

# ОГЛАВЛЕНИЕ

Коллектив авторов . . . . .	6
Список сокращений и условных обозначений . . . . .	8
Предисловие . . . . .	11

## РАЗДЕЛ I ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ У ВЗРОСЛЫХ

<b>Глава 1. Электрокардиография . . . . .</b>	<b>15</b>
История электрокардиографии . . . . .	15
Проводящая система сердца . . . . .	26
Происхождение электрокардиограммы и методы ее регистрации . . . . .	35
Векторная (дипольная) теория происхождения электрокардиограммы. . . . .	42
Понятие об электрической оси сердца. . . . .	45
Механизм образования элементов электрокардиограммы. . . . .	46
Принцип подключения электрокардиографа и снятие электрокардиограммы. . . . .	53
Электрокардиографические отведения . . . . .	57
Дополнительные электрокардиографические исследования. . . . .	72
Функциональные (нагрузочные) пробы . . . . .	76
Метод ECGI . . . . .	78
Характеристика нормальной электрокардиограммы . . . . .	79
Варианты положения электрической оси сердца и связанные с ними изменения конфигурации электрокардиограммы. . . . .	105
Анализ электрокардиограммы и электрокардиографическое заключение . . . . .	123
Электрокардиограмма при гипертрофии различных отделов сердца. . . . .	127
Электрокардиограмма при нарушениях сердечного ритма и проводимости . . . . .	162
Электрокардиограмма при коронарной недостаточности . . . . .	272
Электрокардиограмма при некоторых синдромах. . . . .	307
Холтеровское мониторирование электрокардиограммы . . . . .	322
Проба с дозированной физической нагрузкой. . . . .	324
<b>Глава 2. Фонокардиография. . . . .</b>	<b>327</b>
Методика регистрации фонокардиограммы. . . . .	328
Характеристика нормальной фонокардиограммы. . . . .	330
Классификация шумов сердца . . . . .	333
Фонокардиограмма при приобретенном пороке сердца — стенозе митрального отверстия. . . . .	336
<b>Глава 3. Эхокардиография . . . . .</b>	<b>339</b>
Физические основы ультразвукового исследования. . . . .	340
Методика проведения эхокардиографии. . . . .	351
Доплерэхокардиография . . . . .	369

Оценка функций желудочков сердца . . . . .	378
Патологические изменения митрального клапана . . . . .	386
Ишемическая болезнь сердца . . . . .	394
Стресс-эхокардиография . . . . .	399
Протокол эхокардиографического заключения . . . . .	403
Современные режимы эхокардиографии . . . . .	406
<b>Глава 4.</b> Суточное мониторирование артериального давления . . . . .	412
Измерение артериального давления по методу Короткова . . . . .	412
Методика проведения суточного мониторирования артериального давления . . . . .	413
Оценка результатов суточного мониторирования артериального давления . . . . .	424
Прогностическое значение суточного мониторирования артериального давления . . . . .	425
<b>РАЗДЕЛ II</b>	
<b>ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ</b>	
<b>СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ У ДЕТЕЙ</b>	
<b>Глава 5.</b> Особенности электрокардиографии в детском возрасте . . . . .	431
Особенности методики проведения электрокардиографии у детей . . . . .	431
Особенности анатомии и физиологии сердечно-сосудистой системы у детей . . . . .	432
Возрастная динамика показателей электрокардиограммы в детском возрасте . . . . .	433
Особенности электрокардиограммы при различной патологии . . . . .	442
<b>Глава 6.</b> Суточное мониторирование артериального давления у детей . . . . .	456
Показания к проведению суточного мониторирования артериального давления у детей и подростков . . . . .	457
Интерпретация результатов суточного мониторирования артериального давления . . . . .	458
<b>Глава 7.</b> Особенности эхокардиографии в детском возрасте . . . . .	460
Врожденные пороки сердца . . . . .	463
Тестовые задания . . . . .	468
Ответы на тестовые задания . . . . .	513
Список литературы . . . . .	519
Предметный указатель . . . . .	520

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Опыт предыдущих изданий учебников подобного рода показал, что студенты хорошо воспринимают изучение сложных вопросов электрокардиографии, изложенных с позиций векторной теории и представленных в простой, доступной форме без перегрузки текста излишней детализацией. В то же время достижения клинической электрокардиографии и экспериментальной электрофизиологии требуют разъяснения современных положений. Интерпретацией (расшифровкой) электрокардиограммы (ЭКГ) должен владеть врач любой специальности. Электрокардиография — ценный инструмент диагностики при условии, что оценку ЭКГ выполняют одновременно с тщательным сбором анамнеза, физикальным обследованием пациента, наблюдением за ним и изменениями результатов указанного исследования в динамике.

В связи с тем что эхокардиография (ЭхоКГ) — наиболее динамично развивающееся диагностическое исследование, а сведения о ней представлены преимущественно в специализированных монографиях или разрознены в отдельных публикациях, необходимо изложение ее основ с учетом собственного опыта работы в этой области. Данные, касающиеся мониторинга ЭКГ по Холтеру и артериального давления (АД), представленные в современной литературе, отличаются многообразием и отсутствием стандартизации, что затрудняет их интерпретацию даже опытному клиницисту. Порой это приводит лишь к накоплению фактов, «в которых исследователи часто тонут... не умея осветить их огнем мышления» (Василенко В.Х., 1972). Именно поэтому студентам необходимо иметь ясное представление обо всех методах исследования сердечно-сосудистой системы, востребованных практикой.

