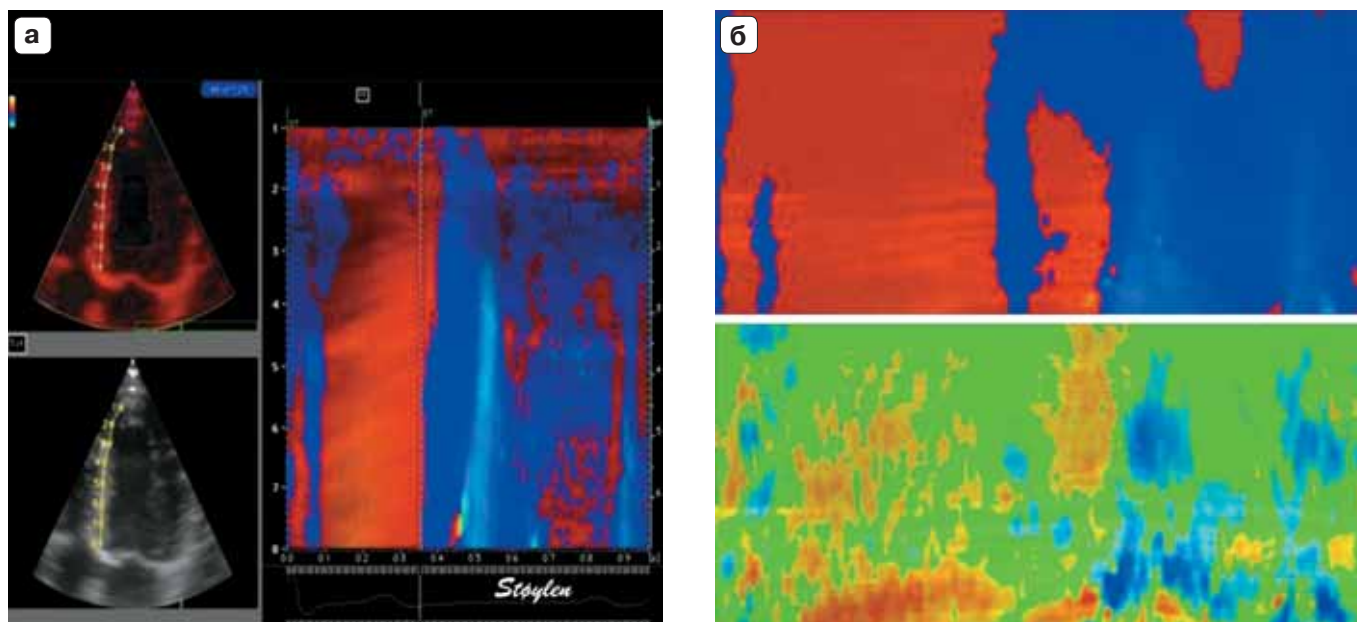


Рис. 16. а – тканевой нелинейный, или искривленный, доплер, или С-режим; б – тканевой нелинейный, или искривленный, доплер, или С-режим, и стрейн (Strain)-режим.

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).

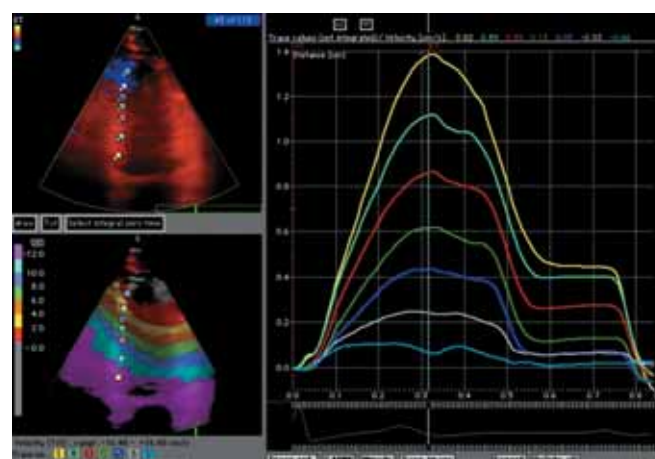


Рис. 17. Тканевой след (Tissue Tracking), или кодирование различными цветами скорости систолического смещения волокон миокарда (от 12 мм/с до 0).

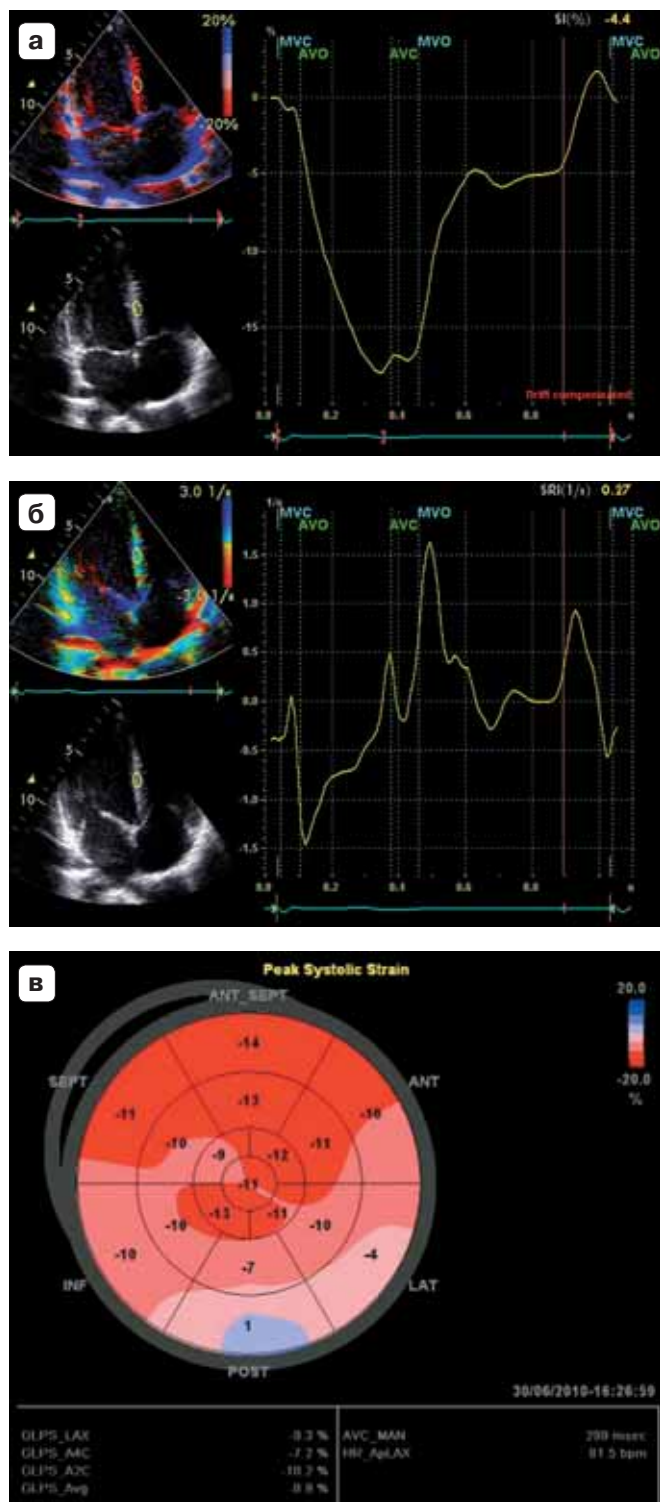


Рис. 18. а – кривая Strain в норме; б – кривая Strain rate в норме; в – количественная оценка локальной сократимости миокарда по сегментам в результате оценки деформации миокарда.

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 миокард 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.

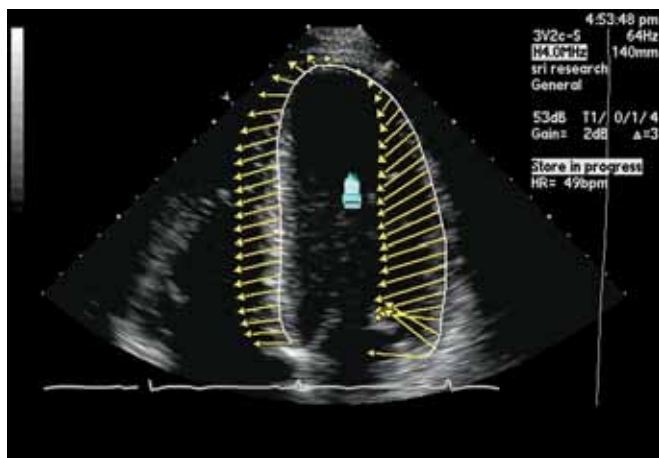


Рис. 19. Векторное скоростное изображение, или векторный анализ скорости движения эндокарда (Vector Velocity Imaging).

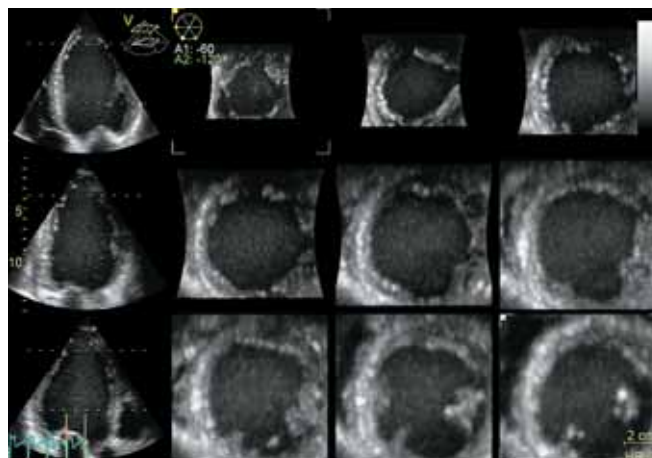


Рис. 21. Стресс-эхокардиография позволяет оценить возможности миокарда и выявить скрытые зоны нарушения локальной сократимости.

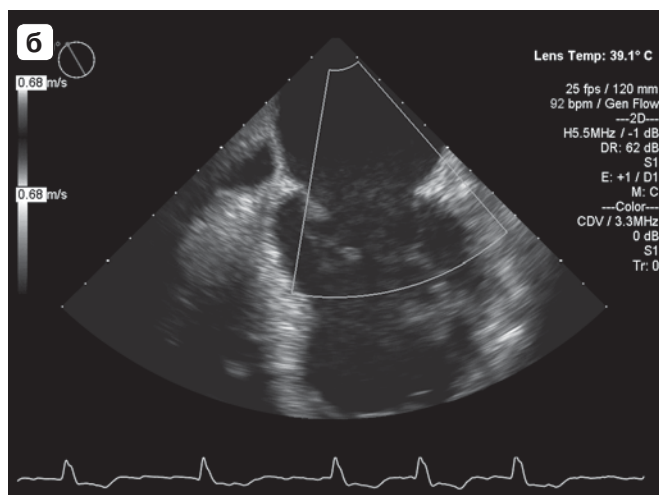
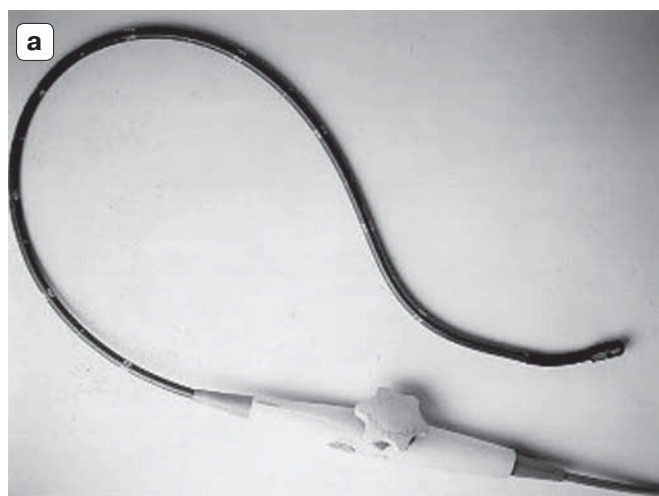


Рис. 20. а – датчик для проведения чреспищеводной эхокардиографии; **б** – чреспищеводное эхокардиографическое исследование.

