

М.К. Рыбакова, В.В. Митьков

Эхокардиография в таблицах и схемах

Настольный справочник

Издание 4-е, исправленное и дополненное



УДК 616.12-073.43(031)

ББК 53.6 (54.101)

Р 93

Рыбакова М.К., Митьков В.В.

Р 93 Эхокардиография в таблицах и схемах. Настольный справочник. 4-е изд., испр. и доп. М.: Издательский дом Видар-М, 2024. 312 с.

ISBN 978-5-88429-283-3

Данное издание представляет собой исправленную и дополненную уникальную книгу по эхокардиографии в таблицах и схемах. С момента последнего переиздания книги произошли небольшие изменения и вышли новые Рекомендации отечественных и зарубежных профильных ассоциаций по некоторым разделам эхокардиографии, таким как нормативы, оценка диастолической функции желудочков, оценка легочной гипертензии, оценка сегментов миокарда левого желудочка и т.д. Все они нашли отражение в данной версии переиздания. Исключительный интерес для специалистов представляет Приложение с новыми нормативами в оценке камер сердца и параметров центральной гемодинамики левых и правых камер сердца.

Большой интерес представляют схемы по всем классическим разделам эхокардиографии – оценке легочной гипертензии, клапанных пороков сердца, ишемической болезни сердца и ее осложнений и т.д.

Данный настольный справочник помогает разрешить спорные и злободневные вопросы эхокардиографии, позволяет ориентироваться в расчетах и измерениях, содержит необходимую обновленную информацию, а также огромный иллюстративный материал, большое количество схем и рисунков по всем разделам эхокардиографии.

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

Издание предназначено как для начинающих специалистов ультразвуковой и функциональной диагностики, так и для специалистов эхокардиографии со стажем, кардиологов, терапевтов, студентов медицинских вузов.

УДК 616.12-073.43(031)

ББК 53.6 (54.101)

Рисунки (схемы) Рыбаковой М.К.

*На обложке – рисунок из Анатомического атласа
(Толд К. СПб.: Практическая медицина, 1913. Т. 5)*

ISBN 978-5-88429-283-3

© М.К. Рыбакова, В.В. Митьков, 2010, 2011, 2016, 2024

© Оформление. Издательский дом Видар-М, 2024

Авторы и издательство выражают искреннюю благодарность за материальную поддержку 4-го издания данного пособия



FUJIFILM
Value from Innovation

Оглавление

Предисловие к 4-му изданию	6	Типы нарушения диастолической функции левого и правого желудочков. Классическая классификация	70
Предисловие к 1-му изданию	7	Новые рекомендации профильных ассоциаций в оценке диастолической функции левого желудочка	71
Список сокращений	8		
Глава 1. Нормальная анатомия и физиология сердца	10	Глава 6. Малые аномалии развития сердца.	
Нормальная анатомия средостения и сердца	10	Пролабирование клапанов сердца.	
Строение грудной клетки	10	Особенности эхокардиографического исследования у детей и подростков	73
Строение сердца	12	Малые аномалии развития сердца	73
Нормальная физиология сердца	21	Нормальные анатомические образования, часто принимаемые за патологические	76
Глава 2. Стандартные эхокардиографические доступы и позиции	23	Пролабирование клапанов сердца	79
Стандартные эхокардиографические доступы и позиции	24	Пролабирование митрального клапана	79
Глава 3. Допплерэхокардиография в норме	34	Пролабирование аортального клапана	83
Глава 4. Стандартные эхокардиографические измерения и нормативы.		Пролабирование клапана легочной артерии	88
Расчеты для оценки функции желудочков	44	Особенности эхокардиографии у детей и подростков	91
Стандартные эхокардиографические измерения и нормативы ..	44	Стандартные измерения у детей и подростков	91
Расчеты для оценки функции желудочков	46	Причины функциональных шумов у детей	92
Оценка систолической функции левого и правого желудочков ..	46	Глава 7. Патология митрального клапана.	
Оценка диастолической функции левого и правого желудочков ..	55	Митральная регургитация и митральный стеноз ...	93
Глава 5. Тактика проведения эхокардиографического исследования в оценке систолической и диастолической функций левого и правого желудочков. Типы нарушения диастолической функции желудочков	63	Митральная регургитация	93
Тактика проведения эхокардиографического исследования в оценке систолической функции левого желудочка	63	Этиология	93
Тактика проведения эхокардиографического исследования в оценке систолической функции правого желудочка	66	Гемодинамика при митральной регургитации	95
Тактика проведения эхокардиографического исследования в оценке диастолической функции левого и правого желудочков	68	Технология проведения исследования	96
		Оценка степени митральной регургитации	99
		Митральный стеноз	102
		Этиология	102
		Гемодинамика при митральном стенозе	103
		Технология проведения исследования	104
		Способы оценки степени митрального стеноза	108
		Глава 8. Патология аортального клапана.	
		Аортальная регургитация и аортальный стеноз ...	111
		Аортальная регургитация	111

