

М.К. Рыбакова, В.В. Митьков

# Эхокардиография

в таблицах и схемах

Настольный справочник

Издание 3-е



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. – 3-е изд. – Москва: Издательский дом Видар-М, 2016. – 288 с.

ISBN 978-5-88429-231-4

Книга содержит большое количество таблиц и схем по всем основным разделам эхокардиографии. Цель пособия – как можно более доступно представить сложный гемодинамический материал, поскольку эхокардиография основана на принципах физики-гидравлики, и недопонимание предмета может повлечь за собой грубые ошибки диагностики.

Пособие предназначено как для начинающих специалистов ультразвуковой и функциональной диагностики, так и для специалистов со стажем, кардиологов, 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 978-5-88429-231-4

© М.К. Рыбакова, В.В. Митьков, 2010, 2011, 2016  
© Издательский дом Видар-М, 2010, 2011, 2016

*Авторы и издательство выражают  
искреннюю благодарность  
спонсорам, сделавшим возможным  
3-е издание данного пособия*

**SonoScape**

**mindray**

**@saote**

**TOSHIBA  
MEDICAL**

# Оглавление

Предисловие .....	6
Список сокращений .....	7
<b>Глава 1. Нормальная анатомия и физиология сердца .....</b>	<b>8</b>
Нормальная анатомия средостения и сердца .....	8
Строение грудной клетки .....	8
Строение сердца .....	10
Нормальная физиология сердца .....	19
<b>Глава 2. Стандартные эхокардиографические     доступы и позиции .....</b>	<b>21</b>
Стандартные эхокардиографические доступы и позиции .....	22
<b>Глава 3. Допплерэхокардиография в норме .....</b>	<b>32</b>
<b>Глава 4. Стандартные эхокардиографические     измерения и нормативы.     Расчеты для оценки функции желудочков .....</b>	<b>42</b>
Стандартные эхокардиографические измерения и нормативы ..	42
Расчеты для оценки функции желудочков .....	44
Оценка систолической функции левого и правого желудочков ...	44
Оценка диастолической функции левого и правого желудочков ...	53
<b>Глава 5. Тактика проведения эхокардиографического     исследования в оценке систолической     и диастолической функций левого и правого     желудочков. Типы нарушения     диастолической функции желудочков .....</b>	<b>61</b>
Тактика проведения эхокардиографического исследования в оценке систолической функции левого желудочка .....	61
Тактика проведения эхокардиографического исследования в оценке систолической функции правого желудочка .....	64
Тактика проведения эхокардиографического исследования в оценке диастолической функции левого и правого желудочков .....	66
Типы нарушения диастолической функции левого и правого желудочков .....	68

<b>Глава 6. Малые аномалии развития сердца.     Пролабирование клапанов сердца.     Особенности эхокардиографического     исследования у детей и подростков .....</b>	<b>69</b>
Малые аномалии развития сердца .....	69
Нормальные анатомические образования, часто принимаемые за патологические .....	72
Пролабирование клапанов сердца .....	75
Пролабирование митрального клапана .....	75
Пролабирование аортального клапана .....	79
Пролабирование трикуспидального клапана .....	82
Пролабирование клапана легочной артерии .....	84
Особенности эхокардиографии у детей и подростков .....	87
Стандартные измерения у детей и подростков .....	87
Причины функциональных шумов у детей .....	88
<b>Глава 7. Патология митрального клапана.     Митральная регургитация и митральный стеноз ...</b>	<b>89</b>
Митральная регургитация .....	89
Этиология .....	89
Гемодинамика при митральной регургитации .....	91
Технология проведения исследования .....	92
Митральный стеноз .....	95
Этиология .....	95
Гемодинамика при митральном стенозе .....	96
Технология проведения исследования .....	97
Способы оценки степени митрального стеноза .....	101
<b>Глава 8. Патология аортального клапана.     Аортальная регургитация и аортальный стеноз ...</b>	<b>104</b>
Аортальная регургитация .....	104
Этиология .....	104
Гемодинамика при аортальной регургитации .....	106
Технология проведения исследования .....	107
Аортальный стеноз .....	111
Этиология .....	111
Гемодинамика при аортальном стенозе .....	112