Учебное пособие составлено для студентов в соответствии с федеральными государственными образовательными стандартами высшего образования по специальностям «Лечебное дело» (31.05.01), «Педиатрия» (31.05.02), «Медико-профилактическое дело» (32.05.01) и рабочими программами по дисциплинам «Пропедевтика внутренних болезней» и «Госпитальная педиатрия».

Издание содержит современные знания об инструментальных методах диагностики заболеваний сердечно-сосудистой системы.

Учебное пособие направлено на формирование компетенций по дисциплине «Пропедевтика внутренних болезней»:

- ▶ для лечебного и педиатрического факультета:
  - общепрофессиональные компетенции (ОПК)-6 — готовность к ведению медицинской документации;
  - профессиональные компетенции (ПК)-5 — готовность к сбору и анализу жалоб<sup>1</sup> пациента, данных его анамнеза, результатов осмотра, лабораторных, инструментальных, патологоанатомических и иных исследований в целях распознавания состояния или установления факта наличия или отсутствия заболевания;
- ▶ для медико-профилактического факультета:
  - ОПК-1 — умение соблюдать моральные и правовые основы в профессиональной деятельности;
  - ОПК-2 — способность распространять знания о здоровом образе жизни, направленные на повышение санитарной культуры и профилактику заболеваний населения;
  - ОПК-5 — способность оценивать морфофункциональные, физиологические состояния и патологические процессы в организме человека для решения профессиональных задач;
  - ПК-4 — способность и готовность к разработке, организации и выполнению комплекса медико-профилактических мероприятий, направленных на улучшение здоровья и снижение заболеваемости различных контингентов населения.

Кроме того, издание способствует формированию компетенций по дисциплине «Госпитальная педиатрия» для педиатрического факультета:

- ▶ ОПК-2 — способность проводить и осуществлять контроль эффективности мероприятий по профилактике инфекционных и неинфекционных заболеваний у детей, формированию здорового образа жизни и санитарно-гигиеническому просвещению населения;
- ▶ ОПК-4 — способность применять медицинские изделия, предусмотренные порядком оказания медицинской помощи, а также проводить обследование пациента с целью установления диагноза;
- ▶ ОПК-5 — способность оценивать морфофункциональные, физиологические состояния и патологические процессы в организме человека для решения профессиональных задач.

Доктор медицинских наук,  
профессор кафедры пропедевтики внутренних болезней  
им. профессора С.С. Зимницкого  
Казанского государственного медицинского университета,  
заслуженный деятель науки Республики Татарстан  
профессор *В.Н. Ослопов*

---

<sup>1</sup> Жалобы пациента — первая часть анамнеза.

## Глава 2

# ФОНОКАРДИОГРАФИЯ

Фонокардиография (от греч. *phone* — звук, голос) — метод исследования графической записи звуковых колебаний, возникающих в результате деятельности сердца. Собственно запись звуков сердца называют фонокардиограммой (ФКГ).

Впервые ФКГ была записана Эйнтховеном в 1894 г. с помощью ртутного капиллярного электрометра, который соединяли с угольным микрофоном. В руководстве для врачей и студентов «Основы клинической диагностики» под редакцией А.М. Левина и Д.Д. Плетнева (1928) метод фонокардиографии был описан так: «Принцип регистрации звуковых явлений сердца сводится к передаче на какую-нибудь перепонку (пластинка микрофона у Эйнтховена, желатиновая пленка у Ома, каучуковая мембрана у Франка, пленка из коллодия у Гергартца, мыльная пленка у Вейсса и Яхима) колебаний грудной стенки, вызванных сердечными тонами и шумами. Движения соответствующей перепонки регистрируют различным способом. У Эйнтховена звуковые колебания в микрофоне превращаются (как в телефоне) в таковые электрического тока. Последние с помощью струнного гальванометра Эйнтховена, так же как при ЭКГ, записывают фотографическим путем. У Ома, Франка и Гергартца колебания перепонки рычажками передают непосредственно маленькому зеркальцу; движения последнего при помощи отраженного им луча регистрируют фотографическим путем. Следует помнить, что **всеми этими способами регистрируют не собственно звуковые волны тонов и шумов сердца, а вызванные ими колебания грудной стенки**».

Реальное внедрение в клиническую практику фонокардиография получила лишь в 40-х гг. XX в. после начала применения усилительных фонокардиографов. Метод перестали использовать в XXI в.