Этиология	111	Способы расчета давления в правом предсердии	156
Гемодинамика при аортальной регургитации	113	Оценка степени легочной гипертензии на основании полученных расчетов	157
Технология проведения исследования	114	Глава 12. Эхокардиографическое исследование у больных ишемической болезнью сердца и ее осложнениями	158
Оценка степени аортальной регургитации	118	Технология проведения исследования	158
Аортальный стеноз	119	Эхокардиографические изменения у больных ишемической болезнью сердца	162
Этиология	119	Осложнения инфаркта миокарда	164
Гемодинамика при аортальном стенозе	120	Глава 13. Кардиомиопатии	168
Технология проведения исследования	121	Дилатационные кардиомиопатии	168
Расчет площади аортального отверстия и оценка степени аортального стеноза	124	Этиология приобретенных ДКМП	168
Глава 9. Патология трикуспидального клапана. Трикуспидальная регургитация и трикуспидальный стеноз	126	Схема ДКМП	169
Трикуспидальная регургитация	126	Технология проведения исследования	169
Этиология патологической трикуспидальной регургитации	126	Гипертрофические кардиомиопатии	170
Гемодинамика при трикуспидальной регургитации	128	Этиология и виды ГКМП	170
Технология проведения исследования	129	Типы ГКМП	171
Трикуспидальный стеноз	132	Оценка изменения левого желудочка у больных с ГКМП	172
Этиология	132	Необструктивная ГКМП	173
Гемодинамика при трикуспидальном стенозе	133	Обструктивная ГКМП или субаортальный стеноз	174
Технология проведения исследования	134	Гемодинамика при обструктивной ГКМП	174
Глава 10. Патология клапана легочной артерии. Легочная регургитация и стеноз клапана легочной артерии	136	Технология проведения исследования	175
Легочная регургитация	136	Рестриктивные кардиомиопатии	177
Этиология патологической легочной регургитации	136	Гемодинамика при РКМП	177
Гемодинамика при легочной регургитации	137	Технология проведения исследования	178
Технология проведения исследования	138	Вторичные изменения сердца	179
Стеноз клапана легочной артерии	141	Глава 14. Патология перикарда	189
Этиология	141	Жидкость в полости перикарда	189
Гемодинамика при стенозе клапана легочной артерии	142	Гемодинамика при перикардите	189
Технология проведения исследования	143	Технология проведения исследования и способы оценки количества жидкости в полости перикарда	190
Глава 11. Легочная гипертензия	147	Тампонада сердца	194
Этиология	147	Гемодинамика при тампонаде сердца	194
Гемодинамика при легочной гипертензии	148	Технология проведения исследования	195
Технология проведения исследования		Констриктивный перикардит	196
Признаки легочной гипертензии	149	Этиология	196
Способы расчета давления в легочной артерии	153	Гемодинамика при констриктивном перикардите	196

Технология проведения исследования	197	Алгоритм ультразвуковой диагностики	
Другая патология перикарда	198	инфекционного эндокардита	243
Структуры, которые ошибочно могут быть приняты		Алгоритм тактики ведения больного на основании данных	
за жидкость в полости перикарда	199	УЗИ сердца при инфекционном эндокардите	
Патология плевры. Исследование жидкости		и его осложнениях	244
в плевральных полостях	200		
Расчет количества жидкости в плевральных полостях	200		
Глава 15. Патология аорты	201	Глава 17. Протезированные клапаны сердца	245
Болезни аорты	201	и другие виды протезов.	245
Технология проведения исследования	203	Варианты протезированных клапанов сердца	245
Классификация патологии аорты	205	Возможности эхокардиографии в оценке функции	
Классификации отслойки интимы аорты	208	протезированных клапанов сердца	247
Эхокардиографические признаки отслойки интимы аорты	209	Эхокардиографические особенности протезированных	
Эхокардиографическая дифференциальная диагностика		клапанов сердца в различных позициях	251
отслойки интимы аорты	210	Осложнения при протезировании клапанов сердца	
		и возможности эхокардиографии в их диагностике	253
		Варианты неклапанных протезов	255
Глава 16. Объемные образования сердца	211	Глава 18. Врожденные пороки сердца у взрослых.	256
и средостения	211	Частые врожденные пороки сердца у взрослых	257
Объемные образования сердца	211	Пороки с шунтированием крови	257
Тромбы	211	Клапанные врожденные пороки сердца	261
Кальцинаты больших размеров	219	Надклапанные и подклапанные стенозы	263
Опухоли сердца	220	Редкие врожденные пороки сердца у взрослых	266
Объемные образования перикарда	224	Пороки развития коронарных артерий	271
Объемные образования средостения	225		
Миражи исследования	229	Глава 19. Дифференциальная диагностика	273
Эхокардиография в диагностике инфекционного		в эхокардиографии	273
эндокардита и его осложнений	230	Дифференциальная диагностика при дилатации	
Этиология инфекционного эндокардита	230	камер сердца	273
Клинико-диагностические критерии		Дифференциальная диагностика при дилатации	
инфекционного эндокардита	231	правых камер сердца	273
Классификации инфекционного эндокардита	232	Дифференциальная диагностика при дилатации	
Особенности поражения клапанного аппарата		левых камер сердца	281
при инфекционном эндокардите — по току крови	232	Дифференциальная диагностика при дилатации ствола	
Возможности эхокардиографии при инфекционном		и ветвей легочной артерии	284
эндокардите	233	Дифференциальная диагностика при дилатации аорты	
Осложнения инфекционного эндокардита,		в грудном восходящем отделе	285
диагностируемые с помощью эхокардиографии	236	Дифференциальная диагностика при гипертрофии	
Дифференциальная диагностика инфекционного		стенки желудочков	286
эндокардита	242	Дифференциальная диагностика при гипертрофии	
		стенки правого желудочка	286

Дифференциальная диагностика при гипертрофии стенки левого желудочка	287
Дифференциальная диагностика при наличии патологической клапанной регургитации	289
Патологическая митральная регургитация (>I степени)	289
Патологическая аортальная регургитация (от I степени)	291
Патологическая трикуспидальная регургитация (>II степени)	292
Патологическая легочная регургитация (>II степени)	293

Приложение	294
Список рекомендуемой литературы	309
Пример стандартного эхокардиографического протокола в норме	311

Предисловие к 4-му изданию

Глубокоуважаемые коллеги!