Технология проведения исследования .....	113	Эхокардиографические изменения у больных	
Расчет площади аортального отверстия и оценка степени		ишемической болезнью сердца .....	154
аортального стеноза .....	116	Осложнения инфаркта миокарда .....	156
<b>Глава 9. Патология трикуспидального клапана.</b>		<b>Глава 13. Кардиомиопатии .....</b>	<b>160</b>
<b>Трикуспидальная регургитация</b>		Дилатационные кардиомиопатии .....	160
<b>и трикуспидальный стеноз .....</b>	<b>118</b>	Этиология приобретенных ДКМП .....	160
Трикуспидальная регургитация .....	118	Схема ДКМП .....	161
Этиология патологической трикуспидальной регургитации .....	118	Технология проведения исследования .....	161
Гемодинамика при трикуспидальной регургитации .....	120	Гипертрофические кардиомиопатии .....	162
Технология проведения исследования .....	121	Этиология и виды ГКМП .....	162
Трикуспидальный стеноз .....	124	Типы ГКМП .....	163
Этиология .....	124	Оценка изменения левого желудочка у больных с ГКМП .....	164
Гемодинамика при трикуспидальном стенозе .....	125	Необструктивная ГКМП .....	165
Технология проведения исследования .....	126	Обструктивная ГКМП или субаортальный стеноз .....	166
<b>Глава 10. Патология клапана легочной артерии.</b>		Гемодинамика при обструктивной ГКМП .....	166
<b>Легочная регургитация и стеноз клапана</b>		Технология проведения исследования .....	167
<b>легочной артерии .....</b>	<b>128</b>	Рестриктивные кардиомиопатии .....	169
Легочная регургитация .....	128	Гемодинамика при РКМП .....	169
Этиология патологической легочной регургитации .....	128	Технология проведения исследования .....	170
Гемодинамика при легочной регургитации .....	129	Вторичные изменения сердца .....	171
Технология проведения исследования .....	130	<b>Глава 14. Патология перикарда .....</b>	<b>181</b>
Стеноз клапана легочной артерии .....	133	Жидкость в полости перикарда .....	181
Этиология .....	133	Гемодинамика при перикардите .....	181
Гемодинамика при стенозе клапана легочной артерии .....	134	Технология проведения исследования и способы оценки	
Технология проведения исследования .....	135	количества жидкости в полости перикарда .....	182
<b>Глава 11. Легочная гипертензия .....</b>	<b>139</b>	Тампонада сердца .....	186
Этиология .....	139	Гемодинамика при тампонаде сердца .....	186
Гемодинамика при легочной гипертензии .....	140	Технология проведения исследования .....	187
Технология проведения исследования .....		Констриктивный перикардит .....	188
Признаки легочной гипертензии .....	141	Этиология .....	188
Способы расчета давления в легочной артерии .....	145	Гемодинамика при констриктивном перикардите .....	188
Способы расчета давления в правом предсердии .....	148	Технология проведения исследования .....	189
<b>Глава 12. Эхокардиографическое исследование</b>		Другая патология перикарда .....	190
<b>у больных ишемической болезнью сердца</b>		Структуры, которые ошибочно могут быть приняты	
<b>и ее осложнениями .....</b>	<b>150</b>	за жидкость в полости перикарда .....	191
Технология проведения исследования .....	150	Патология плевры. Исследование жидкости	
		в плевральных полостях .....	192
		Расчет количества жидкости в плевральных полостях .....	192