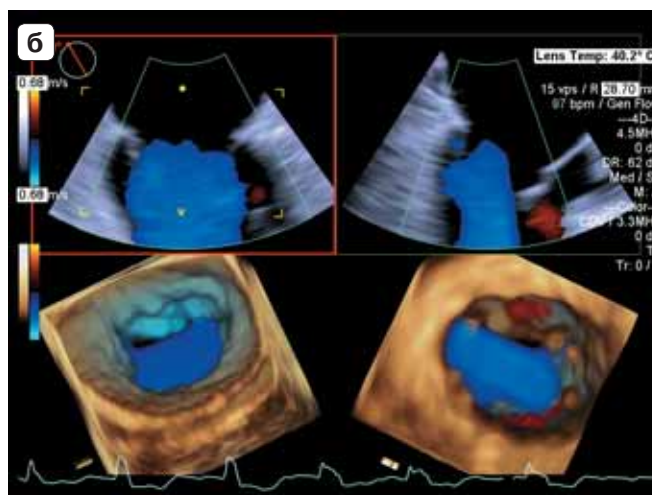
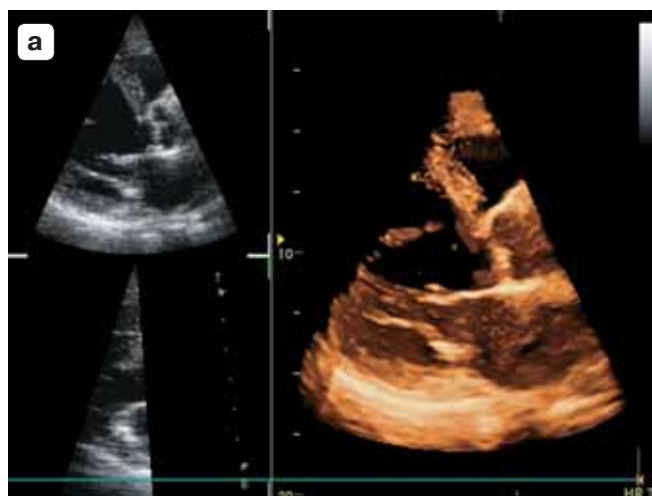


Рис. 22. а – трехмерная эхокардиография при аортальном стенозе; **б** – четырехмерная эхокардиография в оценке кровотока на митральном клапане.

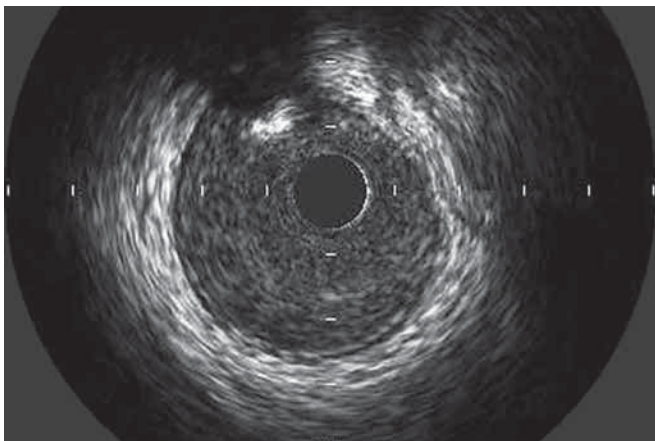


Рис. 23. Внутрисосудистый ультразвук.



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-

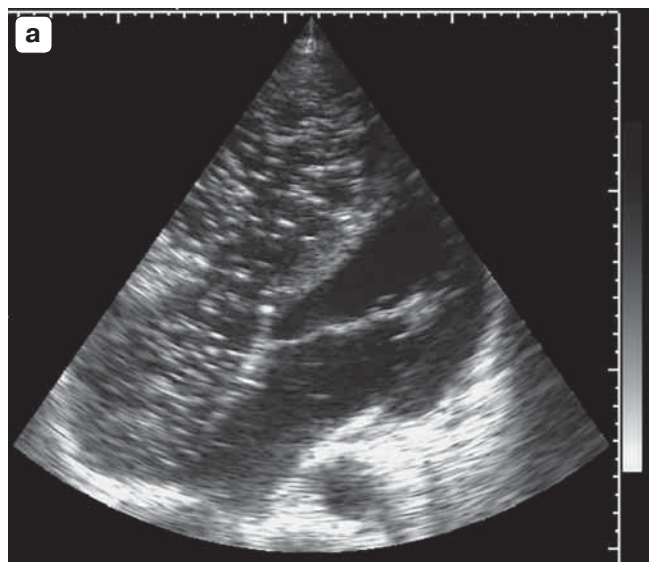


Рис. 25. Контрастная эхокардиография. Апикальная четырехкамерная позиция. **а** – тугое контрастирование правых камер сердца. Проникновение единичных пузырьков контрастного препарата в левые камеры свидетельствует о наличии дефекта межпредсердной перегородки; **б** – тугое заполнение контрастным препаратом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

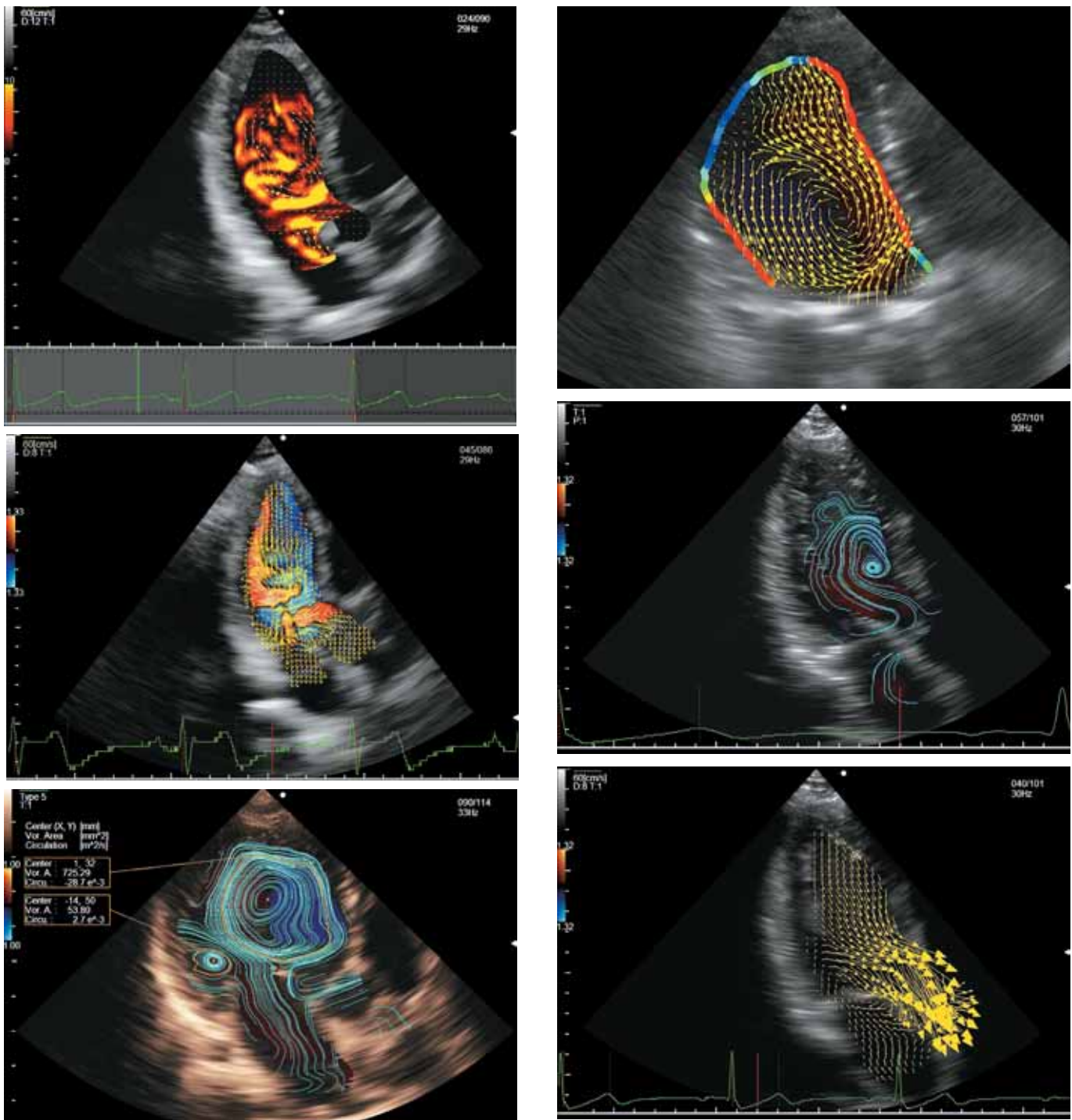


Рис. 26. Внутрисердечное кодирование турбулентных потоков. Различные варианты использования данной технологии.

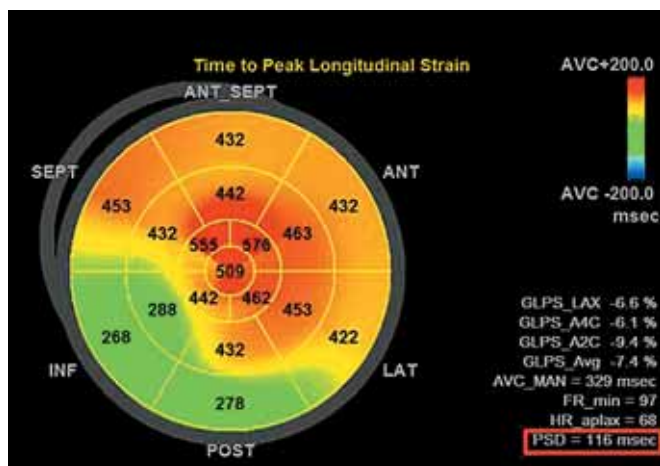
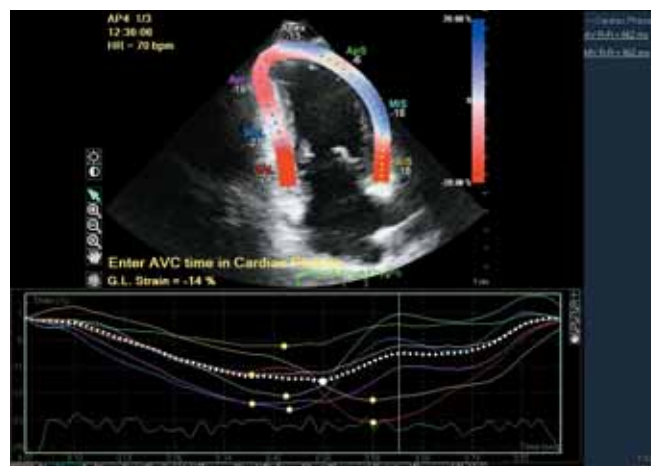


Рис. 27. Speckle-Tracking эхокардиография.



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.