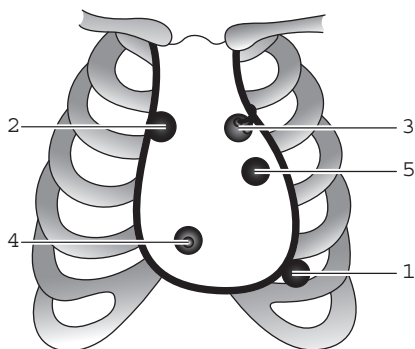
Несмотря на утверждения многих врачей, что фонокардиографический метод не дает большей информации, чем аускультация сердца, его возможности как дополнительного метода исследования неоспоримы. Он объективизирует данные о тонах и шумах сердца, позволяет регистрировать звуковые явления сердца (в частности, уточнять характеристику тонов и их местоположение в сердечном цикле) и количественно выражать их (рассчи-

тывать временные соотношения и некоторые показатели, изучать частотную характеристику). Кроме того, фонокардиография дает возможность наблюдать за динамикой изменений звуков сердца при патологических процессах, их лечении и хирургических вмешательствах на сердце. Вместе с тем следует отчетливо представлять, что результаты применения этого метода нельзя анализировать в отрыве от клинической картины заболевания. Следует признать, что в настоящее время в связи с широким распространением такого высокоинформативного неинвазивного метода визуализации сердца и внутрисердечных потоков крови, как ЭхоКГ с доплеровским исследованием, фонокардиографии в основном принадлежит роль инструмента, имеющего диагностическое значение для обучения студентов и позволяющего врачу усовершенствовать свое умение выслушивать сердце.

## МЕТОДИКА РЕГИСТРАЦИИ ФОНОКАРДИОГРАММЫ

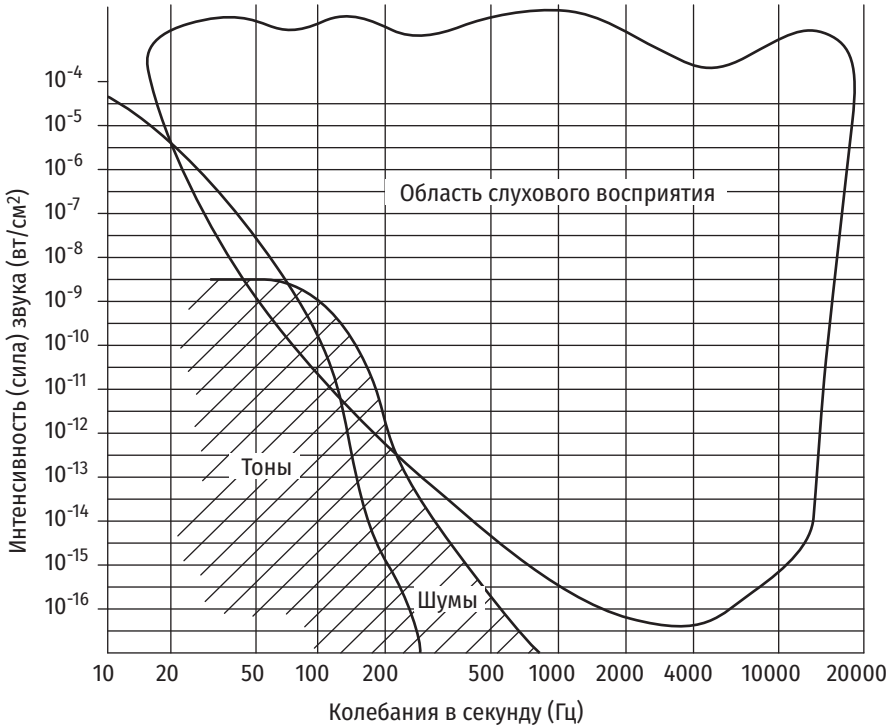
Для записи ФКГ необходима специальная комната, располагающаяся в отдалении от посторонних шумов и аппаратов, обладающих шумовыми и электромагнитными эффектами (моторы, рентгеновские и физиотерапевтические аппараты и др.). Температура в помещении должна быть оптимальной. Микрофон следует прикладывать к грудной клетке герметично. Желательно, чтобы фонокардиограф был снабжен приставкой для одновременного выслушивания записываемых звуков.

Регистрацию звуковых явлений принято производить в пяти классических точках аускультации сердца (рис. 2.1). Г.И. Кассирский считает, что запись нужно производить с тех точек, которые диктует индивидуальная необходимость.



**Рис. 2.1.** Стандартные точки записи фонокардиограммы: 1 — верхушка сердца; 2 — аорта; 3 — легочная артерия; 4 — трехстворчатый клапан; 5 — точка Боткина-Эрба

С помощью современных фонокардиографов можно избирательно записывать звуки, имеющие различные частотные характеристики. Напомним, что спектр звуков сердца расположен в диапазоне от 10 до 1000 Гц (1 Гц соответствует одному колебанию в секунду). Наибольшая часть звуковой энергии тонов сердца приходится на диапазон от 100 до 200 Гц. Шумы сердца часто дают более высокочастотные колебания. Человеческое ухо способно воспринимать колебания от 20 до 20 тыс. Гц, но низкочас-



**Рис. 2.2.** Область тонов и шумов сердца в сопоставлении с областью слухового восприятия врача (по Кобленц-Мишке А.И.)

тотные звуки от 2 до 50 Гц воспринимаются с трудом<sup>1</sup>. Таким образом, большинство звуков, производимых работающим сердцем, находится вне зоны максимальной чувствительности акустического аппарата человека (рис. 2.2).