<b>Глава 15. Патология аорты</b> .....	<b>193</b>	Возможности эхокардиографии в оценке функции протезированных клапанов сердца .....	239
Болезни аорты .....	193	Эхокардиографические особенности протезированных клапанов сердца в различных позициях .....	243
Технология проведения исследования .....	195	Осложнения при протезировании клапанов сердца и возможности эхокардиографии в их диагностике .....	245
Классификация патологии аорты .....	197	Варианты неклапанных протезов .....	247
Классификации отслойки интимы аорты .....	200	<b>Глава 18. Врожденные пороки сердца у взрослых</b> .....	<b>248</b>
Эхокардиографические признаки отслойки интимы аорты .....	201	Частые врожденные пороки сердца у взрослых .....	249
Эхокардиографическая дифференциальная диагностика отслойки интимы аорты .....	202	Пороки с шунтированием крови .....	249
<b>Глава 16. Объемные образования сердца и средостения</b> .....	<b>203</b>	Клапанные врожденные пороки сердца .....	253
Объемные образования сердца .....	203	Надклапанные и подклапанные стенозы .....	255
Тромбы .....	203	Редкие врожденные пороки сердца у взрослых .....	258
Кальцинаты больших размеров .....	211	Пороки развития коронарных артерий .....	263
Опухоли сердца .....	212	<b>Глава 19. Дифференциальная диагностика в эхокардиографии</b> .....	<b>265</b>
Объемные образования перикарда .....	216	Дифференциальная диагностика при дилатации камер сердца .....	265
Объемные образования средостения .....	217	Дифференциальная диагностика при дилатации правых камер сердца .....	265
Миражи исследования .....	221	Дифференциальная диагностика при дилатации левых камер сердца .....	273
Эхокардиография в диагностике инфекционного эндокардита и его осложнений .....	222	Дифференциальная диагностика при дилатации ствола и ветвей легочной артерии .....	276
Этиология инфекционного эндокардита .....	222	Дифференциальная диагностика при дилатации аорты в грудном восходящем отделе .....	277
Клинико-диагностические критерии инфекционного эндокардита .....	223	Дифференциальная диагностика при гипертрофии стенок желудочков .....	278
Классификации инфекционного эндокардита .....	224	Дифференциальная диагностика при гипертрофии стенки правого желудочка .....	278
Особенности поражения клапанного аппарата при инфекционном эндокардите — по току крови .....	224	Дифференциальная диагностика при гипертрофии стенки левого желудочка .....	279
Возможности эхокардиографии при инфекционном эндокардите .....	225	Дифференциальная диагностика при наличии патологической клапанной регургитации .....	281
Осложнения инфекционного эндокардита, диагностируемые с помощью эхокардиографии .....	228	Патологическая митральная регургитация (>I степени) .....	281
Дифференциальная диагностика инфекционного эндокардита .....	234	Патологическая аортальная регургитация (от I степени) .....	283
Алгоритм ультразвуковой диагностики инфекционного эндокардита .....	235	Патологическая трикуспидальная регургитация (>II степени) .....	284
Алгоритм тактики ведения больного на основании данных УЗИ сердца при инфекционном эндокардите и его осложнениях .....	236	Патологическая легочная регургитация (>II степени) .....	285
<b>Глава 17. Протезированные клапаны сердца и другие виды протезов</b> .....	<b>237</b>		
Варианты протезированных клапанов сердца .....	237		

# Предисловие

---

*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  
АО – аорта  
АР – аортальная регургитация  
АС – аортальный стеноз  
бр. АО – брюшной отдел аорты  
ВПВ – верхняя полая вена  
ГКМП – гипертрофическая кардиомиопатия  
ГЛЖ – гипертрофия левого желудочка  
ПЖ – гипертрофия правого желудочка  
ДЗЛК – давление заклинивания в легочной артерии  
ДКМП – дилатационная кардиомиопатия  
ДМЖП – дефект межжелудочковой перегородки  
ДМПП – дефект межпредсердной перегородки  
Ж – жидкость  
ЗМК – заднемедиальная комиссура  
ЗМПМ – заднемедиальная папиллярная мышца  
ЗСЛЖ – задняя стенка левого желудочка  
ЗСЛК – задняя створка легочного клапана  
ЗСМК – задняя створка митрального клапана  
ЗСт – задняя стенка  
ИМЛЖ – инфаркт миокарда левого желудочка  
ИМПЖ – инфаркт миокарда правого желудочка  
КС – коронарный синус  
ЛА – легочная артерия  
ЛВ – легочная вена  
ЛВЛА – левая ветвь легочной артерии  
ЛГ – легочная гипертензия  
ЛЖ – левый желудочек  
ЛК – легочный клапан (клапан легочной артерии)  
ЛКС – левая коронарная створка (аортального клапана)  
ЛП – левое предсердие  
ЛПА – левая подключичная артерия  
ЛР – легочная регургитация  
ЛС – легочный стеноз (стеноз клапана легочной артерии)