Глава 1

Нормальная анатомия и физиология сердца

НОРМАЛЬНАЯ АНАТОМИЯ СРЕДОСТЕНИЯ И СЕРДЦА

Строение грудной клетки

Центральное средостение

Переднее средостение

Верхнее средостение

Строение плевры

Строение перикарда

Строение сердца человека

Строение левых камер сердца

Строение левого предсердия

Строение фиброзного каркаса сердца

Строение митрального клапана

Строение левого желудочка

Строение аортального клапана

Строение аорты

Строение правых камер сердца

Строение правого предсердия

Строение трикуспидального клапана

Строение правого желудочка

Строение клапана легочной артерии

Строение легочной артерии

Кровоснабжение сердца

Иннервация сердца

НОРМАЛЬНАЯ ФИЗИОЛОГИЯ СЕРДЦА

Глава 1

Нормальная анатомия и физиология сердца

НОРМАЛЬНАЯ АНАТОМИЯ СРЕДОСТЕНИЯ И СЕРДЦА

Сердце – полый мышечный орган, расположенный в грудной клетке (рис. 1.1). Специалист ультразвуковой диагностики может столкнуться с рядом трудностей во время проведения эхокардиографического исследования. Причинами плохой ультразвуковой визуализации являются такие факторы, как особенности положения сердца в грудной клетке, узкие межреберные промежутки, форма грудной клетки, эмфизема легких и т.д. Положение сердца в грудной клетке может быть различным и зависит от конституции человека. Так, у нормостеника сердце расположено за грудиной и верхушка его смещена преиму-

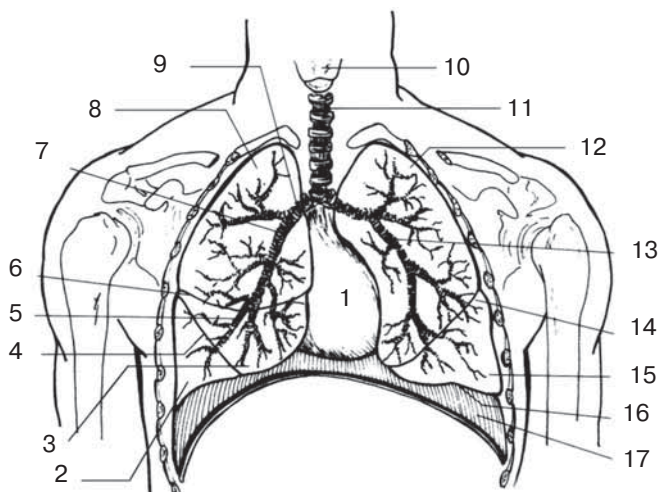


Рис. 1.1. Положение сердца в грудной клетке по отношению к другим органам (Craig M., 1991). 1 – сердце, 2 – нижняя доля правого легкого, 3 – средняя доля правого легкого, 4 – междолевая плевра, 5 – правая бронхиола, 6 – междолевая плевра, 7 – правый долевоый бронх, 8 – верхняя доля правого легкого, 9 – правый главный бронх, 10 – гортань, 11 – трахея, 12 – верхняя доля левого легкого, 13 – левый сегментарный бронх, 14 – междолевая плевра, 15 – нижняя доля левого легкого, 16 – основание легкого, 17 – диафрагма.

щественно влево, у астеника – более центрально и вниз, у гиперстеника сильно развернуто влево и приподнято на диафрагме.

Строение грудной клетки

Грудная клетка отделена от брюшной полости диафрагмой. В грудной клетке можно выделить 4 отдела: верхнее, переднее, заднее и центральное средостения (рис. 1.2).

Центральное средостение включает в себя перикард, сердце, часть восходящего отдела аорты и верхней полой вены, вену *azigos*, ствол легочной артерии и ее бифуркацию, правую и левую легочные вены (верхние и нижние) в месте их впадения в левое предсердие и нервы.

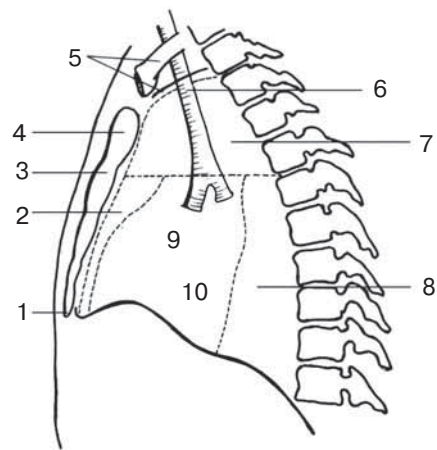


Рис. 1.2. Схема строения грудной клетки (Craig M., 1991). 1 – мечевидный отросток грудины, 2 – переднее средостение, 3 – грудины, 4 – рукоятка грудины, 5 – ключица, 6 – трахея, 7 – верхнее средостение, 8 – заднее средостение, 9 – центральное средостение, 10 – полость перикарда.

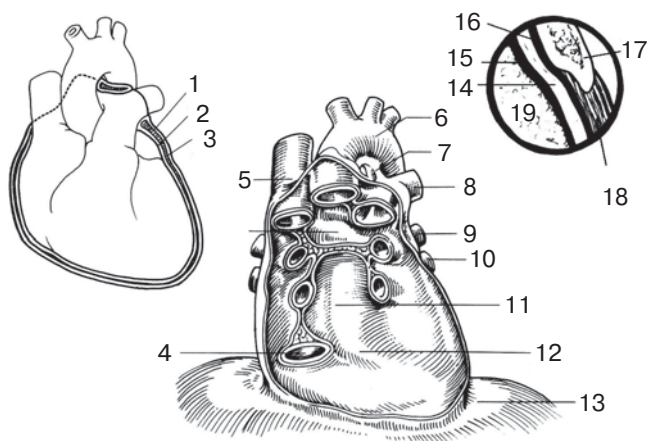


Рис. 1.3. Схема строения перикарда и плевры (Craig M., 1991). 1 – париетальный листок перикарда, 2 – висцеральный листок перикарда, 3 – полость перикарда, 4 – нижняя полая вена, 5 – верхняя полая вена, 6 – аорта, 7 – аортолегочная лигатура, 8 – легочная артерия, 9 – левая верхняя легочная вена, 10 – левая нижняя легочная вена, 11 – косой синус, 12 – пищеводный бугорок, 13 – диафрагма, 14 – плевральная полость, 15 – висцеральный листок плевры, 16 – париетальный листок плевры, 17 – ребро, 18 – межреберные мышцы, 19 – легкое.

В переднем средостении проходят лимфатические сосуды и располагаются лимфатические узлы.

Верхнее средостение включает в себя дугу аорты и отходящие от нее артерии (левую подключичную, левую сонную, плечеголовную), а также левую и правую плечеголовые вены, верхнюю полую вену, трахею, пищевод, тимус и грудной лимфатический проток.

Заднее средостение включает в себя грудную нисходящую аорту, бифуркацию трахеи, пищевод, вены *azigos* и *hemiazigos*, нервы и грудной лимфатический проток.

Помимо средостений, в грудной клетке выделяют **левую и правую плевральные полости**. В левой плевральной полости располагается левое легкое, состоящее из двух долей, в правой плевральной полости – правое легкое, состоящее из трех долей.

Строение плевры

Плебра состоит из двух листков – париетального, или наружного, листка и висцерального, или внутреннего, листка. Между листками плевры располагается небольшое количество физиологической жидкости, или смазки (рис. 1.3).

Строение перикарда

Сердце окружено перикардиальной сумкой. Перикард состоит из наружного париетального, или фиброзного, листка и внутреннего висцерального, или серозного, листка. Между листками перикарда в полости перикарда содержится небольшое количе-

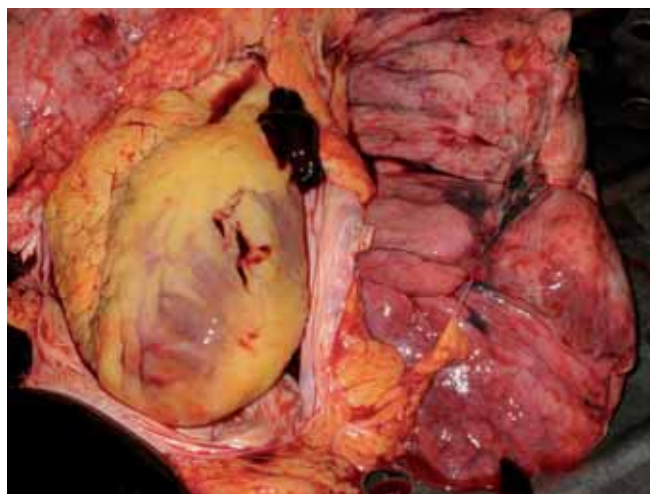


Рис. 1.4. Макропрепарат. Париетальный и висцеральный листки перикарда. Эпикардиальный жир преимущественно на стенке правого желудочка.



Рис. 1.5. Макропрепараты. Эпикардиальный и перикардиальный жир. Париетальный перикард вскрыт.

ство физиологической жидкости, или смазки, которая является фильтратом серозной оболочки и гасит трение листков при сокращении сердца (см. рис. 1.3). Это количество жидкости, по данным разных авторов, может в норме составлять от 5 до 80 мл. Висцеральный перикард является одним из слоев эпикарда (рис. 1.4). У большинства людей в популяции листки перикарда сращены между собой за левым предсердием. Снаружи на париетальном и на висцеральном перикарде располагается перикардиальный и эпикардиальный жир, который при эхокардиографическом исследовании может имитировать жидкость в перикарде (рис. 1.5).

Строение сердца человека

Размеры сердца различны и зависят от конституции человека. Считается, что размер сердца приблизительно равен размеру кулака человека. Масса сердца мужчины может составлять от 280 до 340 г, женщины – от 230 до 280 г.

В сердце различают основание и верхушку. В основание сердца входят предсердия и магистральные сосуды. Верхушка расположена свободно и как бы вдавлена в перикард (рис. 1.6).

Сердце состоит из двух отделов: левого – артериального и правого – венозного. Артериальная, обогащенная кислородом кровь течет в левых отделах сердца, а венозная, обедненная кислородом кровь – в правых отделах сердца. «Левое» сердце включает в себя левое предсердие и легочные вены, левый желудочек и аорту. «Правое» сердце состоит из правого предсердия и верхней и нижней полых вен, правого желудочка и легочной артерии (рис. 1.7).

Строение левых камер сердца

Строение левого предсердия

Левое предсердие имеет овальную форму. В основании его имеется ушко – анатомическое образование, которое редко удается визуализировать трансторакально у взрослых пациентов и которое часто служит источником эмболий в систему большого круга кровообращения. Ушко прикрывает боковую поверхность левого предсердия и ствол легочной артерии. Левое предсердие отделено от правого предсердия межпредсердной перегородкой, а от левого желудочка – митральным клапаном. В левое предсердие впадают четыре легочные вены: правая – верхняя и нижняя, левая – верхняя и нижняя. По легочным венам обогащенная кислородом кровь поступает в левое предсердие. В центре межпредсердной перегородки расположена мембрана овальной ямки. Длина ее у взрослого человека составляет около 17–18 мм (рис. 1.8). Мембрана овальной ямки прикрывает после рождения овальное отверстие, которое функционирует внутриутробно, обеспечивая вместе с открытым артериальным протоком кровообращение

плода. Мембрана овальной ямки имеет клапан, который находит на межпредсердную перегородку со стороны левого предсердия (рис. 1.9).

Строение фиброзного каркаса сердца

Фиброзный каркас сердца располагается в месте соединения предсердий и желудочков и состоит из левого и правого фиброзных атриовентрикулярных колец и аортального фиброзного кольца. К фиброзным кольцам крепятся створки митрального, трикуспидального и аортального клапанов. Правое фиброзное атриовентрикулярное кольцо смещено вниз в полость правого желудочка до 5–7 мм по отношению к левому фиброзному кольцу. Этот признак в ряде случаев помогает идентифицировать правый желудочек. Таким образом, существует часть межжелудочковой перегородки, которая граничит с правым предсердием и называется межпредсердно-межжелудочковой перегородкой. Долгое время считалось, что легочная артерия не имеет фиброзного кольца. Однако оказалось, что это не так: фиброзное кольцо легочной артерии более тонкое, не соединено с фиброзным каркасом сердца.

Строение митрального клапана

Митральный, или двухстворчатый, клапан состоит из передней и задней створок. Створки по бокам разделены переднелатеральной и заднемедиальной комиссурами, крепятся к левому фиброзному атриовентрикулярному кольцу. Передняя створка больше задней и более подвижная (рис. 1.10). Створки митрального клапана как бы подвешены на хордах, которые крепятся по краям створок и по всей их длине. Количество хорд может быть различным. К свободному краю передней створки митрального клапана может крепиться в норме от 11 до 25 хорд, а к поверхности передней створки – от 8 до 15 хорд, к свободному краю задней створки митрального клапана – от 20 до 45 хорд, к поверхности задней створки – от 10 до 20 хорд (рис. 1.11). Количество хорд возрастает по мере отхождения от папиллярных мышц за счет их разветвления под створками митрального клапана. Если хорд много, то во время эхокардиографического исследования они ошибочно могут быть приняты за дополнительные наложения (вегетации). Количество хорд митрального клапана зависит и от количества головок папиллярных мышц в полости левого желудочка: чем их больше, тем больше хорд от них отходит и тем больше хорд крепится к митральным створкам (рис. 1.12).

Строение левого желудочка

Левый желудочек имеет форму конуса. От правого желудочка он отделен межжелудочковой перегородкой, которая в норме служит стенкой левого желудочка, от левого предсердия – створками митрального клапана, от аорты – створками аортального клапана.