Фонокардиограф выгодно отличается от человеческого уха тем, что в нем предусмотрено несколько каналов записи, позволяющих путем введения электрических фильтров выделять звуки только необходимой частоты. Таким образом, возникает возможность проводить избирательную запись звуков с необходимой частотной характеристикой.

Обычно в фонокардиографе есть пять звуковых каналов с фильтрами, позволяющими выделять звуки разной частоты:

<sup>1</sup> Стетоскоп с мембраной (фонендоскоп) лучше проводит (то есть позволяет выслушать) высокочастотные звуки (более 200 Гц), а воронкообразный стетоскоп (без мембраны) — низкочастотные (35–200 Гц).

- ▶ аускультативный (А), широкополосный, позволяющий записывать звуки сердца приблизительно так, как их воспринимает человеческое ухо (на этом канале подавляют низкочастотные колебания до 35 Гц и подчеркивают высокочастотные);
- ▶ низкочастотный (Н), позволяющий записывать звуки с частотой около 35 Гц;
- ▶ первый среднечастотный (С<sub>1</sub>), позволяющий записывать звуки с частотой от 35 до 70 Гц;
- ▶ второй среднечастотный (С<sub>2</sub>), позволяющий записывать звуки с частотой от 70 до 140 Гц;
- ▶ высокочастотный, записывающий звуки преимущественно частотой выше 140 Гц (максимум — около 250 Гц).

## ХАРАКТЕРИСТИКА НОРМАЛЬНОЙ ФОНОКАРДИОГРАММЫ

Нормальная ФКГ (рис. 2.3, 2.4) состоит из двух обязательно регистрируемых I и II тонов сердца, а также III и IV, определяемых при аускультации и непостоянно записывающихся, а нередко и неслышимых.

**I тон** регистрируют в начале систолы, в связи с чем его называют систолическим. При синхронной записи ФКГ и ЭКГ он приблизительно совпадает с зубцом *S* на ЭКГ.

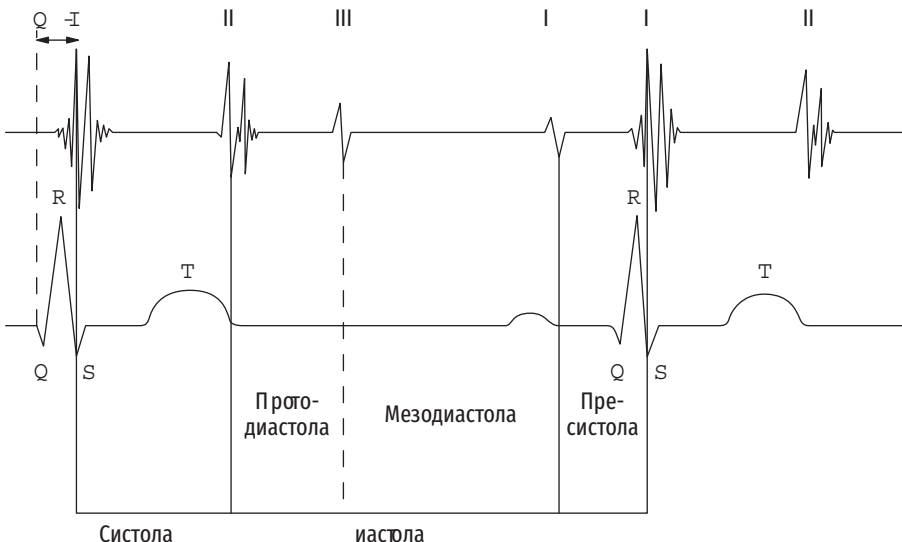
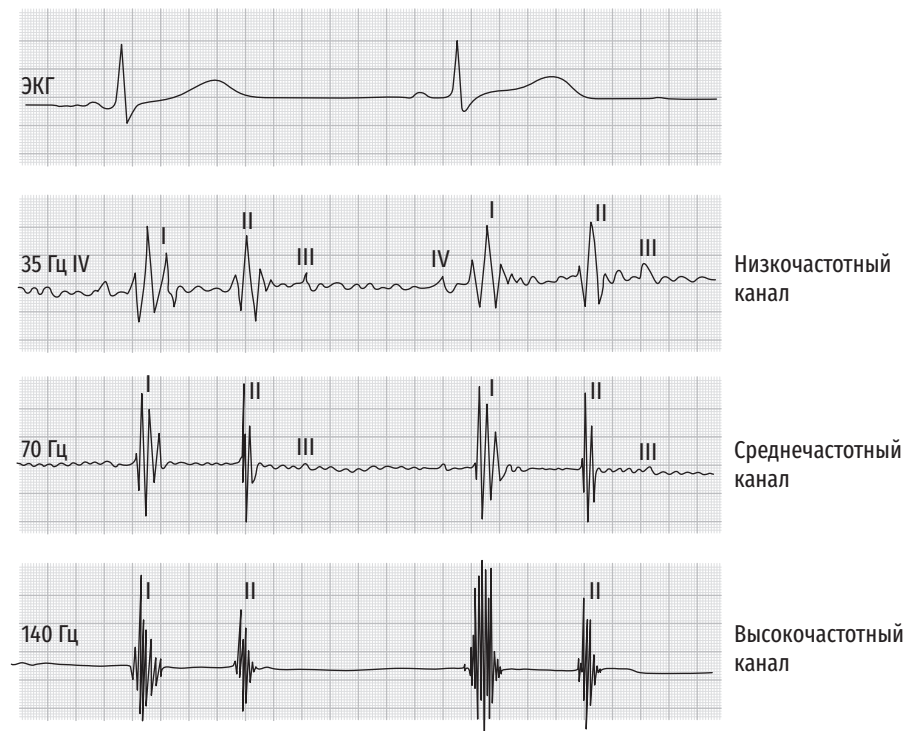