ЛСА – левая сонная артерия  
МЖП – межжелудочковая перегородка  
МК – митральный клапан  
МП – модераторный пучок  
МПП – межпредсердная перегородка  
МР – митральная регургитация  
МС – митральный стеноз  
НКС – некоронарная створка (аортального клапана)  
НПВ – нижняя полая вена  
ОАП – открытый артериальный проток  
ООО – открытое овальное окно  
ПВ – печеночная вена  
ПВЛА – правая ветвь легочной артерии  
ПГС – плечеголовной ствол  
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)  
ПСМК – передняя створка митрального клапана  
ПСт – передняя стенка  
РКМП – рестриктивная кардиомиопатия  
СС – септальная створка (трикуспидального клапана)  
ТК – трикуспидальный клапан  
ТР – трикуспидальная регургитация  
ТС – трикуспидальный стеноз  
ТЭЛА – тромбоэмболия легочной артерии  
ФВ – фракция выброса  
ФВЛЖ – фракция выброса левого желудочка

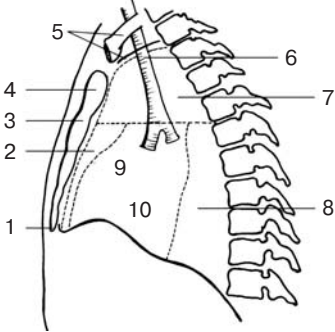
## Нормальная анатомия средостения и сердца

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 долевой 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	<p>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</p>
Заднее средостение	<p>Включает в себя грудную нисходящую аорту, бифуркацию трахеи, пищевод, вены <i>azigos</i> и <i>hemiazigos</i>, нервы и грудной лимфатический проток</p>
Левая и правая плевральные полости	<p>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</p>

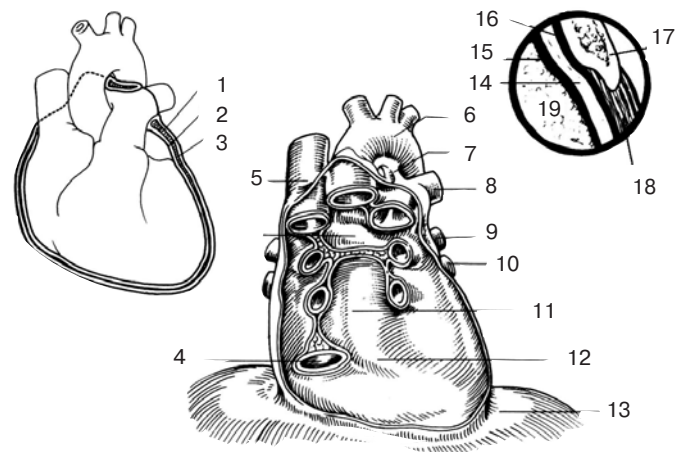
## Строение сердца

Строение камер сердца, магистральных сосудов и клапанного аппарата

Описание, схема

Перикард

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.



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

Строение камер сердца,  
магистральных сосудов  
и клапанного аппарата

Описание, схема

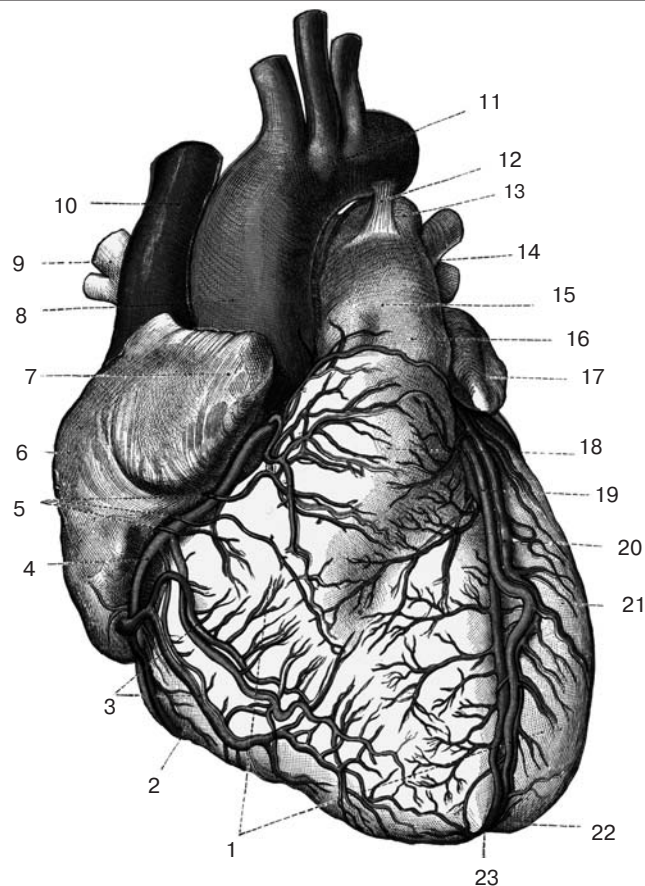
Строение сердца

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.