14 лет. Это немалый срок. Столько лет издается и переиздается эта книга. История ее создания очень интересна. Это лекции в схемах, удобных для усвоения материала. Автор много лет проводит курсы по эхокардиографии, которые посещают не только доктора с опытом работы, но и начинающие специалисты. Такое изложение материала, подкрепленное эхограммами и видеопримерами по всем основным разделам нормы и патологии сердца, очень хорошо воспринимается врачами, и материал быстро усваивается. Именно поэтому книга имеет такой успех.

Вы взяли в руки 4-е издание, исправленное и дополненное в свете последних рекомендаций профильных ассоциаций. Не все они хороши. Но мы должны знать основные новые тенденции. В ряде случаев мы будем продолжать ориентироваться на классические нормативы и классификации.

В настоящее время по современным требованиям к специальностям «ультразвуковая диагностика», «функциональная

диагностика» и «кардиология» прописан навык проведения эхокардиографического исследования и трактовки его результатов на уровне скрининга. Поэтому данная книга может помочь начинающим специалистам вникнуть в азы специальности.

Руководство предназначено для специалистов ультразвуковой диагностики, функциональной диагностики, кардиологов и терапевтов и призвано облегчить погружение в специальность. В приложении авторы приводят таблицы нормативов стандартных измерений и расчетов исходя из новых рекомендаций Европейской ассоциации эхокардиографии и других профильных ассоциаций. Данное издание содержит большое количество схем.

Книга написана сотрудниками кафедры ультразвуковой диагностики Российской медицинской академии непрерывного последиplomного образования (база – ГКБ им. С.П. Боткина, Москва).

*С уважением, доктор медицинских наук
Рыбакова Марина Константиновна*

Предисловие к 1-му изданию

Глубокоуважаемые коллеги!

Современная эхокардиография не стоит на месте и является в настоящее время одним из «золотых стандартов» исследования у кардиологических больных. Компетентное исследование служит залогом адекватной тактики ведения пациента. Вот почему все чаще кардиологи, терапевты и кардиохирурги берут в руки книги по ультразвуковой диагностике сердца. В процессе обучения эхокардиографии и самостоятельной работы за прибором часто возникают вопросы, ответить на которые возможно, только разобравшись со всеми нюансами гемодинамики сердца в норме и при различных видах патологии.

Применение на практике новых технологий позволяет расширить диагностические возможности и нередко выявить скрытые изменения миокарда или нарушение диастолической функции желудочков.

Авторы книги учли личный опыт преподавания данного предмета на кафедре ультразвуковой диагностики РМАПО. Было замечено, что усвоение материала происходит быстрее, если его вначале представить в схематическом виде, а уже затем в виде эхограмм и видеоматериалов.

Данная книга содержит большое количество схем и таблиц по всем основным вопросам трансторакального эхокардиографического исследования, помогает разрешить спорные и злободневные вопросы эхокардиографии, позволяет ориентироваться в расчетах и измерениях, содержит необходимую справочную информацию.

Подробно описаны нормальная анатомия и физиология сердца, патология клапанного аппарата, мокарда, перикарда, плевральных полостей, аорты, протезированных клапанов сердца, приведены стандартные позиции эхокардиографического исследования и расчеты. Особый интерес могут вызвать разделы, посвященные диагностике врожденных пороков сердца у взрослых, объемных образований сердца и средостения и дифференциальной диагностике в эхокардиографии.

Книга предназначена для специалистов эхокардиографии, ультразвуковой и функциональной диагностики, кардиологов, терапевтов и студентов медицинских вузов.

Мы желаем Вам успехов в работе.

*М.К. Рыбакова
В.В. Митьков*

Список сокращений

АК – аортальный клапан	КСР – конечный систолический размер
АО – аорта	ЛА – легочная артерия
АР – аортальная регургитация	ЛВ – легочная вена
АС – аортальный стеноз	ЛВЛА – левая ветвь легочной артерии
бр. АО – брюшной отдел аорты	ЛГ – легочная гипертензия
ВПВ – верхняя полая вена	ЛЖ – левый желудочек
ГКМП – гипертрофическая кардиомиопатия	ЛК – легочный клапан (клапан легочной артерии)
ГЛЖ – гипертрофия левого желудочка	ЛКС – левая коронарная створка (аортального клапана)
ГПЖ – гипертрофия правого желудочка	ЛП – левое предсердие
ДЗЛА – давление заклинивания в легочной артерии	ЛПА – левая подключичная артерия
ДКМП – дилатационная кардиомиопатия	ЛР – легочная регургитация
ДМЖП – дефект межжелудочковой перегородки	ЛС – легочный стеноз (стеноз клапана легочной артерии)
ДМПП – дефект межпредсердной перегородки	ЛСА – левая сонная артерия
Ж – жидкость	М – миксома
ЗМК – заднемедиальная комиссура	МЖП – межжелудочковая перегородка
ЗМПМ – заднемедиальная папиллярная мышца	МК – митральный клапан
ЗС – задняя створка	МП – модераторный пучок
ЗСаО – задняя стенка аорты	МПП – межпредсердная перегородка
ЗСЛЖ – задняя стенка левого желудочка	МР – митральная регургитация
ЗСЛК – задняя створка легочного клапана	МС – митральный стеноз
ЗСМК – задняя створка митрального клапана	НКС – некоронарная створка (аортального клапана)
ИМЛЖ – инфаркт миокарда левого желудочка	НПВ – нижняя полая вена
ИМПЖ – инфаркт миокарда правого желудочка	ОАП – открытый артериальный проток
КДД – конечное диастолическое давление	ООО – открытое овальное окно
КДО – конечный диастолический объем	ПВ – печеночная вена
КДР – конечный диастолический размер	ПВЛА – правая ветвь легочной артерии
КС – коронарный синус	ПГС – плечеголовной ствол
КСО – конечный систолический объем	