Рис. 2.3. Схема нормальной фонокардиограммы



**Рис. 2.4.** Нормальная фонокардиограмма

**II тон** регистрируют в начале диастолы и называют диастолическим (за ним следует длинная пауза — диастола). На ФКГ он приблизительно совпадает с окончанием зубца *T* ЭКГ.

**III тон** называют тоном диастолического наполнения желудочков, а также желудочковым или протодиастолическим. Его регистрируют не всегда. Это очень тихий звуковой феномен — он в 200 раз слабее II тона и слышится как его глухое «эхо». III тон низкочастотный, и его записывают в виде нескольких колебаний в первой трети диастолы, то есть в протодиастоле (через 0,12–0,19 с после II тона).

**IV тон** сердца регистрируют в конце диастолы, то есть в пресистоле. Он совпадает с зубцом *P* ЭКГ. Его также называют предсердным, поздне-диастолическим или пресистолическим тоном.

## Основные интервалы фонокардиограммы

Тоны сердца четко связаны с фазами сердечной деятельности: систолой и диастолой желудочков.

Фазу аускультативной систолы желудочков измеряют от начала I до начала II тона. После окончания I тона в период изгнания крови из желудочков сердце сокращается бесшумно, очень небольшие колебания могут быть лишь на низкочастотном канале. Фазу аускультативной диастолы измеряют от начала II до начала I тона следующего сердечного цикла.

В клинической практике обе фазы сердечной деятельности — систолу и диастолу — принято подразделять на определенные отрезки или периоды. Это необходимо для понимания происхождения, дифференциальной диагностики дополнительных тонов и шумов сердца, а также обозначения их местонахождения в кардиальном звуковом ряду.

В систоле желудочков выделяют три неравные части (рис. 2.5):

- ▶ протосистолу — начальную часть систолы;
- ▶ мезосистолу — срединную часть;
- ▶ телесистолу — конечную часть.

Российские ученые фазу систолы желудочков традиционно делят на три равных физических отрезка по одной трети каждый (рис. 2.6).

Диастолу желудочков также подразделяют на три неравные части (см. рис. 2.5):

- ▶ протодиастолу (отрезок от II до III тона);
- ▶ мезодиастолу (от III до IV тона);
- ▶ пресистолу (от IV до I тона).

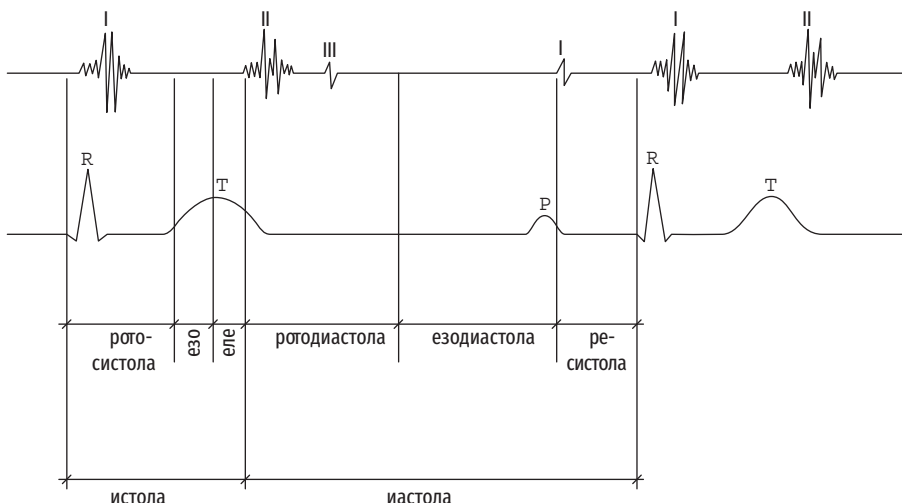
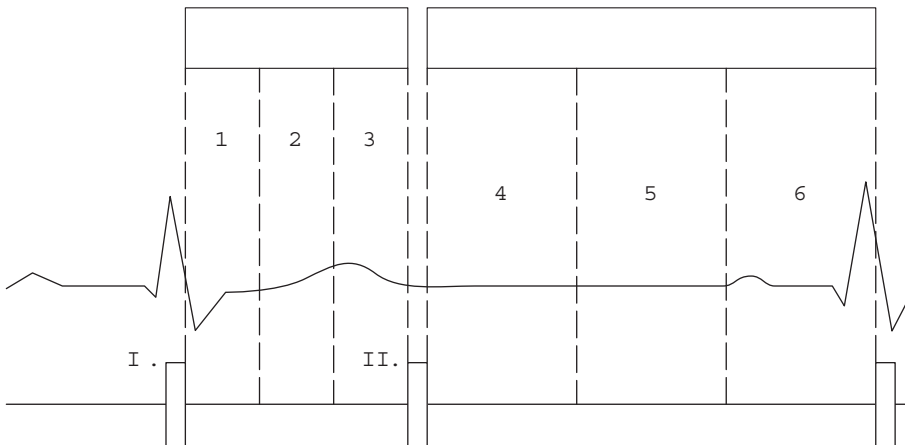