Вид сердца спереди.

Нормальная анатомия сердца  
(Толд К., 1913):

1 – за грудиной 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



Строение камер сердца, магистральных сосудов и клапанного аппарата

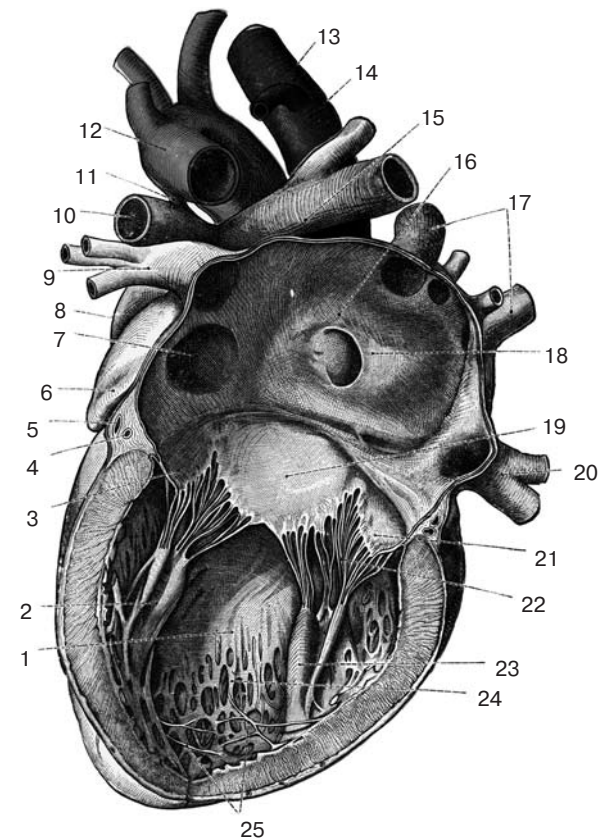
Описание, схема

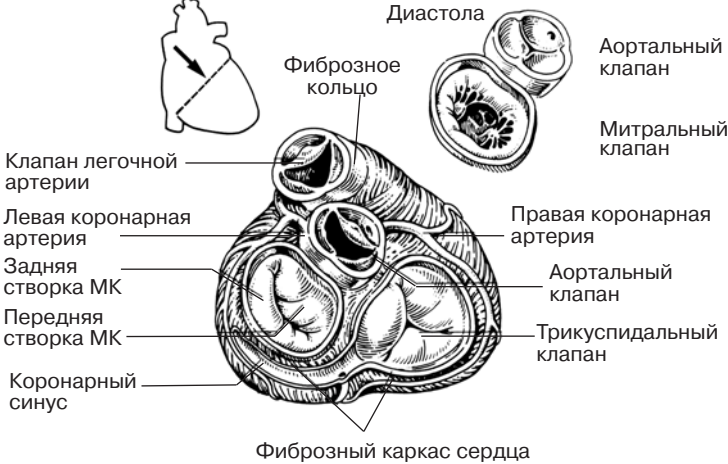
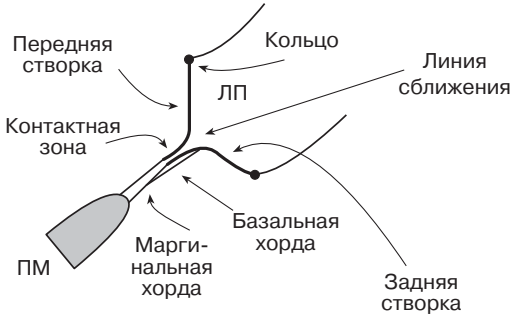
Строение  
левого предсердия

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.