а

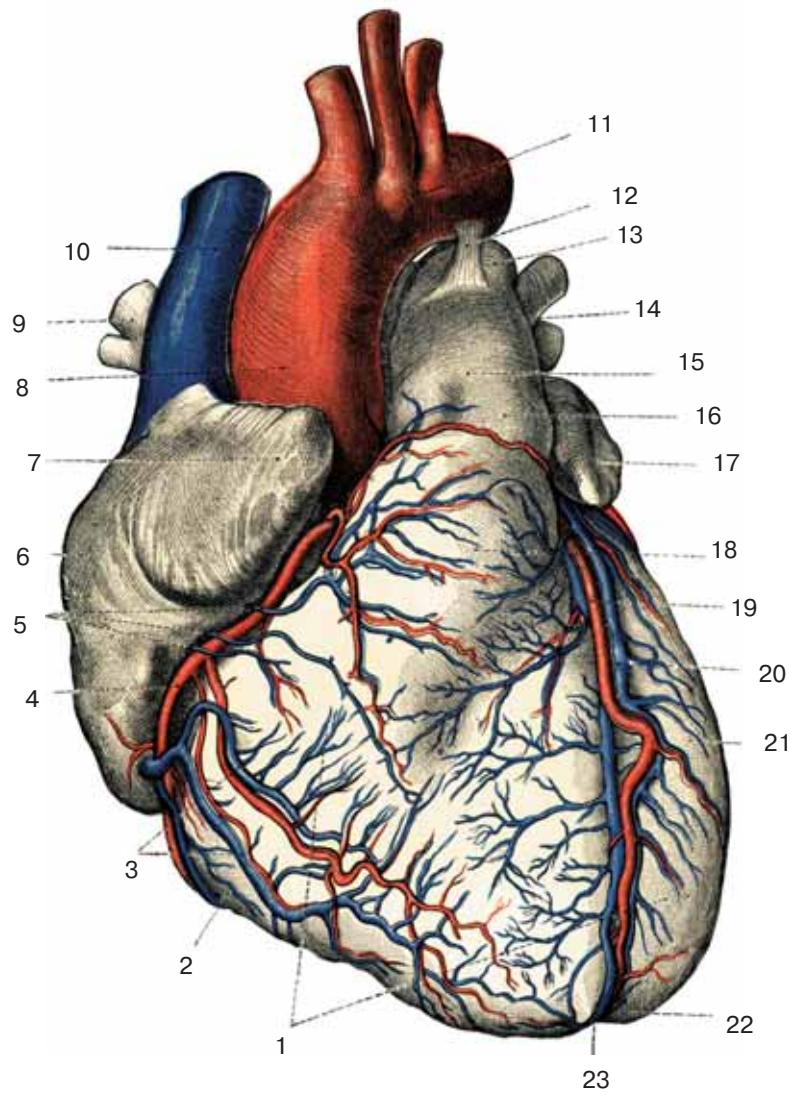


Рис. 1.6. Вид сердца спереди.

а – нормальная анатомия сердца
(Толд К., 1913).

1 – за груди́нная поверхность сердца, 2 – пра-
вый желу́дочек, 3 – передние вены сердца,
4 – правая корона́рная артерия, 5 – передняя
вена сердца, 6 – правое предсердие, 7 – ушко
правого предсердия, 8 – восходящая аорта,
9 – правая верхняя легочная вена, 10 – верх-
няя полая вена, 11 – дуга аорты, 12 – ботал-
лова лига́тура, 13 – левая ветвь легочной
артерии, 14 – левая верхняя легочная вена,
15 – легочная артерия, 16 – синус легочной
артерии, 17 – ушко левого предсердия, 18 –
артериальный конус, 19 – передняя нисхо-
дящая ветвь левой корона́рной артерии, 20 –
большая вена сердца, 21 – левый желу́дочек,
22 – верхушка сердца, 23 – выемка верхушки
сердца; **б** – макропрепарат.

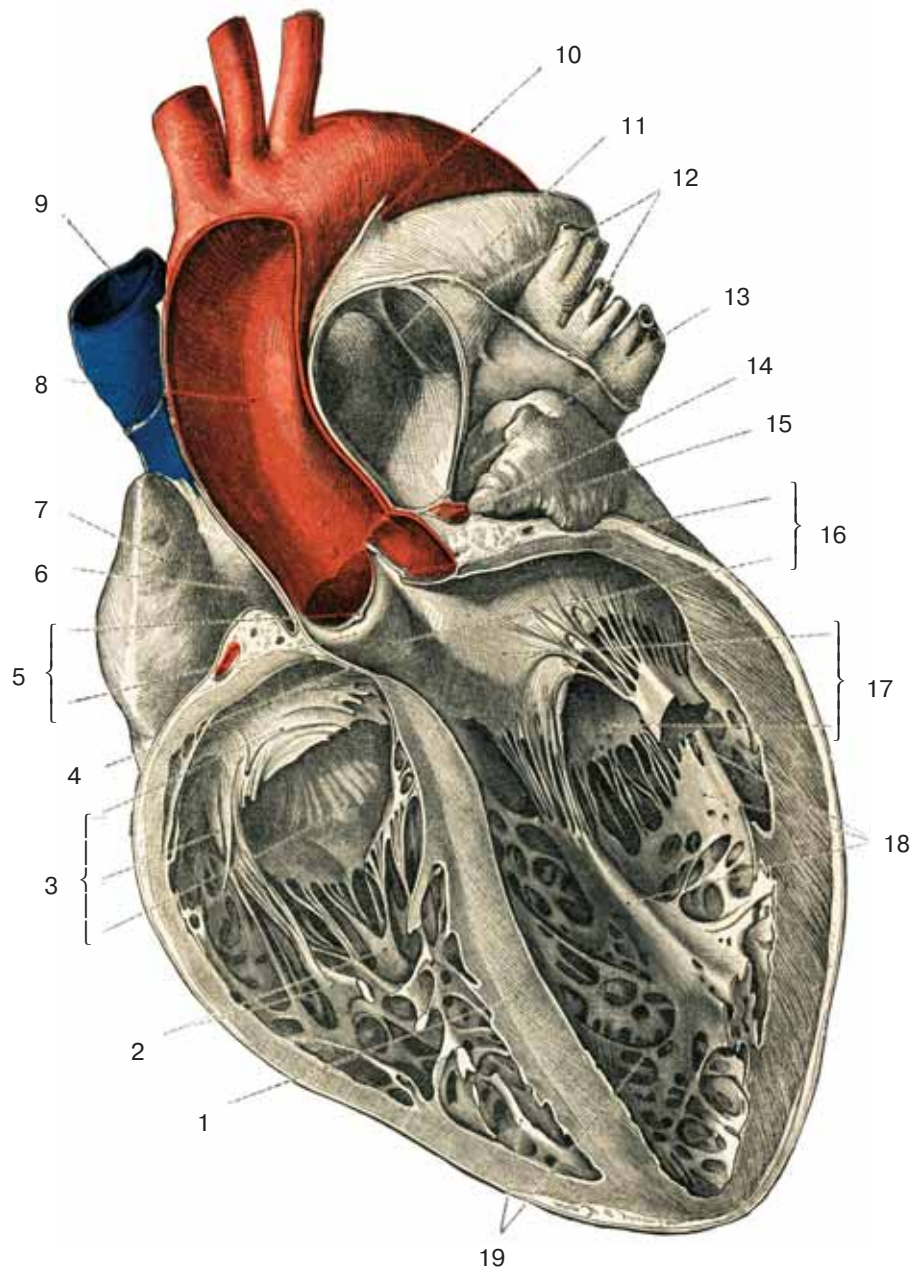


Рис. 1.7. Левые и правые отделы сердца (Толд К., 1913).

1 – межжелудочковая перегородка, 2 – папиллярные мышцы, 3 – створки трикуспидального клапана (септальная, задняя и передняя), 4 – мембранозная часть межжелудочковой перегородки, 5 – створки полулунных клапанов аорты, 6 – правое предсердие, 7 – ушко правого предсердия, 8 – восходящая аорта, 9 – верхняя полая вена, 10 – боталлова лигатура, 11 – бифуркация легочной артерии, 12 – переход перикарда в эпикард на левой ветви легочной артерии и левых легочных венах, 13 – поперечный синус перикарда, 14 – левая коронарная артерия, 15 – ушко левого предсердия, 16 – створки полулунных клапанов аорты, 17 – створки митрального клапана: передняя и задняя, 18 – папиллярные мышцы, 19 – трабекулы правого и левого желудочков.

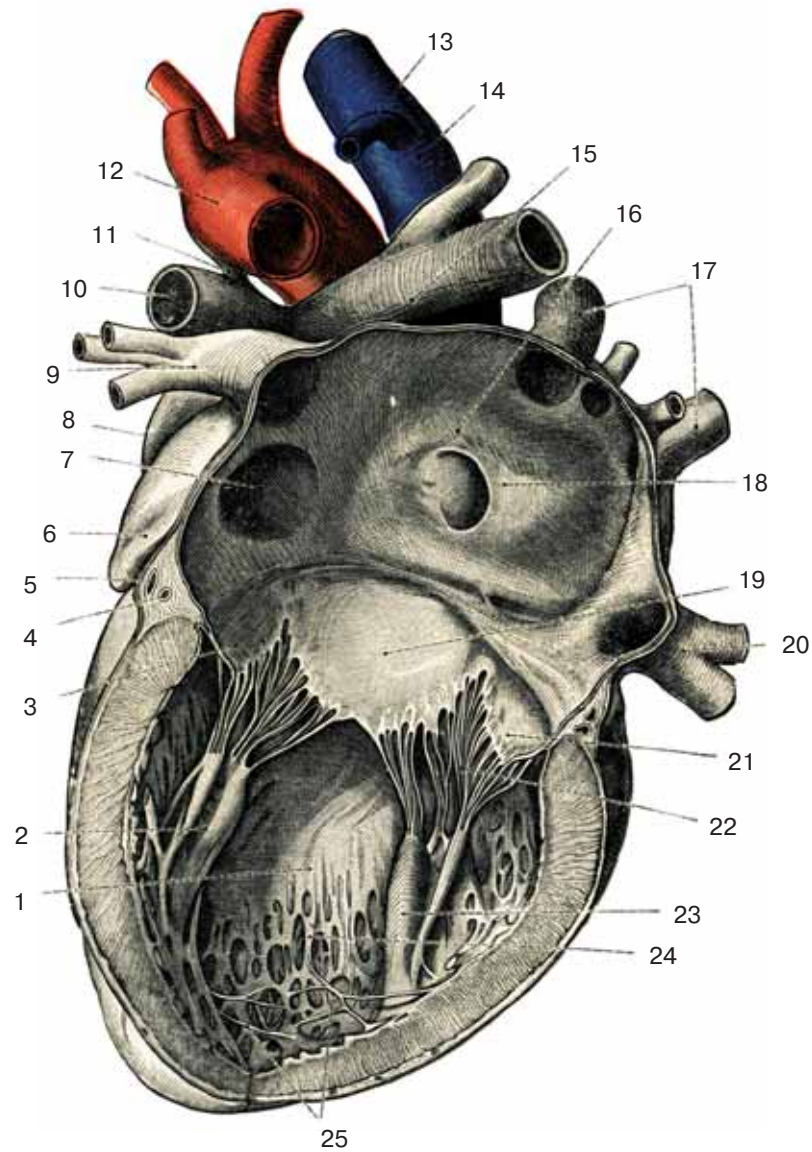


Рис. 1.8. Строение левых камер сердца (Толд К., 1913).

1 – межжелудочковая перегородка, 2 – папиллярная мышца, 3 – задняя створка митрального клапана, 4 – огибающая ветвь левой коронарной артерии, 5 – большая вена сердца, 6 – ушко левого предсердия, 7 – вход в ушко левого предсердия, 8 – легочная артерия, 9 – левая верхняя легочная вена, 10 – левая ветвь легочной артерии, 11 – боталлова лигатура, 12 – аорта, 13 – *V. azigos*, 14 – верхняя полая вена, 15 – правая ветвь легочной артерии, 16 – межпредсердная перегородка, 17 – правые легочные вены, 18 – клапан овальной ямки, 19 – передняя створка митрального клапана, 20 – правые легочные вены, 21 – задняя створка митрального клапана, 22 – сухожильные хорды, 23 – папиллярная мышца, 24 – трабекулы, 25 – дополнительные сухожильные хорды в верхушке.