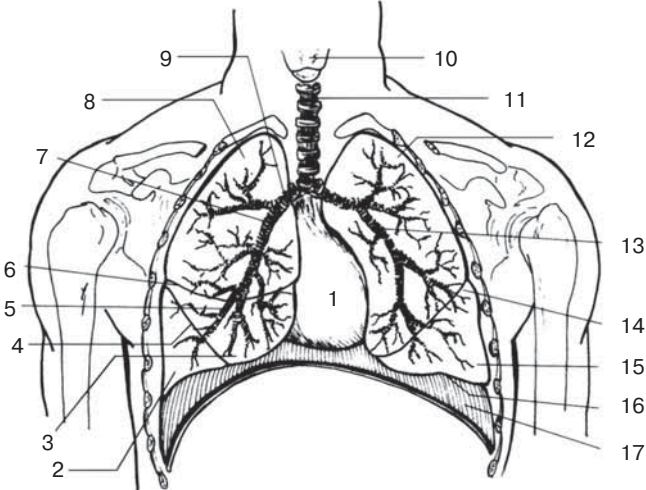
ПЖ – правый желудочек
ПЛК – переднелатеральная комиссура
ПЛПМ – переднелатеральная папиллярная мышца
ПКС – правая коронарная створка (аортального клапана)
ПМ – папиллярная мышца
ПМК – пролапс митрального клапана
ПП – правое предсердие
ПрС (ЛК) – правая створка (легочного клапана)
ПС – передняя створка (трикуспидального клапана)
ПСАО – передняя стенка аорты

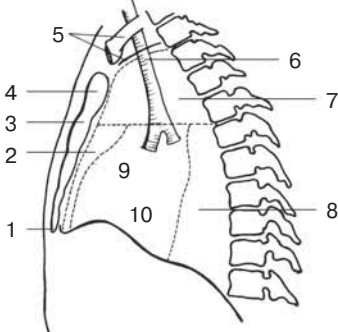
ПСМК – передняя створка митрального клапана
РКМП – рестриктивная кардиомиопатия
СДЛА – систолическое давление в легочной артерии
СС – септальная створка (трикуспидального клапана)
ТК – трикуспидальный клапан
ТР – трикуспидальная регургитация
ТС – трикуспидальный стеноз
ТЭЛА – тромбоэмболия легочной артерии
УО – ударный объем
ФВ – фракция выброса
ФВ ЛЖ (ПЖ) – фракция выброса левого (правого) желудочка

Нормальная анатомия средостения и сердца

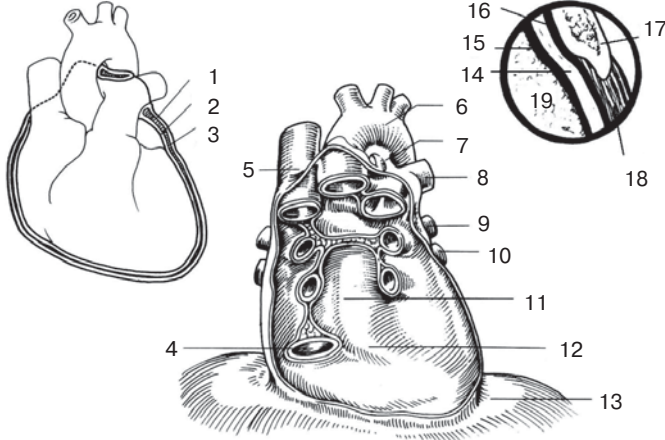
Сердце – полый мышечный орган, расположенный в грудной клетке. Положение сердца в грудной клетке может быть различным и зависит от конституции человека.