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



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>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> 

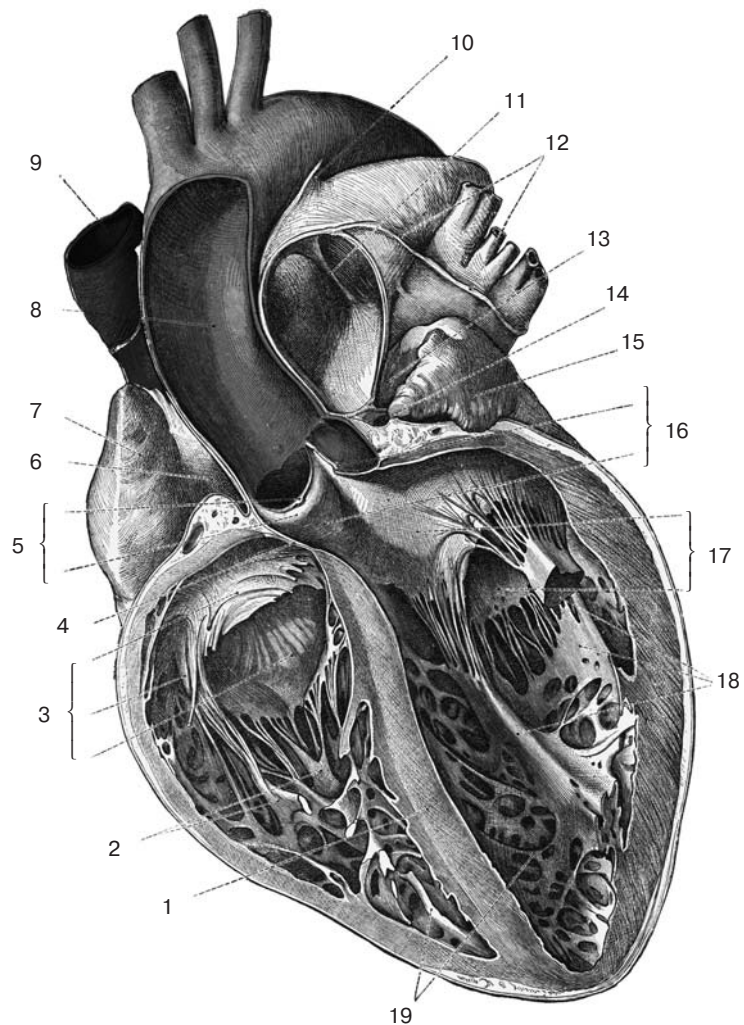
Строение камер сердца, магистральных сосудов и клапанного аппарата	Описание
Строение левого желудочка	<p>Левый желудочек имеет форму конуса. От правого желудочка он отделен межжелудочковой перегородкой, которая в норме служит стенкой левого желудочка, от левого предсердия – створками митрального клапана, 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 аорты 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 плечеголовный 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