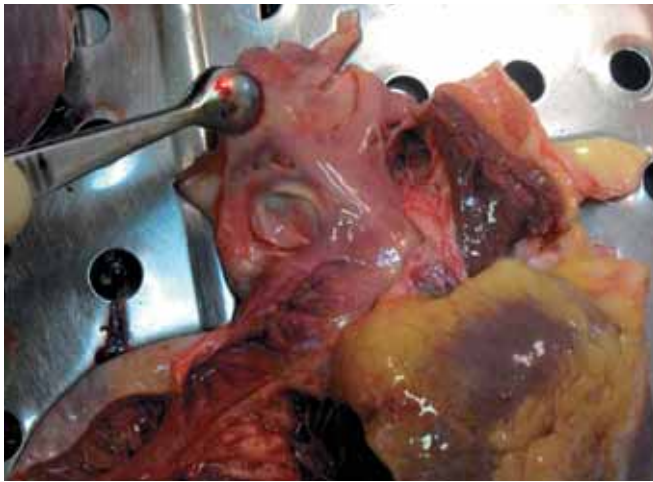


Рис. 1.9. Макропрепарат. Мембрана овальной ямки. Вид со стороны левого предсердия.

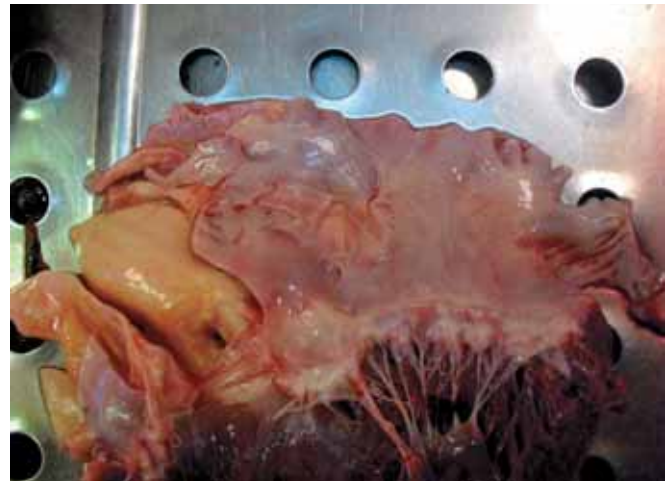


Рис. 1.11. Макропрепарат. Хорды и створки митрального клапана.

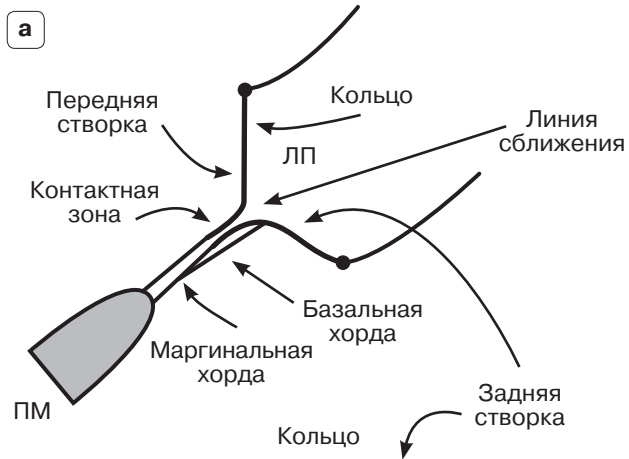


Рис. 1.10. Строение митрального клапана. а – схема (Otto С., 1995); б – макропрепарат.

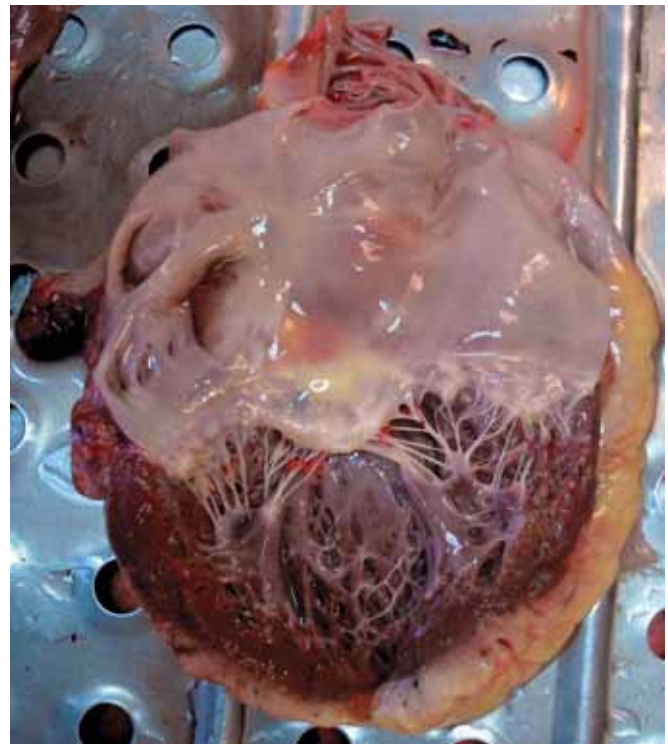


Рис. 1.12. Макропрепарат. Строение митрального клапана. Крепление хорд к створкам митрального клапана и их отхождение от головок папиллярных мышц.

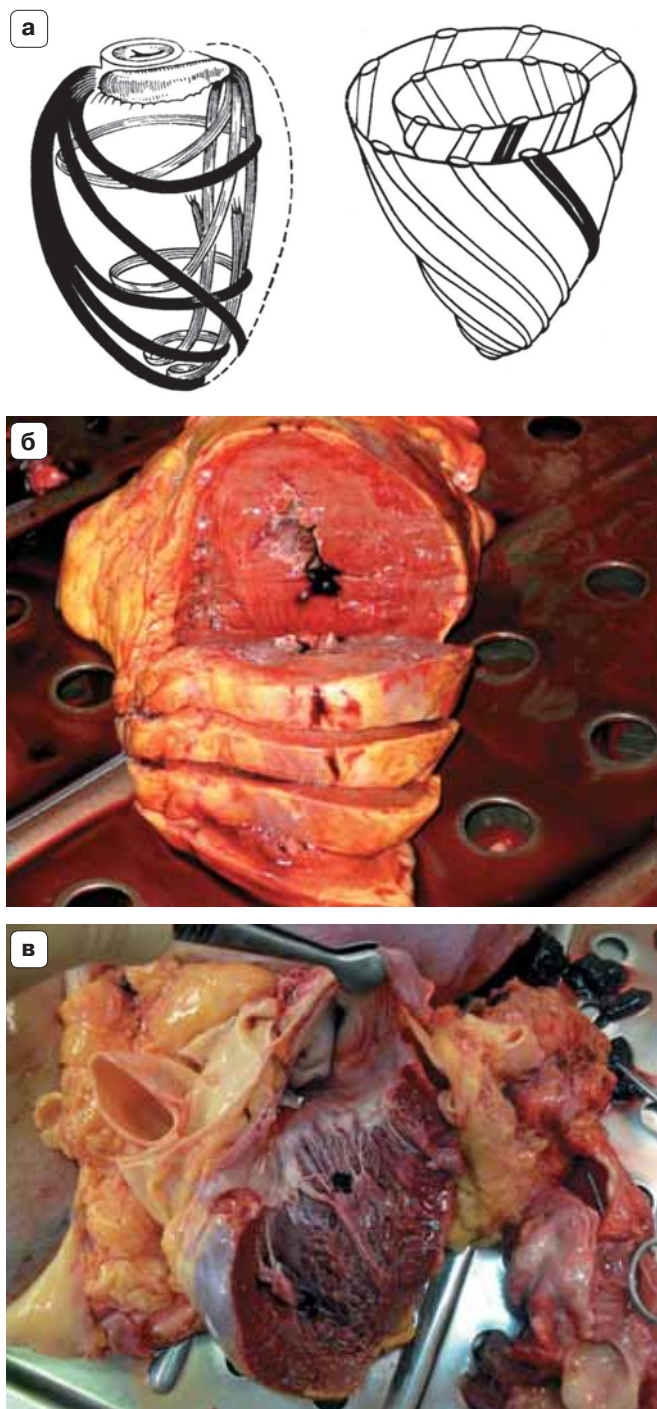


Рис. 1.13. а – схема строения миокарда левого желудочка (Михайлов С.С., 1987); б – макропрепарат. Поперечные срезы левого желудочка. Строение волокон миокарда; в – макропрепарат. Продольный срез стенки левого желудочка.

Межжелудочковая перегородка состоит из мышечной ткани, однако в области ее крепления к фиброзному кольцу имеется участок фиброзной ткани в виде мембраны.

Стенки левого и правого желудочков имеют одинаковое строение и состоят из трех слоев: наружный –

эпикард, средний – миокард и внутренний – эндокард. В эпикарде проходят коронарные артерии, вены, нервы и лимфатические сосуды и располагается жировая ткань. Миокард состоит из пучков мышечных волокон, которые крепятся к фиброзным кольцам левого и правого желудочков и имеют сложную ориентацию в трех направлениях. Субэпикардиальные волокна миокарда ориентированы в продольном направлении, средние – в циркулярном направлении и субэндокардиальные – в продольном направлении (рис. 1.13). Внутри пучков миокарда имеются соединительнотканые прослойки, состоящие из ткани ретикулярного типа, в которых располагаются лимфатические сосуды. Такое сложное строение объясняет неоднородную эхогенность стенок сердца при ультразвуковом исследовании.

Эндокард непосредственно контактирует с кровью, выстилает внутреннюю поверхность сердца и все внутрисердечные образования, включая клапаны, хорды, трабекулы и папиллярные мышцы. Клапаны сердца являются складками эндокарда. В них между листками эндокарда имеется соединительнотканная прослойка, состоящая из гладких мышечных и эластичных волокон (рис. 1.14).

Левый желудочек условно делят на два тракта: приносящий и выносящий. Приносящий тракт – это та область, куда в диастолу поступает кровь из левого предсердия. Выносящий тракт – это гладкий желоб, по которому кровь устремляется в аорту в систолу (рис. 1.15).

В полости левого желудочка, как правило, расположены две папиллярные мышцы: переднелатеральная и заднемедиальная. Заднемедиальная папиллярная мышца преимущественно имеет две головки. В ряде случаев две головки имеет и переднелатеральная папиллярная мышца. По данным анатомов, в норме в полости левого желудочка можно встретить до 16 головок папиллярных мышц. Количество хорд, отходящих от верхушек папиллярных мышц, возрастает по мере увеличения их количества в полости левого желудочка. Хорды под створками митрального клапана разветвляются на ряд нитей. Таким образом, от папиллярных мышц отходит меньше хорд, чем крепится к створкам митрального клапана. Хорды крепятся к соответствующей створке (от переднелатеральной папиллярной мышцы – к передней створке митрального клапана, от заднемедиальной – к задней створке). Однако часть хорд крепится к соседней створке. К тому же существуют ложные хорды, или фальшхорды (рис. 1.16). Такие хорды могут располагаться между головками папиллярных мышц или стенками желудочка, а также между стенкой желудочка и мышечной трабекулой или межжелудочковой перегородкой. Данные анатомические образования описаны еще в старинных анатомических атласах и являются вариантами нормального развития. Количество трабекул в полости левого

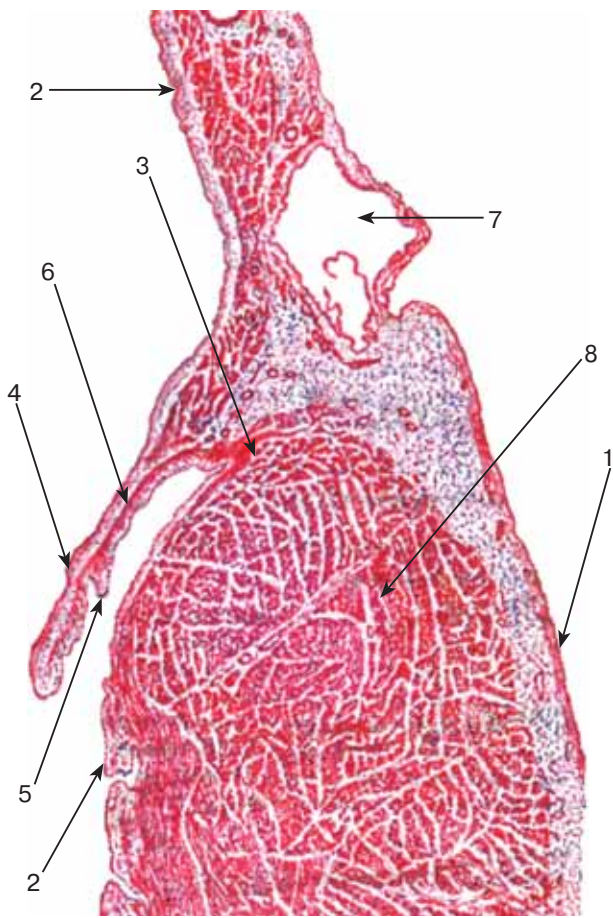


Рис. 1.14. Строение стенки левого желудочка, левого предсердия, митрального клапана и фиброзного кольца. Микропрепарат (Самусев Р.П., 2004).