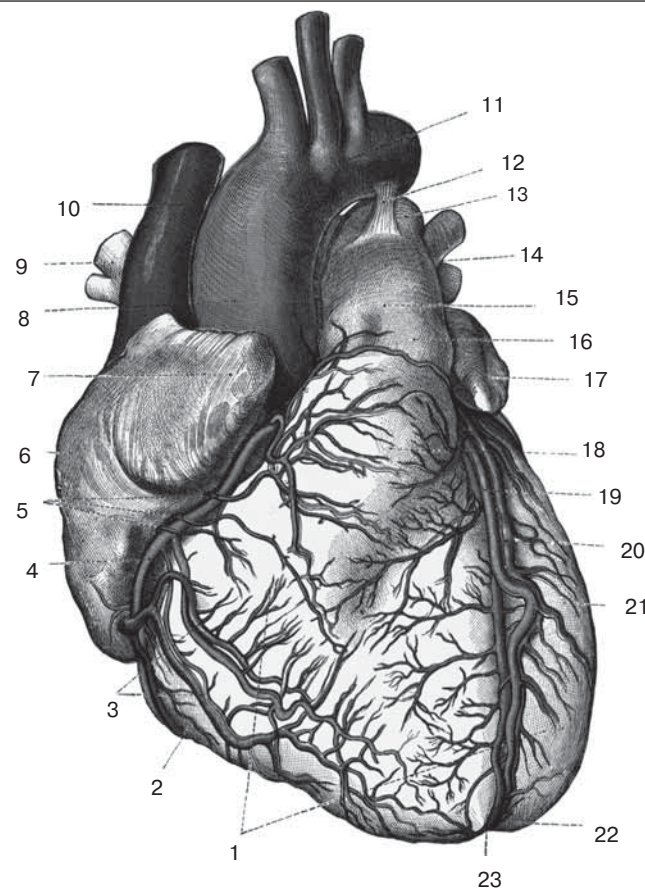
Строение грудной клетки

Строение грудной клетки	Описание, схема
Центральное средостение	<p>Включает в себя перикард, сердце, часть восходящего отдела аорты и верхней полой вены, вену <i>azigos</i>, ствол легочной артерии и ее бифуркацию, правую и левую легочные вены (верхние и нижние) в месте их впадения в левое предсердие и нервы</p> <p>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.</p> 

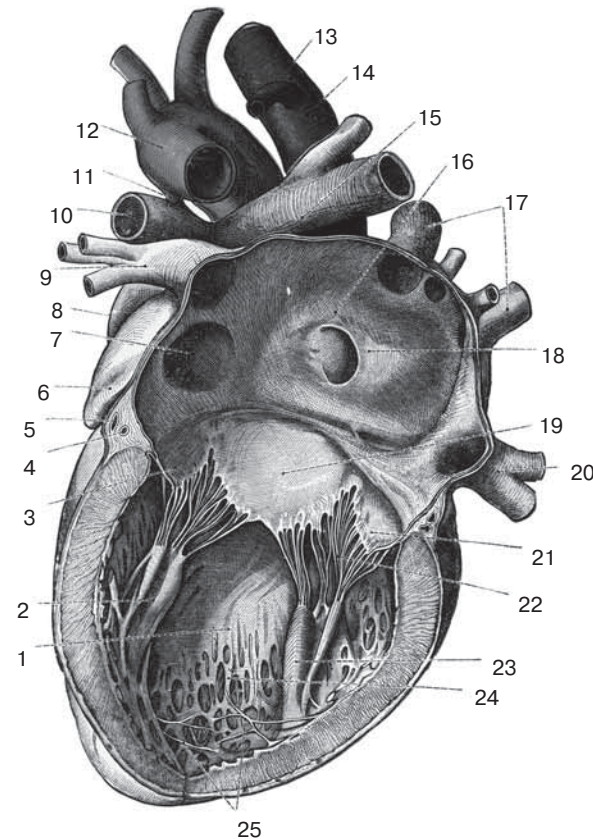
Строение грудной клетки	Описание, схема
Переднее средостение	<p>В нем проходят лимфатические сосуды и располагаются лимфатические узлы</p> <p>Строение грудной клетки (Craig M., 1991): 1 – мечевидный отросток грудины, 2 – переднее средостение, 3 – грудина, 4 – рукоятка грудины, 5 – ключица, 6 – трахея, 7 – верхнее средостение, 8 – заднее средостение, 9 – центральное средостение, 10 – полость перикарда.</p> 
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 <i>azigos</i> и <i>hemiazigos</i> , нервы и грудной лимфатический проток
Левая и правая плевральные полости	В левой плевральной полости располагается левое легкое, состоящее из двух долей, в правой плевральной полости – правое легкое, состоящее из трех долей. Плевра состоит из двух листков – париетального, или наружного, и висцерального, или внутреннего. Между листками плевры располагается небольшое количество физиологической жидкости, или смазки

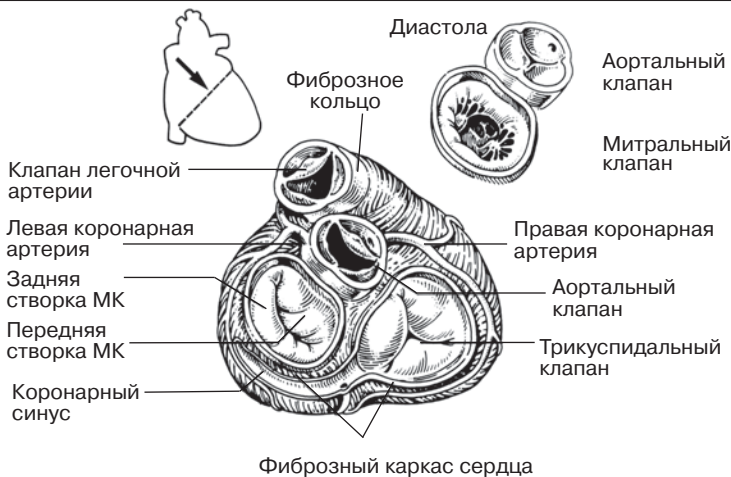
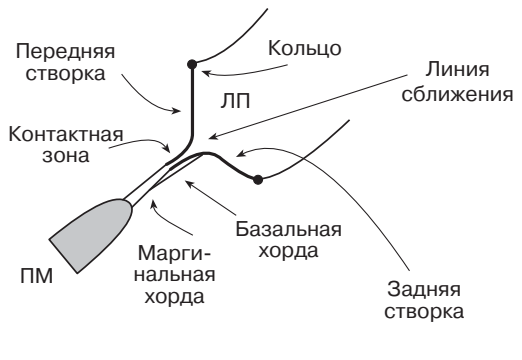
Строение сердца