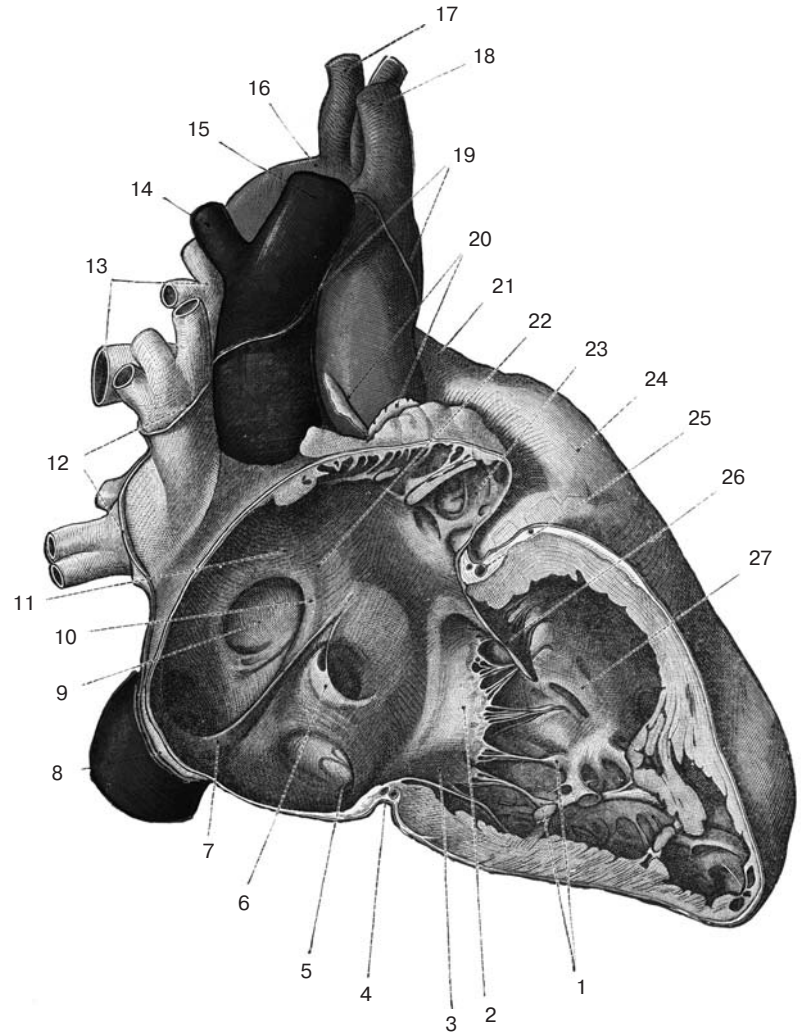


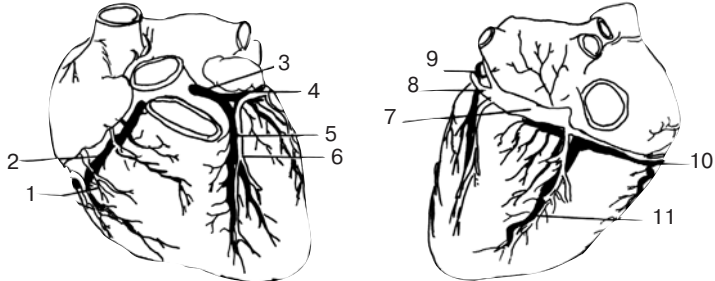
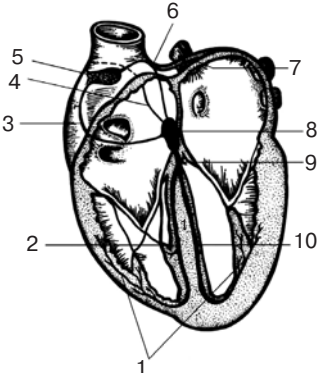
Строение камер сердца, магистральных сосудов и клапанного аппарата	Описание
Строение правого предсердия	<p>Правое предсердие отделено от левого межпредсердной перегородкой. В средней части межпредсердной перегородки имеется тонкая мембрана – овальная ямка, которая прикрыта складкой – овальной заслонкой.</p> <p>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 поллой 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
Кровоснабжение сердца	<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> 
Иннервация сердца	<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 сокращения 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

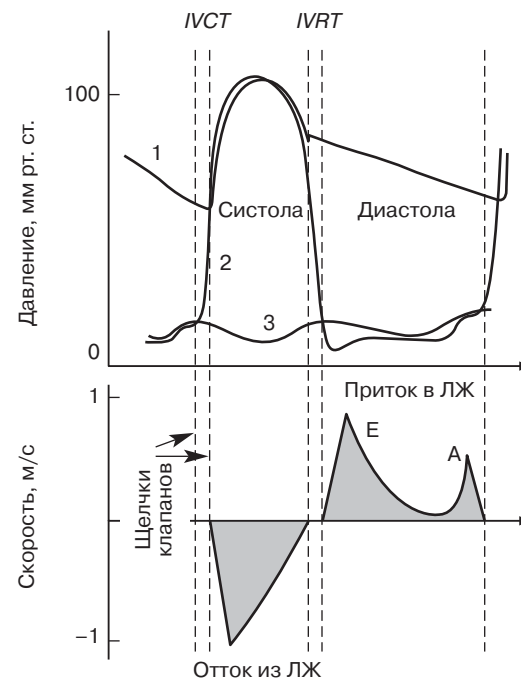
Описание	Схема
<p>Обогащенная кислородом артериальная кровь по четырем легочным венам поступает в левое предсердие, давление в нем растет и в начале диастолы составляет не более 14 мм рт. ст. Под давлением крови створки митрального клапана открываются, кровь устремляется в камеру с меньшим давлением — 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.</p> <p>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.</p> <p>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.</p> <p>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</p>	<p>The diagrams illustrate the pressure changes in the heart during diastole (S) and systole (D). In diastole (S), the pressures are: LA (28), PЖ (30), ЛЖ (120), and АО (115). In systole (D), the pressures are: LA (14), PЖ (5), ЛЖ (12), and АО (80). The diagrams also show the flow of blood between the chambers and vessels.</p>

## 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 правом желудочке, 3 — давление в левом предсердии