1 – эпикард, 2 – эндокард, 3 – фиброзное кольцо, 4 – створка митрального клапана, 5 – сухожильная хорда, 6 – соединительная ткань, 7 – коронарный синус, 8 – миокард.

желудочка также может быть различным. Помимо этого, в полости левого желудочка можно встретить и дополнительные мышечные трабекулы, или фальштрабекулы. Это нормальные анатомические образования. Особенно часто можно видеть трабекулу, расположенную параллельно межжелудочковой перегородке.

Строение аортального клапана

Аортальный клапан в норме имеет три створки: правую коронарную, левую коронарную и некоронарную. На концах створок аортального клапана наблюдаются уплотнения – узелки Арантиуса, которые обеспечивают более плотное смыкание клапана в диастолу (рис. 1.17). Створки крепятся к аортальному фиброзному кольцу. В местах соединения створок имеются тонкие комиссуры. Выше места крепления створок аорта образует небольшие расширения – синусы Вальсальвы, от которых отходят коронарные артерии – левая и правая (рис. 1.18). Створки аортального клапана очень плотные, так как

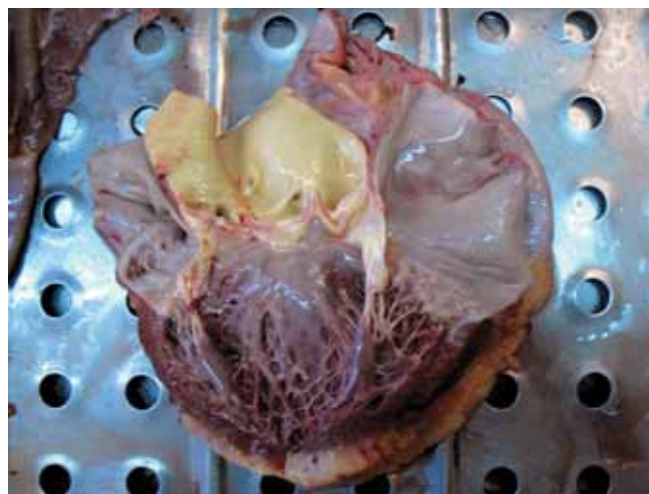


Рис. 1.15. Макропрепарат. Строение выносящего и приносящего трактов левого желудочка.



Рис. 1.16. Макропрепарат. Дополнительные хорды в полости левого желудочка – вариант нормы.



Рис. 1.17. Макропрепарат. Три створки аортального клапана. Узелки Арантиуса на концах створок.

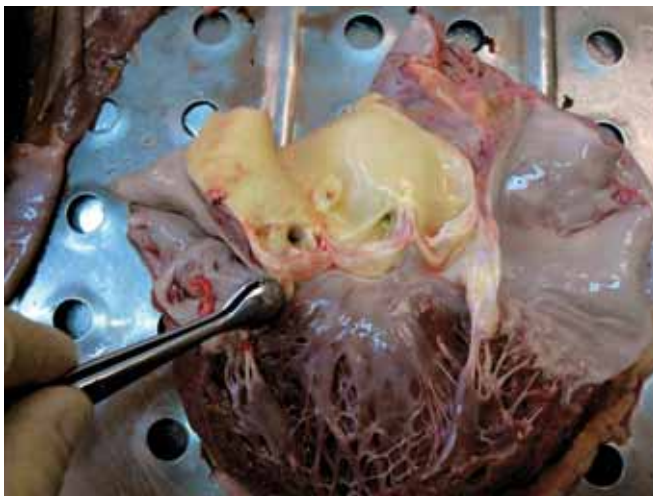


Рис. 1.18. Макропрепарат. Корень аорты и восходящий отдел аорты. Синусы Вальсальвы. Места отхождения коронарных артерий от левого и правого синусов Вальсальвы.

в процессе жизни человека они выдерживают большие перепады давления. Это единственный клапан, на котором при трансторакальном исследовании в норме отсутствует физиологическая регургитация.

Строение аорты

Стенка аорты имеет трехслойное строение: внутренний слой – интима, средний – медиа и наружный – адвентиция (рис. 1.19). В восходящем отделе аорта может иметь различное строение. В ряде случаев оно «трубчатое», т.е. когда корень аорты и восходящий отдел имеют практически один диаметр, а в некоторых – «луковичное», когда корень аорты расширен в виде луковицы за счет синусов Вальсальвы. Различают корень аорты, грудной восходящий отдел, дугу, грудной нисходящий и брюшной отделы. От дуги аорты отходят плечеголовной ствол, левая сонная и левая подключичная артерии.

Строение правых камер сердца

Строение правого предсердия

Правое предсердие отделено от левого межпредсердной перегородкой. В средней части межпредсердной перегородки имеется тонкая мембрана – овальная ямка, которая прикрыта складкой – овальной заслонкой. В первый месяц после рождения ребенка овальная заслонка должна прирасти к межпредсердной перегородке. Однако в настоящее время доказано, что приблизительно у 25% людей в популяции овальная ямка остается просто прикрыта овальной заслонкой. В этом случае при повышении давления в одной из камер овальное окно открывается и начинается сброс крови слева направо.

У ряда людей мембрана овальной ямки удлинена и выбухает в сторону одного из предсердий или



Рис. 1.19. Макропрепарат. Часть стенки восходящей аорты.

совершает колебательные движения в обе стороны. Данная малая аномалия развития носит название аневризмы межпредсердной перегородки и в большинстве случаев является вариантом нормы.

Правое предсердие имеет овальную форму. В него впадают верхняя и нижняя полые вены, которые несут кровь от верхней и нижней половин туловища. В правое предсердие впадает и коронарный синус – венозный коллектор самого сердца. Нижняя полая вена может иметь клапан – евстахиев клапан, который может быть достаточно длинным и флотировать в кровотоке в полости правого предсердия. В ряде случаев его ошибочно принимают за миксому или тромб. Особенно хорошо евстахиев клапан виден у детей при эхокардиографическом исследовании (рис. 1.20).

В полости правого предсердия в ряде случаев можно встретить еще одно образование, которое ошибочно может быть принято за мембрану, – сеть Хиари. Сеть Хиари – это перфорированное нитчатое рудиментарное продолжение евстахиева клапана в коронарный синус. Она может совершать хаотические движения во время сердечного цикла. Пограничный гребень (*crista terminalis*), или гребенчатые мышцы, правого предсердия отделяет верхнюю стенку правого предсердия от передней стенки и при трансторакальном исследовании может быть принят за тромб. Правое предсердие отделено от желудка правым фиброзным атриовентрикулярным кольцом, к которому крепятся створки трикуспидального клапана.

Строение трикуспидального клапана

Трикуспидальный, или трехстворчатый, клапан располагается под углом по отношению к митральному клапану, что связано с положением всего правого

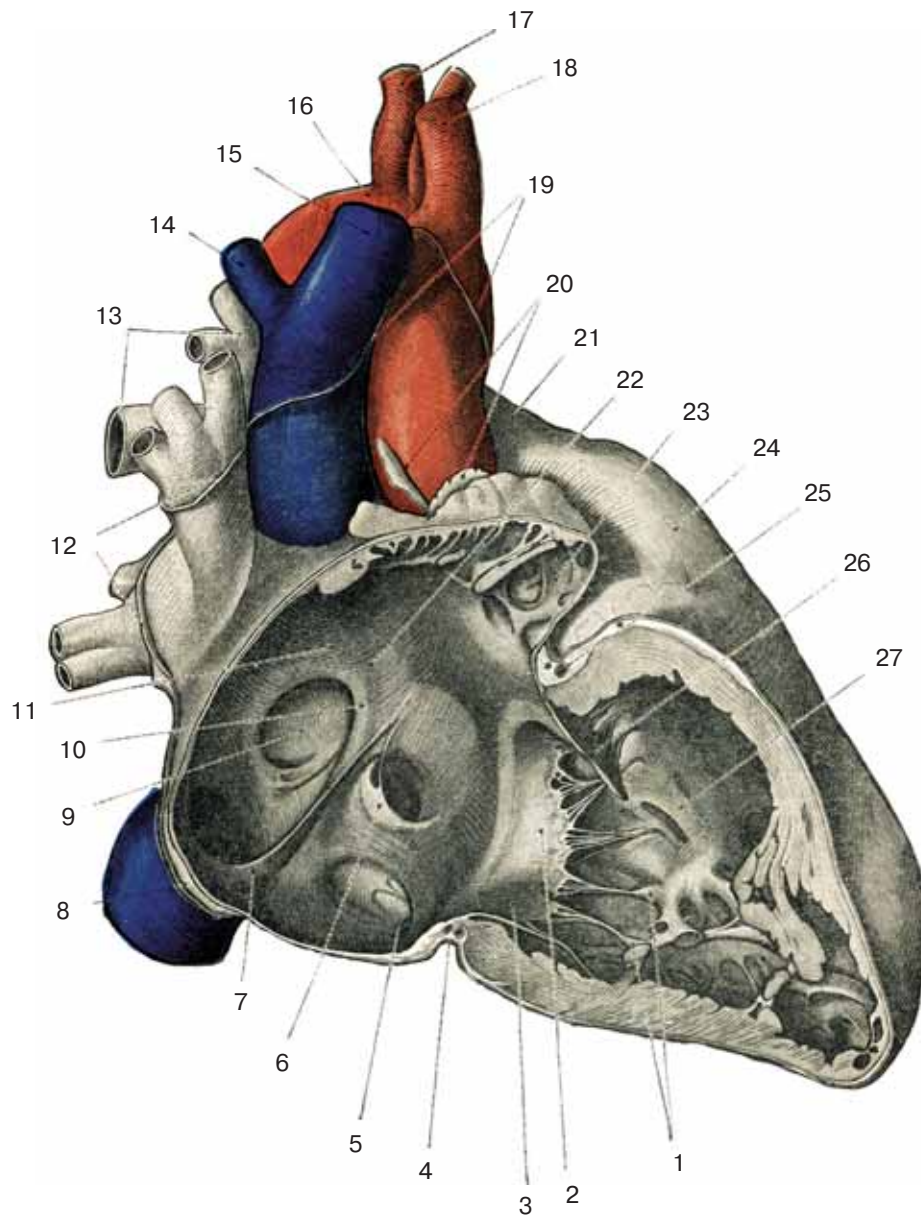


Рис. 1.20. Строение правого предсердия и правого желудочка (Толд К., 1913).

1 – папиллярные мышцы, 2 – септальная створка трикуспидального клапана, 3 – задняя створка трикуспидального клапана, 4 – борозда коронарного синуса, 5 – тибезиева вена, 6 – тибезиева заслонка, 7 – евстахийев клапан нижней полой вены, 8 – переход перикарда в эпикард на нижней полой вене, 9 – овальная ямка, 10 – валик овальной ямки (лимб Вьессена), 11 – ловеров бугорок, 12 – переход перикарда в эпикард на передней поверхности правых легочных вен, 13 – правая ветвь легочной артерии, 14 – *V. azigos*, 15 – верхняя полая вена, 16 – дуга аорты, 17 – левая подключичная артерия, 18 – плечеголовной ствол, 19 – переход перикарда в эпикард на аорте и верхней полой вене, 20 – жировые дольки на эпикарде, 21 – легочная артерия, 22 – межпредсердная перегородка, 23 – ушко левого предсердия, 24 – конус легочной артерии, 25 – правая коронарная артерия, 26 – передняя створка трикуспидального клапана, 27 – межжелудочковая перегородка.