Рис. 2.5. Схема фаз систолы и диастолы по Шмидту-Фойгту



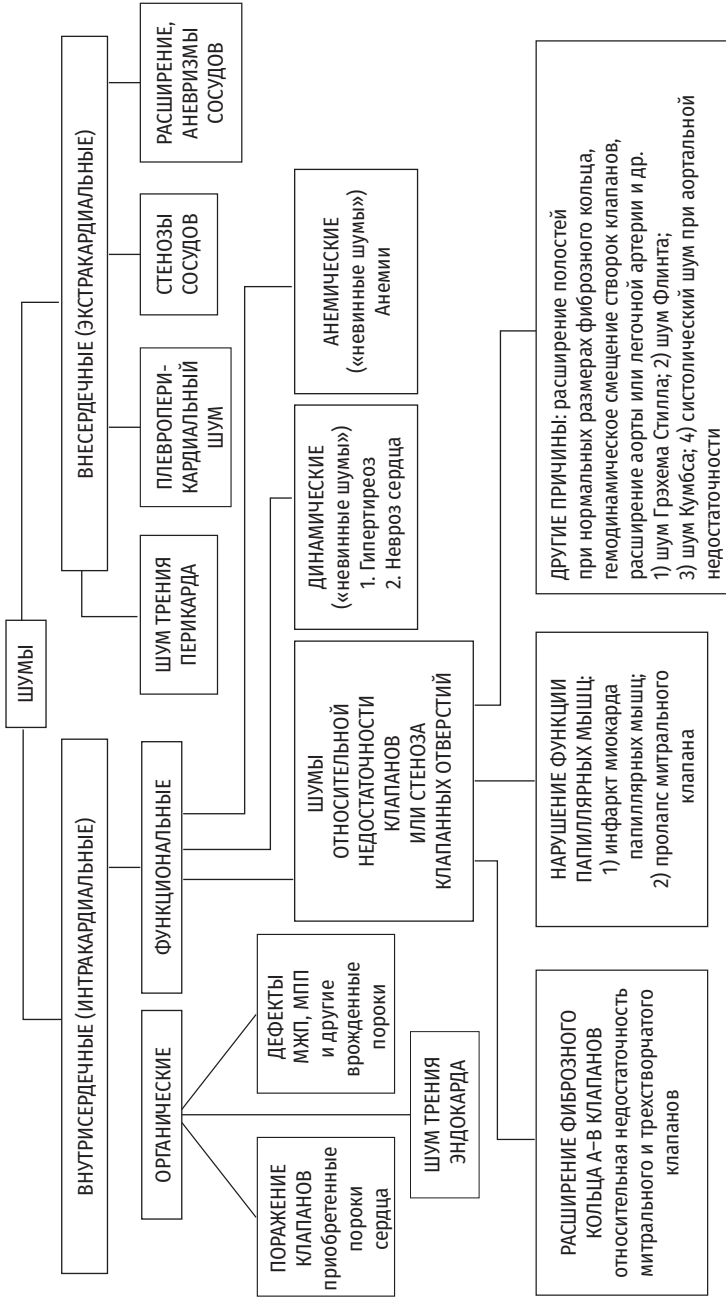
**Рис. 2.6.** Схема фаз систолы и диастолы (Ройтберг Г.Е., Струтынский А.В., 2007)

Ряд авторов делят диастолу на три равных временных отрезка. Подчеркивают, что такое деление сложилось исторически и не соответствует современным представлениям о фазах сердечного цикла, хотя очень удобно для характеристики шумов (Ройтберг Г.Е., Струтынский А.В., 2003).