Строение камер сердца, магистральных сосудов и клапанного аппарата	Описание, схема
Перикард	<p>Сердце окружено перикардиальной сумкой. Перикард состоит из наружного, или париетального, или фиброзного, листка и внутреннего, или висцерального, или серозного, листка. Между листками перикарда в полости перикарда содержится небольшое количество физиологической жидкости, или смазки. Это количество жидкости, по данным разных авторов, может в норме составлять от 5 до 80 мл. Висцеральный перикард является одним из слоев эпикарда. У большинства людей в популяции листки перикарда сращены между собой за левым предсердием</p>  <p>Строение 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.</p>

Строение камер сердца, магистральных сосудов и клапанного аппарата	Описание, схема
Строение сердца	<p>В сердце различают основание и верхушку. В основании сердца входят предсердия и магистральные сосуды. Верхушка расположена свободно и как бы вдавлена в перикард. Сердце состоит из двух отделов: левого – артериального и правого – венозного</p> <p>Вид сердца спереди. Нормальная анатомия сердца (Толд К., 1913): 1 – грудная поверхность сердца, 2 – правый желудочек, 3 – передние вены сердца, 4 – правая коронарная артерия, 5 – передняя вена сердца, 6 – правое предсердие, 7 – ушко правого предсердия, 8 – восходящая аорта, 9 – правая верхняя легочная вена, 10 – верхняя полая вена, 11 – дуга аорты, 12 – боталлова лигатура, 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 нисходящая ветвь левой коронарной артерии, 20 – большая вена сердца, 21 – левый желудочек, 22 – верхушка сердца, 23 – выемка верхушки сердца.</p> 

Строение камер сердца, магистральных сосудов и клапанного аппарата	Описание, схема
Строение левого предсердия	<p>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. 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</p> <p>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 — <i>V. azigos</i>, 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.</p>



Строение камер сердца, магистральных сосудов и клапанного аппарата	Описание, схема
<p>Строение фиброзного каркаса сердца (Craig M., 1991)</p>	<p>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</p>  <p>Фиброзный каркас сердца</p>
<p>Строение митрального клапана (Otto C., 1995)</p>	<p>Митральный, или двухстворчатый, клапан, состоит из передней и задней створок. Створки по бокам разделены переднелатеральной и заднемедиальной комиссурами, крепятся к левому фиброзному атриовентрикулярному кольцу. Створки митрального клапана как бы подвешены на хордах, которые крепятся по краям створок и по всей их длине. Количество хорд возрастает по мере отхождения от папиллярных мышц за счет их разветвления под створками митрального клапана</p> 

Строение камер сердца, магистральных сосудов и клапанного аппарата	Описание
Строение левого желудочка	<p>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. 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.</p> <p>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.</p> <p>В полости левого желудочка, как правило, расположены две папиллярные мышцы: переднелатеральная и заднемедиальная. Заднемедиальная папиллярная мышца преимущественно имеет две головки. Количество головок папиллярных мышц может быть различным</p>
Строение аортального клапана	<p>Аортальный клапан в норме имеет три створки: правую коронарную, левую коронарную и некоронарную. На концах створок аортального клапана наблюдаются уплотнения – узелки Аррениуса, которые обеспечивают более плотное смыкание клапана в диастолу. 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</p>
Строение аорты	<p>Стенка аорты имеет трехслойное строение: внутренний слой – интима, средний – медиа и наружный – адвентиция. 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.</p> <p>Различают корень аорты, грудной восходящий отдел, дугу, грудной нисходящий и брюшной отделы. От дуги аорты отходят плечеголовной ствол, левая сонная и левая подключичная артерии</p>

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,

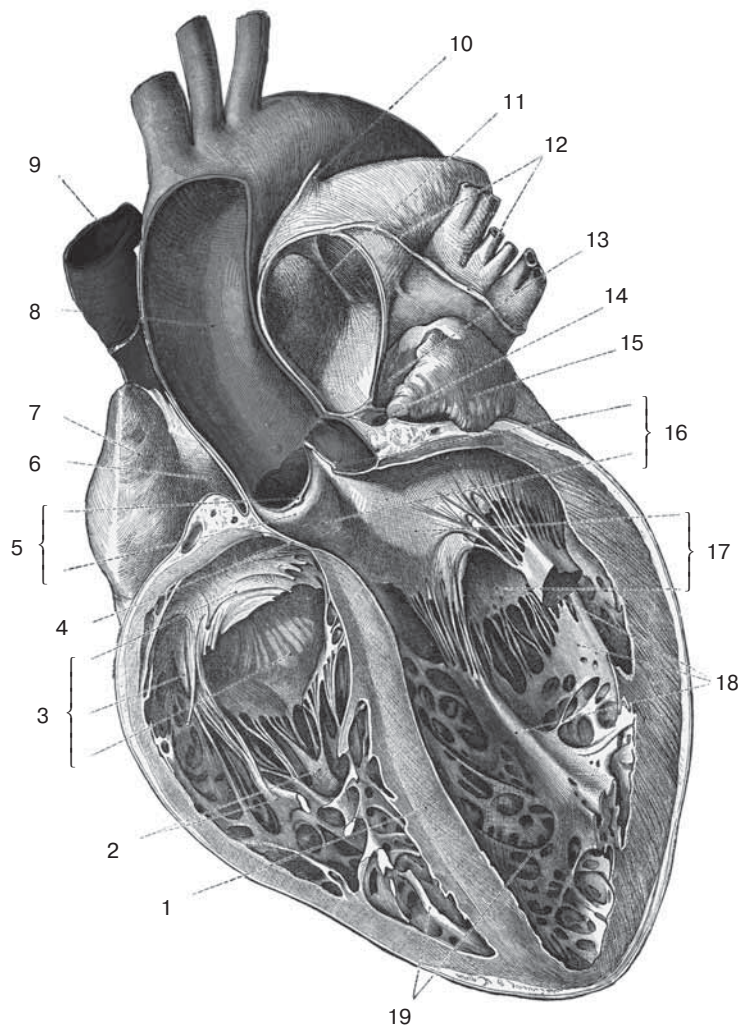
17 – створки митрального клапана:

передняя и задняя,

18 – папиллярные мышцы,

19 – трабекулы правого и левого

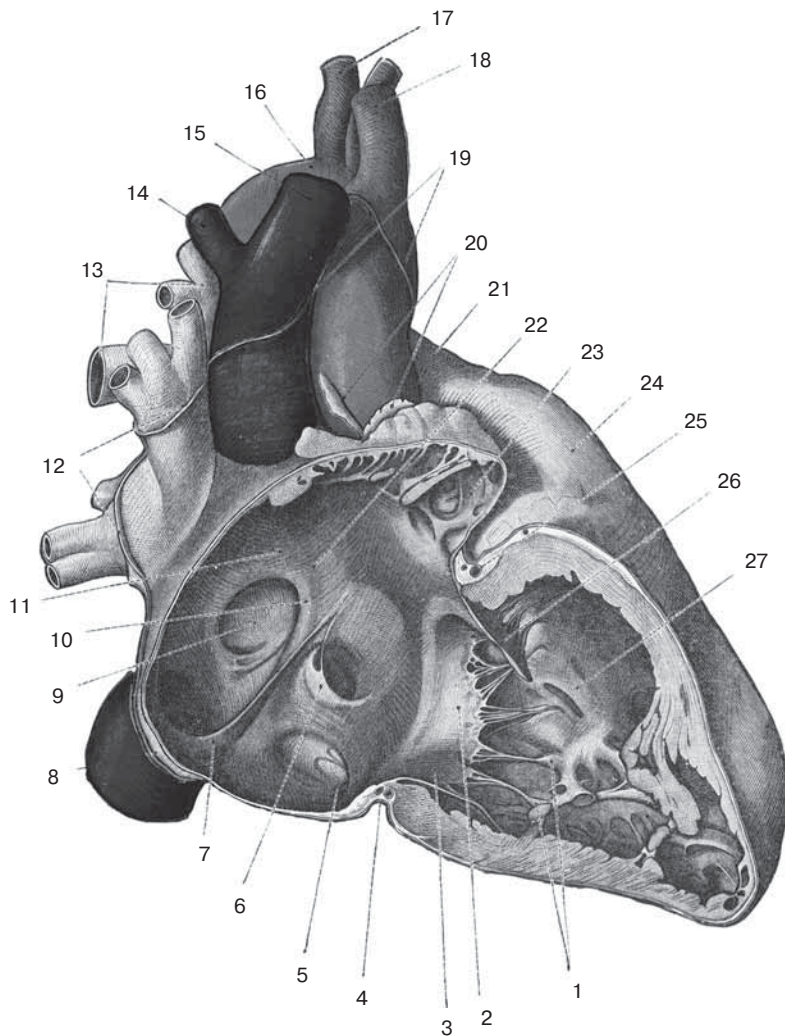
желудочков.

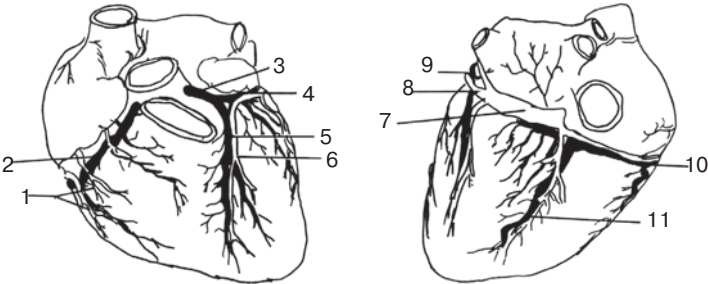
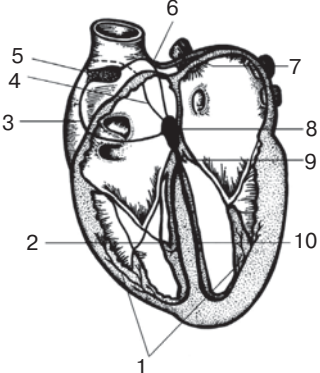