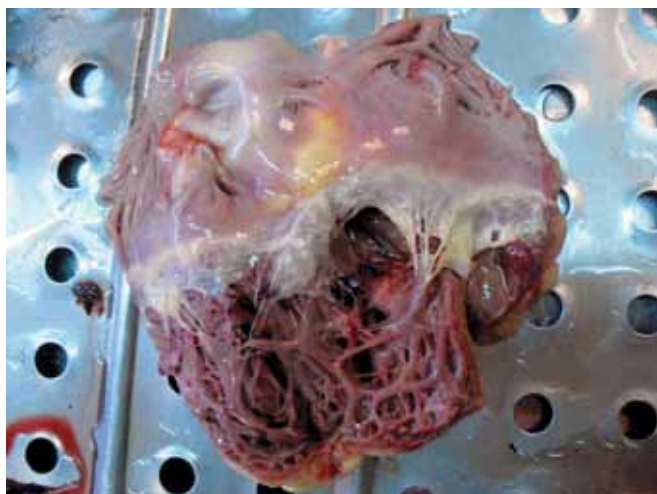


Рис. 1.21. Макропрепарат. Трикуспидальный клапан и трабекулы правого желудочка.

сердца по отношению к левому. Этим объясняются трудности эхокардиографической визуализации створок трикуспидального клапана по короткой оси. Различают септальную, переднюю и заднюю створки трикуспидального клапана. Передняя створка наиболее длинная. В области соединения створок имеются комиссуры. К створкам трикуспидального клапана может подходить различное количество хорд. Так же как и у митрального клапана, они крепятся преимущественно по краю створок и частично по всей их длине. Количество хорд может быть различно – от 4 до 16 к каждой створке (рис. 1.21).

Строение правого желудочка

Правый желудочек условно можно разделить на тракты – приносящий и выносящий. По приносящему тракту кровь устремляется в диастолу из правого предсердия, а по гладкому выносящему тракту – в легочную артерию. Стенка правого желудочка тоньше стенки левого желудочка: толщина ее составляет в конце диастолы около 5 мм. Правый желудочек прилежит к левому в виде полумесяца. В полости правого желудочка расположены большое количество трабекул и папиллярные мышцы. Количество папиллярных мышц может быть различно. Так, передних папиллярных мышц может быть от 1 до 3, задних – от 1 до 3 и септальных – от 1 до 5. Папиллярные мышцы и трабекулы правого желудочка в области верхушки соединяются «модераторным» пучком (рис. 1.22). Это очень важный анатомический ориентир правого желудочка. От легочной артерии правый желудочек отделен створками легочного клапана.



Рис. 1.22. Макропрепарат. Модераторный пучок правого желудочка и стенка правого желудочка.

Строение клапана легочной артерии

Клапан легочной артерии в норме имеет три створки: переднюю, правую и заднюю, которые крепятся к фиброзному кольцу (рис. 1.23). В начальной части легочного ствола имеются расширения и углубления – синусы. Легочный клапан при эхокардиографическом исследовании удается визуализировать лишь частично. Как правило, можно вывести заднюю и правую створки. Задняя створка клапана легочной артерии проецируется в области комиссур правой коронарной и левой коронарной створок аортального клапана. Створки легочного клапана менее плотные, чем аортального клапана. Легочная артерия – единственная артерия в организме человека, по которой течет венозная кровь.

Строение легочной артерии

Стенка легочной артерии устроена аналогично стенке аорты. Легочная артерия имеет фиброзное кольцо, которое не связано с фиброзным каркасом сердца. Фиброзное кольцо легочной артерии можно видеть при эхокардиографическом исследовании у больных с нарушением кальциевого обмена. Легочная артерия имеет ствол, который затем делится на правую и левую ветви. Место бифуркации расположено под дугой аорты.

Кровоснабжение сердца

Сердце кровоснабжают коронарные артерии. В норме имеются правая и левая, отходящие от правого и левого коронарных синусов аорты (синусов Вальсальвы) (рис. 1.24). Строение их может быть

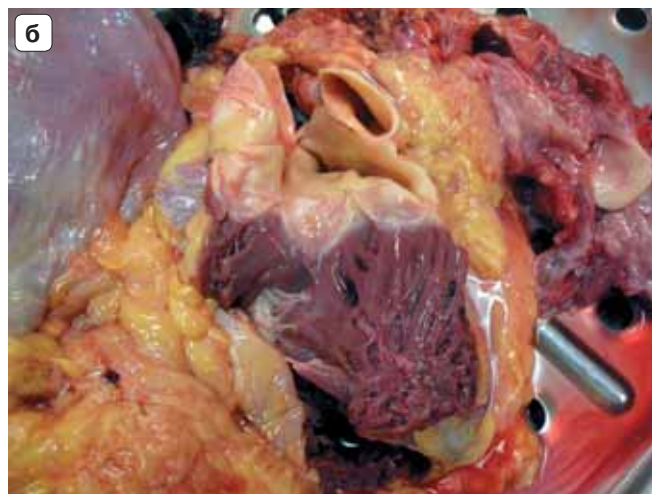
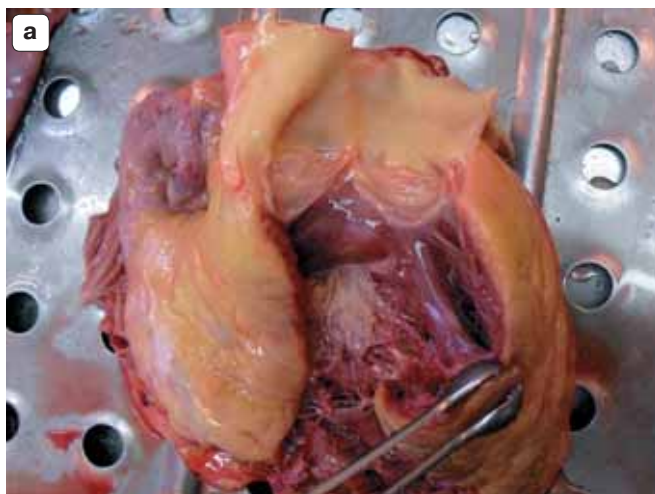


Рис. 1.23. Макропрепараты. **а** – створки клапана легочной артерии, стенка легочной артерии и выносящий тракт правого желудочка; **б** – раскрытые полулунные створки клапана легочной артерии.

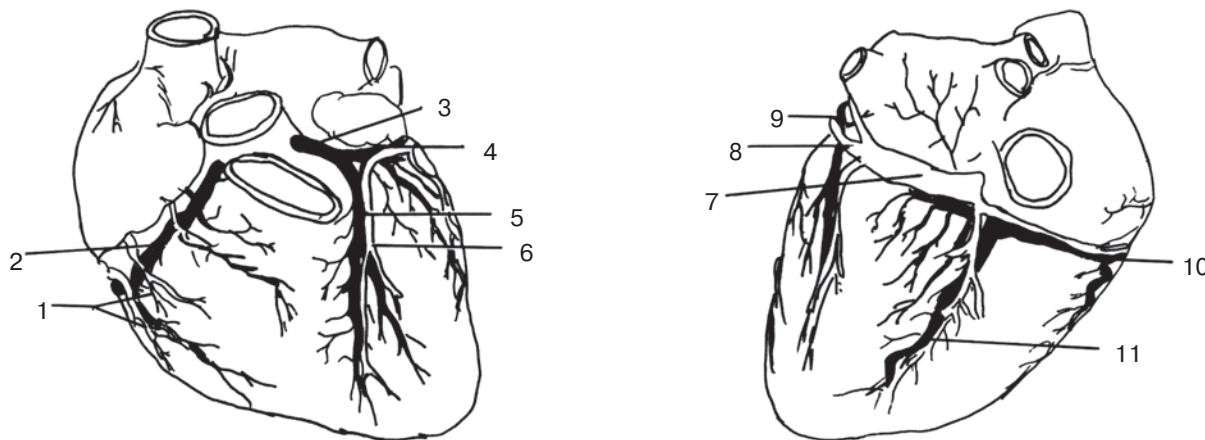


Рис. 1.24. Схема кровоснабжения сердца (Craig M., 1991). 1 – ветви передней коронарной артерии, 2 – правая коронарная артерия, 3 – левая коронарная артерия, 4 – огибающая ветвь, 5 – нисходящая ветвь, 6 – большая вена сердца, 7 – коронарный синус, 8 – проекция клапана большой вены сердца, 9 – огибающая ветвь, 10 – правая коронарная артерия, 11 – задняя нисходящая ветвь.

различно и варьирует. Коронарные артерии делятся на ветви и капилляры и несут кровь к мышце сердца. Существуют различные варианты кровоснабжения сердца. Наиболее часто левая коронарная артерия питает левое предсердие, большую часть левого желудочка и межжелудочковой перегородки, а правая коронарная – часть левого желудочка и перегородки, весь правый желудочек и правое предсердие. (Подробно кровоснабжение сердца будет описано в главе 13.)

Вены сердца – передняя и задняя, собирают обедненную кислородом кровь и впадают в коронарный синус – венозный коллектор сердца. Коронарный синус расположен в межпредсердно-межжелудочковой борозде по задней стенке левых отделов

сердца и впадает в правое предсердие рядом с нижней полой веной (рис. 1.25).

Иннервация сердца

Проводящая система сердца состоит из водителя ритма – синусового узла, расположенного в правом предсердии, рядом с местом впадения верхней полой вены. Импульс быстро достигает атриовентрикулярного узла, расположенного в межпредсердной перегородке, недалеко от места впадения коронарного синуса в правое предсердие. Далее импульс по волокнам Пуркинье и ветвям пучка Гиса вызывает сокращение желудочков (рис. 1.26). В случае отказа синусового узла атриовентрикулярный узел может взять на себя функцию водителя ритма.

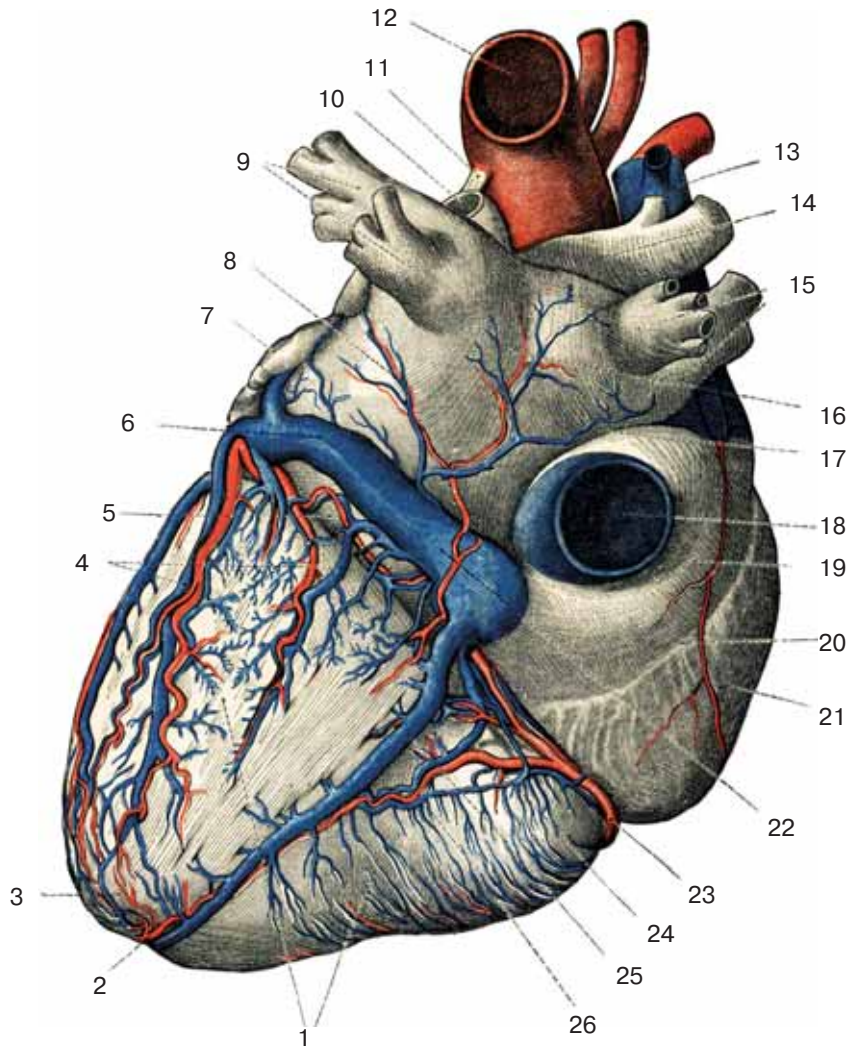


Рис. 1.25. Схема венозного кровообращения сердца (Толд К., 1913).