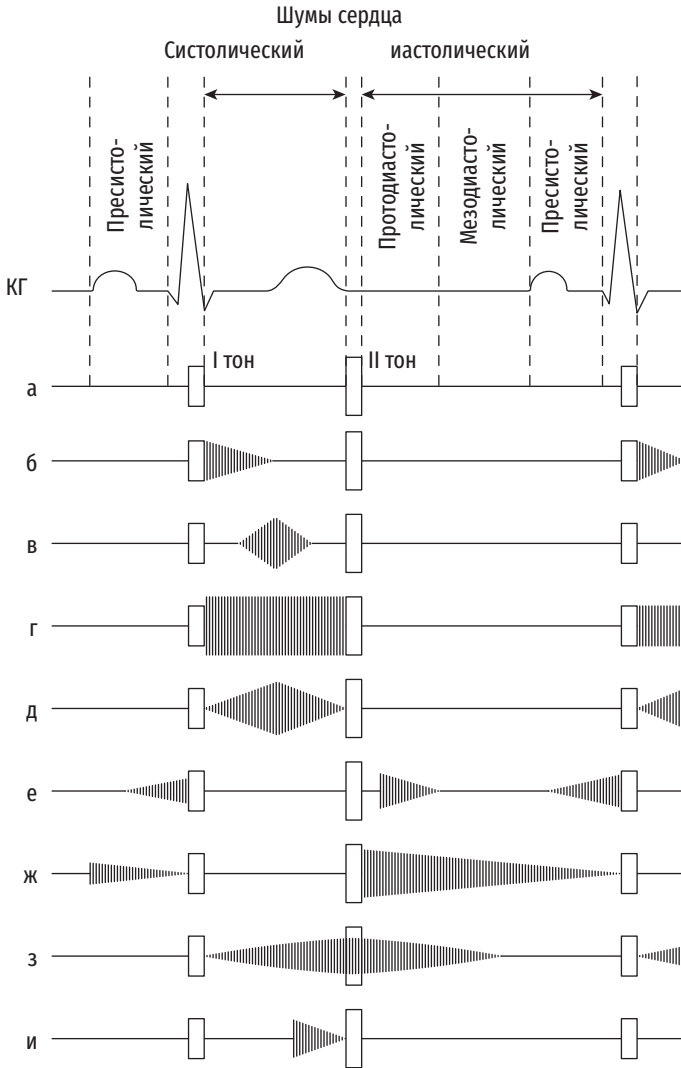
## КЛАССИФИКАЦИЯ ШУМОВ СЕРДЦА

Шумы (рис. 2.7, 2.8), слышимые над областью сердца, могут возникать либо внутри него (интракардиальные, или внутрисердечные, шумы), либо в связи с поражением окружающих тканей (экстракардиальные, или внесердечные, шумы). Внутрисердечные шумы, в свою очередь, делят на органические и функциональные. Такое деление условно, так как в широком смысле слова нарушения функции без каких-либо органических изменений не бывает, но в клиническом отношении это деление оправданно.

К органическим относят только шумы, возникающие вследствие истинного, грубого, органического поражения клапанов сердца, их створок, а также сердечных перегородок. Сравнительно недавно к органическим шумам, помимо клапанных, при которых органическое, то есть структурное поражение собственно клапана очевидно и манифестирует органическим шумом, относили и так называемые мышечные шумы. Они возникают в связи с расширением клапанного кольца в результате органического поражения мышцы сердца (например, при миокардитах), тогда как сами створки клапана при этом остаются интактными. В настоящее время эти мышечные шумы относят к функциональным, так как при восстановлении функции миокарда (например, после излечения миокардита) они исчезают.



**Рис. 2.7.** Классификация шумов сердца (Стругинский А.В. и др., 2004) с дополнениями. МЖП — межжелудочковая перегородка; МПП — межпредсердная перегородка; АВ-клапан — атриоventрикулярный клапан



**Рис. 2.8.** Форма и положение во времени шумов сердца (схема по Холльдаку и Вольфу с небольшими изменениями): а — положение I и II тонов; б — убывающий систолический шум, занимающий первую треть систолы; в — ромбовидный систолический шум; г — сплошной лентообразный систолический шум; д — веретенообразный систолический шум; е — поздний протодиастолический и нарастающий пресистолический шум (например, при митральном стенозе); ж — убывающий диастолический шум (например, при аортальной недостаточности); з — непрерывный систолодиастолический веретенообразный шум [например, при открытом артериальном (боталловом) протоке]; и — поздний систолический шум при пролапсе митрального клапана

## Функциональные шумы сердца

В физиологических условиях при аускультации и на ФКГ в большинстве случаев обнаруживают только тоны, но иногда возникают и шумы, не связанные с органическим поражением сердца и поэтому называемые функциональными. Они могут быть вызваны ускорением тока крови, изменением ее вязкости или нарушением тонуса мышц (особенно папиллярных). Такие условия часто возникают в норме у детей и подростков, а также при тиреотоксикозе, анемии, неврозах и др.

В практической деятельности часто приходится решать вопросы дифференциальной диагностики функциональных и органических шумов.