Строение камер сердца, магистральных сосудов и клапанного аппарата	Описание
Строение правого предсердия	<p>Правое предсердие отделено от левого межпредсердной перегородкой. В средней части межпредсердной перегородки имеется тонкая мембрана – овальная ямка, которая прикрыта складкой – овальной заслонкой. Правое предсердие имеет овальную форму. В него впадают верхняя и нижняя полые вены, которые несут кровь от верхней и нижней половины туловища. В правое предсердие впадает и коронарный синус – венозный коллектор самого сердца. В полости правого предсердия в ряде случаев можно встретить рудиментарные образования – евстахиев клапан нижней полой вены и сеть Хиари. Пограничный гребень (<i>crista terminalis</i>), 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 правого желудочка правым фиброзным атриовентрикулярным кольцом, к которому крепятся створки трикуспидального клапана</p>
Строение трикуспидального клапана	<p>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</p>
Строение правого желудочка	<p>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 систолу в легочную артерию. Стенка правого желудочка тоньше стенки левого желудочка: толщина ее составляет в конце диастолы около 5 мм. От легочной артерии правый желудочек отделен створками легочного клапана</p>
Строение клапана легочной артерии	<p>Клапан легочной артерии в норме имеет три створки: переднюю, правую и заднюю, которые крепятся к легочному фиброзному кольцу. 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. Легочная артерия – единственная артерия в организме человека, по которой течет венозная кровь</p>
Строение легочной артерии	<p>Стенка легочной артерии устроена аналогично стенке аорты. Легочная артерия имеет фиброзное кольцо, которое не связано с фиброзным каркасом сердца. Легочная артерия имеет ствол, который затем делится на правую и левую ветви. Место бифуркации расположено под дугой аорты</p>

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 – тебезиева вена, 6 – тебезиева 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.



Строение камер сердца, магистральных сосудов и клапанного аппарата	Описание, схема
<p>Кровоснабжение сердца</p>	<p>В норме имеются правая и левая коронарные артерии, отходящие от правого и левого коронарных синусов аорты (синусов Вальсальвы). Строение их может быть различно и варьирует. 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. Вены сердца – передняя и задняя, собирают обедненную кислородом кровь и впадают в коронарный синус – венозный коллектор сердца. Коронарный синус расположен в межпредсердно-межжелудочковой борозде левых отделов сердца и впадает в правое предсердие</p> <p>Кровоснабжение 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.</p> 
<p>Иннервация сердца</p>	<p>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</p> <p>Иннервация 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.</p> 

Нормальная физиология сердца

Описание

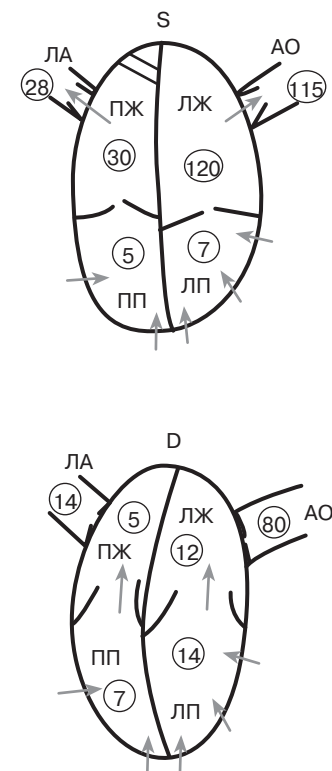
Обогащенная кислородом артериальная кровь по четырем легочным венам поступает в левое предсердие, давление в нем растет и в начале диастолы составляет не более 14 мм рт.ст. Под давлением крови створки митрального клапана открываются, кровь устремляется в камеру с меньшим давлением – в левый желудочек, в котором в начале диастолы давление составляет не более 12 мм рт.ст. Створки аортального клапана закрыты, давление в аорте составляет 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 (IVCT – interventricular contractility time). 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 составляет около 4–7 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 (IVRT – interventricular rest time), которое необходимо для снижения давления в левом желудочке.

Таким образом, физиологическая диастола начинается сразу после щелчка закрытия аортального клапана и заканчивается щелчком закрытия митрального клапана; физиологическая систола начинается сразу после закрытия митрального клапана и заканчивается щелчком закрытия аортального клапана

Схема

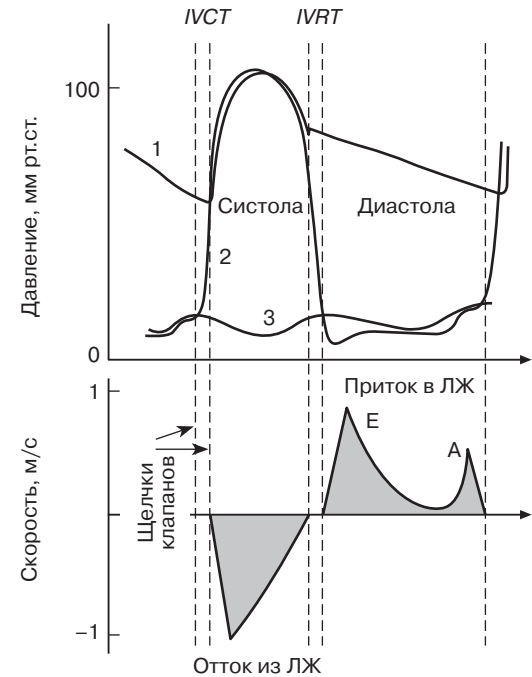


Описание

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 7 мм рт.ст., а в правом желудочке — около 5 мм рт.ст. Створка клапана легочной артерии закрыта, давление в легочной артерии в начале диастолы составляет около 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 составляет около 30 мм рт.ст., в легочной артерии — около 28 мм рт.ст. В правом предсердии в это время давление снижается до 2–5 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 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. Физиологическая диастола правого желудочка начинается от щелчка закрытия клапана легочной артерии и длится до щелчка закрытия трикуспидального клапана. Физиологическая систола начинается от щелчка закрытия трикуспидального клапана и длится до щелчка закрытия клапана легочной артерии

Схема



Физиология сердечного цикла (Otto С., 1995):
1 — давление в аорте, 2 — давление в левом желудочке, 3 — давление в левом предсердии.