1 – диафрагмальная поверхность сердца, 2 – выемка верхушки сердца, 3 – верхушка сердца, 4 – задняя вена левого желудочка, 5 – борозда коронарного синуса, 6 – большая вена сердца, 7 – ушко левого предсердия, 8 – вена левого предсердия (Маршалова вена), 9 – левые легочные вены, 10 – левая ветвь легочной артерии, 11 – боталлова лигатура, 12 – аорта, 13 – верхняя полая вена, 14 – правая ветвь легочной артерии, 15 – правые легочные вены, 16 – левое предсердие, 17 – длинная задняя борозда между предсердиями, 18 – нижняя полая вена, 19 – пазуха полых вен, 20 – пограничная борозда правого предсердия, 21 – правое предсердие, 22 – коронарный синус, 23 – правая коронарная артерия, 24 – малая вена сердца, 25 – средняя вена сердца, 26 – задняя ветвь правой коронарной артерии.

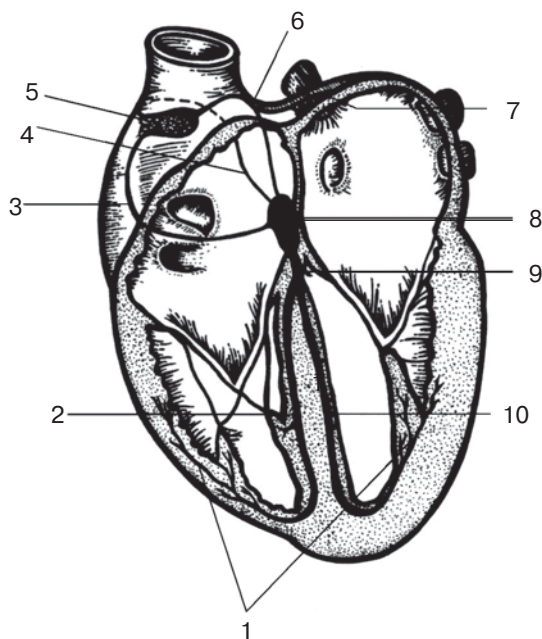


Рис. 1.26. Схема иннервации сердца (Craig M., 1991). 1 – волокна Пуркинье, 2 – правая ветвь пучка Гиса, 3 – задний внутриузловой тракт, 4 – средний внутриузловой тракт, 5 – синусовый узел, 6 – передний внутриузловой тракт, 7 – пучок Бахмана, 8 – атриовентрикулярный узел, 9 – пучок Гиса, 10 – левая ветвь пучка Гиса.

НОРМАЛЬНАЯ ФИЗИОЛОГИЯ СЕРДЦА

Допплерэхокардиография в настоящее время является методом выбора в оценке гемодинамики сердца. Для того чтобы овладеть методом доплерэхокардиографии, нужно хорошо знать нормальную гемодинамику сердца и иметь навык работы в двухмерном режиме.

В предыдущем разделе подробно изложена нормальная анатомия сердца. Сердце, полый мышечный орган, состоящий из левого – артериального и правого – венозного отделов. Обогащенная кислородом кровь по четырем легочным венам поступает в левое предсердие, давление в нем растет и в начале диастолы составляет не более 14 мм рт.ст. Под давлением крови створки митрального клапана открываются, кровь устремляется в камеру с меньшим давлением – в левый желудочек, где в начале диастолы давление не превышает 12 мм рт.ст. Створки аортального клапана закрыты, давление в аорте в диастолу около 80 мм рт.ст.

Давление между камерами выравнивается и затем начинает превалировать давление в полости левого желудочка. В результате этого створки митрального клапана начинают закрываться и полностью захлопываются. После короткого периода диастазиса, во время которого может быть незначительное пассивное поступление части крови из левого предсердия в левый желудочек, происходит систола левого предсердия, остаточный объем крови изгоняется в левый желудочек. Диастола завершилась, и давление в полости левого желудочка начинает возрастать. Время от щелчка закрытия митрального клапана до щелчка открытия аортального клапана, которое необходимо для нарастания давления в левом желудочке, называется временем изоволюметрического сокращения левого желудочка (interventricular contractility time – IVCT). Створки аортального клапана открываются под давлением крови. В начале систолы давление в полости левого желудочка составляет около 120 мм рт.ст., давление в аорте ниже – около 110–115 мм рт.ст. При этом створки митрального клапана закрыты, и давление в левом предсердии не превышает 5–7 мм рт.ст. Кровь поступает в аорту, давление между камерами выравнивается и затем начинает превалировать давление в аорте. Створки аортального клапана закрываются. Давление в левом желудочке продолжает падать. Промежуток от щелчка закрытия аортального клапана до щелчка открытия митрального клапана называется временем изоволюметрического расслабления левого желудочка (interventricular rest time – IVRT), которое необходимо для снижения давления в левом желудочке после систолы (рис. 1.27).

Таким образом, физиологическая диастола левого желудочка начинается сразу после щелчка закрытия

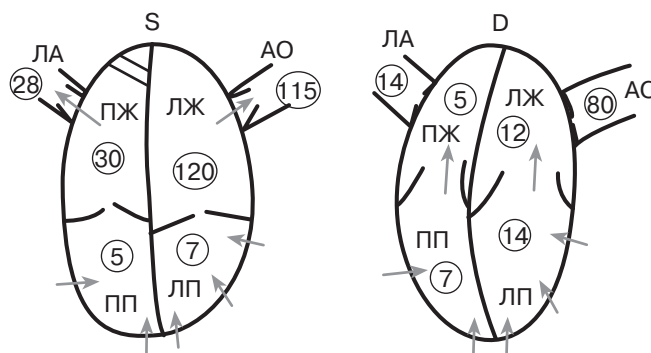


Рис. 1.27. Схема нормального давления в полостях сердца и магистральных сосудах в систолу и диастолу. Цифрами указано приблизительное давление в полостях сердца и в магистральных сосудах в систолу и в диастолу.

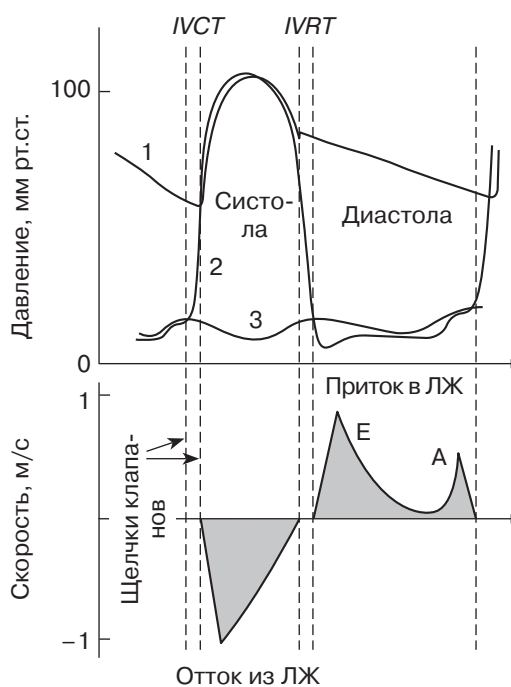


Рис. 1.28. Схема физиологии сердечного цикла (Otto C., Pearlman A., 1995). 1 – давление в аорте, 2 – давление в левом желудочке, 3 – давление в левом предсердии.

аортального клапана и заканчивается щелчком закрытия митрального клапана; физиологическая систола начинается сразу после закрытия митрального клапана и заканчивается щелчком закрытия аортального клапана (рис. 1.28).

По аорте и ее ветвям артериальная кровь распространяется по всему организму. Венозная, обедненная кислородом кровь, оттекая от тканей и внутренних органов, поступает в верхнюю и нижнюю полые вены и затем – в правое предсердие. Нижняя полая вена собирает кровь от нижней половины

туловища, верхняя полая вена – от верхней половины туловища. В начале диастолы давление в правом предсердии составляет около 5–7 мм рт.ст., а в правом желудочке – около 2–5 мм рт.ст. Створки клапана легочной артерии закрыты, давление в легочной артерии в начале диастолы не более 14 мм рт.ст.

Под давлением крови створки трикуспидального клапана открываются, кровь поступает из камеры с большим давлением в камеру с меньшим давлением – из правого предсердия в правый желудочек. Давление между ними выравнивается и затем давление в правом желудочке начинает превалировать. Створки трикуспидального клапана практически полностью закрываются, но после периода диастазиса происходит систола правого предсердия, и остаточный объем крови поступает в правый желудочек. Створки трикуспидального клапана закрываются, давление в полости правого желудочка начинает возрастать; после периода изоволюметрического сокращения открываются створки клапана легочной артерии. Давление в полости правого желудочка в начале систолы в норме составляет не более 30 мм рт.ст., в легочной артерии – около 20–25 мм рт.ст. В правом предсердии в это время давление снижается до 0–5 мм рт.ст. Кровь поступает из правого желудочка в легочную артерию и по ее ветвям в легкие. Давление между камерами выравнивается и затем начинает превалировать давление в легочной артерии. Створки клапана легочной артерии начинают прикрываться и полностью захлопываются. Систола правого желудочка закончилась. За время от щелчка закрытия клапана легочной артерии до щелчка открытия трикуспидального клапана (IVRT) давление

в полости правого желудочка падает после систолы. Физиологическая диастола правого желудочка начинается от щелчка закрытия клапана легочной артерии и длится до щелчка открытия трикуспидального клапана. Физиологическая систола начинается от щелчка закрытия трикуспидального клапана и длится до щелчка открытия клапана легочной артерии.

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- Буракавский В.И., Бокерия Л.А.* Сердечно-сосудистая хирургия. М.: Медицина, 1989. 750 с.
- Митьков В.В., Сандриков В.А.* Клиническое руководство по ультразвуковой диагностике. М.: Видар, 1998; Т. 5. 360 с.
- Михайлов С.С.* Клиническая анатомия сердца. М.: Медицина, 1987. 330 с.
- Привес М.Г., Лысенко Н., Бушкович В.И.* Анатомия человека. Л.: Медицина, 1974. 671 с.
- Рыбакова М.К., Алехин М.Н., Митьков В.В.* Практическое руководство по ультразвуковой диагностике. Эхокардиография. 2-е изд. М.: Издательский дом Видар-М, 2008. 537 с.
- Рыбакова М.К., Митьков В.В.* Эхокардиография в таблицах и схемах. М.: Издательский дом Видар-М, 2011: 8–20.
- Самусев Р.П., Пупышева Г.И., Смирнов А.В.* Атлас по цитологии, гистологии и эмбриологии. М.: Издательский дом «ОНИ С 21 век», 2004. 398 с.
- Синельников Р.Д., Синельников Я.Р., Синельников А.Я.* Атлас анатомии человека: Учебное пособие: В 4 томах. Т. 3. 7-е изд., перераб. М.: РИА «Новая волна»: Издатель Умеренков, 2013. 216 с.
- Толд К.* Анатомический атлас. Практическая медицина. СПб., 1913; Т. 9: 562–577.
- Craig M.* Diagnostic Medical Sonography. Echocardiography. Philadelphia: J.B. Lippincott Company, 1991. 461 p.
- Otto C., Pearlman A.* Textbook of Clinical Echocardiography. Philadelphia: W.B. Saunders Comhany, 1995. 404 p.