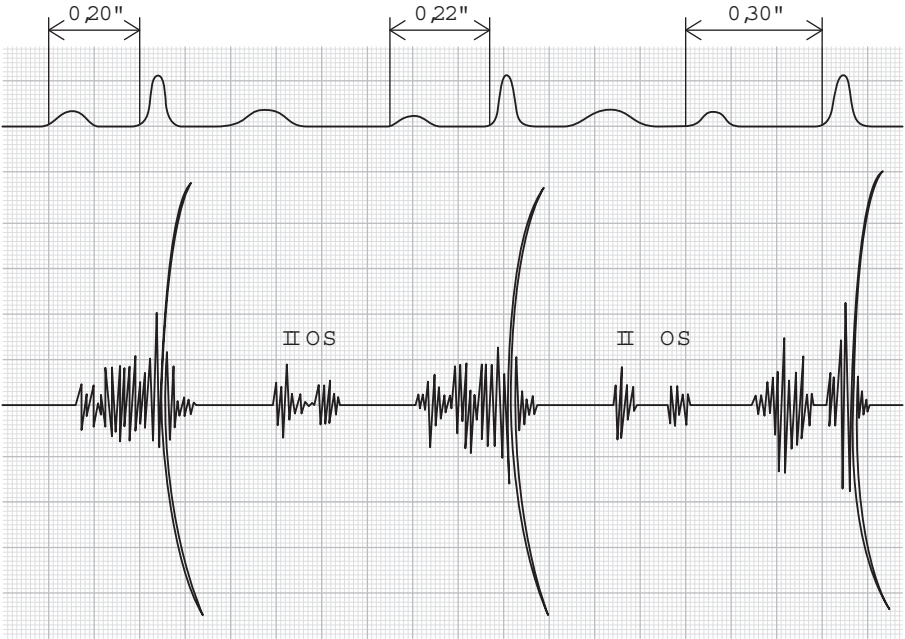
## ФОНОКАРДИОГРАММА ПРИ ПРИОБРЕТЕННОМ ПОРОКЕ СЕРДЦА — СТЕНОЗЕ МИТРАЛЬНОГО ОТВЕРСТИЯ

Пороки сердца, как приобретенные, так и врожденные, вызывая нарушение внутрисердечной гемодинамики, сопровождаются возникновением шумов сердца, изменением тонов и некоторых интервалов. Приведем пример типичной ФКГ при распространенном пороке сердца — стенозе митрального отверстия (митральном стенозе).

Известно, что митральный стеноз в типичных случаях аускультативно выражается хлопающим I тоном, диастолическим шумом с пресистолическим усилением (или только пресистолическим шумом) на верхушке сердца, «ритмом перепела», а также акцентом и расщеплением II тона над легочной артерией (ЛА). На ФКГ (рис. 2.9) I тон имеет большую амплитуду (30–35 мм), особенно на аускультативном и высокочастотном каналах. Такое изменение его интенсивности и частоты при митральном стенозе, по мнению многих исследователей, зависит от нескольких факторов: образования хорошо звучащей мембраны вследствие сращения створок МК, недостаточного наполнения кровью ЛЖ и его более быстрого сокращения, что приводит к усилению вибрации клапана.

Важная особенность ФКГ при митральном стенозе — изменение времени возникновения I тона по отношению к зубцу Q синхронно записанной ЭКГ. Интервал Q—I тон, в норме составляющий 0,04–0,06 с, удлинится тем значительно, чем более выражен стеноз. Это объясняют не только изменением периода преобразования, но и повышением давления в ЛП, что создает препятствие закрытию МК.

II тон при митральном стенозе на ФКГ, записанной над ЛА, часто имеет большую амплитуду в результате повышения давления в малом круге кро-



**Рис. 2.9.** Фонокардиограмма при митральном стенозе: в первых двух сердечных циклах — нарастающий пресистолический шум; высокоамплитудный I, II тон, щелчок открытия митрального клапана [II тон-OS (от англ. opening snap — щелчок открытия) составляет 0,1 с]. В последнем цикле при удлинении интервала P-Q пресистолический шум становится по форме ромбовидным. На электрокардиограмме — периодика Самойлова-Венкебаха [фрагмент (материал доктора Сигала, г. Нижнекамск)]

вообращения. Кроме того, обычно он расщепляется. Расщепление или раздвоение II тона связано с тем, что перегруженный кровью ПЖ сокращается дольше и захлопывание клапана ЛА совершается позже клапана аорты.

Следующая особенность ФКГ при митральном стенозе — регистрация тона или, правильнее, щелчка открытия OS (от англ. opening snap — щелчок открытия) МК, который определяют на верхушке через 0,03–0,12 с после II тона на высокочастотном и аускультативном каналах. Этот феномен в норме отсутствует, так как предсердно-желудочковые клапаны открываются бесшумно. Его возникновение при митральном стенозе связано с тем, что МК в связи со сращением створок превращается в вибрирующую мембрану, издающую звук не только при закрытии, но и при открытии. Большое значение в определении степени стенозирования придают длительности интервала II тон–OS. Чем значительнее стеноз, тем он короче, так как вследствие более высокого давления в ЛП МК открывается

быстрее. Возникновение тона открытия МК и создает при аускультации верхушки сердца столь характерный для митрального стеноза «ритм перепела»: хлопающий I тон, II тон, щелчок открытия МК.

Одной из наиболее важных особенностей ФКГ при митральном стенозе считают существование диастолического шума с максимумом несколько кнутри от верхушки сердца, лучше всего регистрируемого на первом среднечастотном и аускультативном каналах. Чаще всего шум, обнаруживаемый только в пресистоле, имеет нарастающий характер, так как в это время ток крови в ЛЖ через узкое отверстие усиливается в результате начавшегося сокращения предсердия. При замедлении предсердно-желудочковой проводимости шум может приобретать ромбовидный характер, что свойственно шумам изгнания (см. **рис. 2.9**). Более значительный стеноз может манифестировать сплошным диастолическим шумом, начинающимся после щелчка открытия МК.