

Кора головного
мозга

Эффекты влияния:
Позитивный хронотропный
Позитивный инотропный
Позитивный батмотропный
Позитивный дромотропный

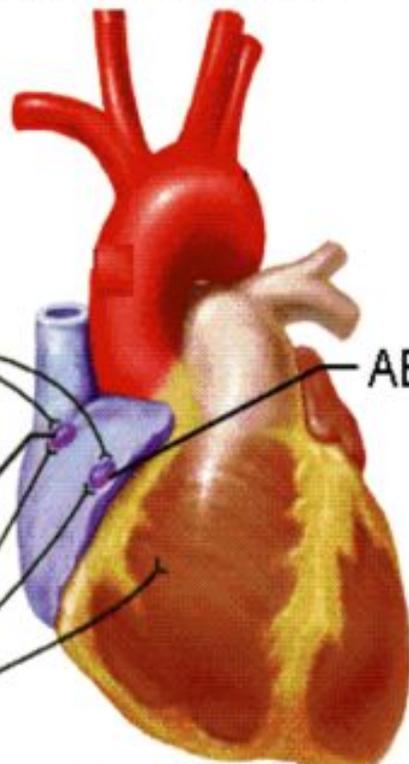
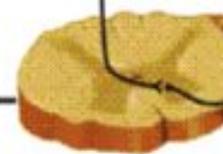
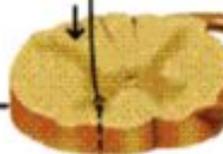
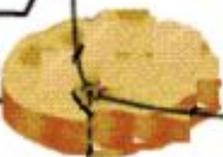
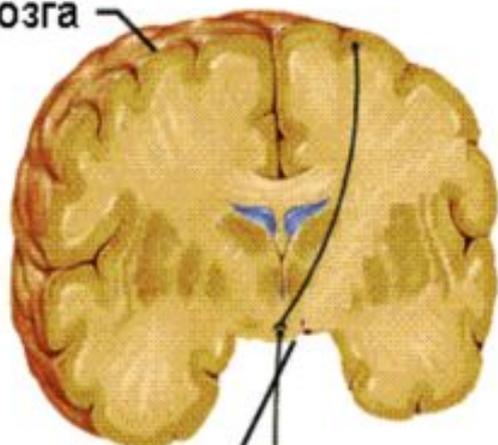
Гипоталамус
Продолговатый
мозг

Спинальный
мозг

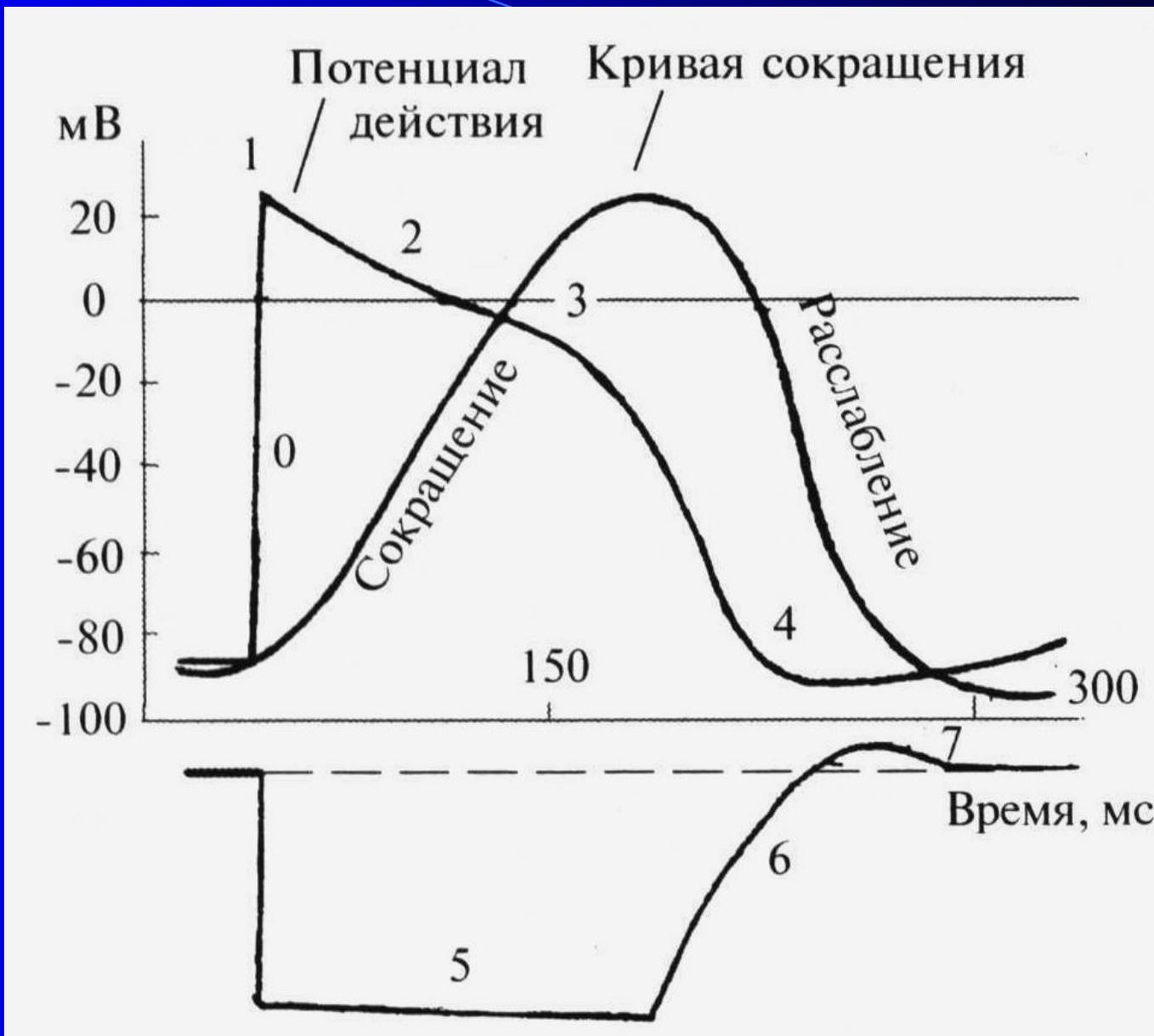
Блуждающий
нерв
СА-узел

АВ-узел

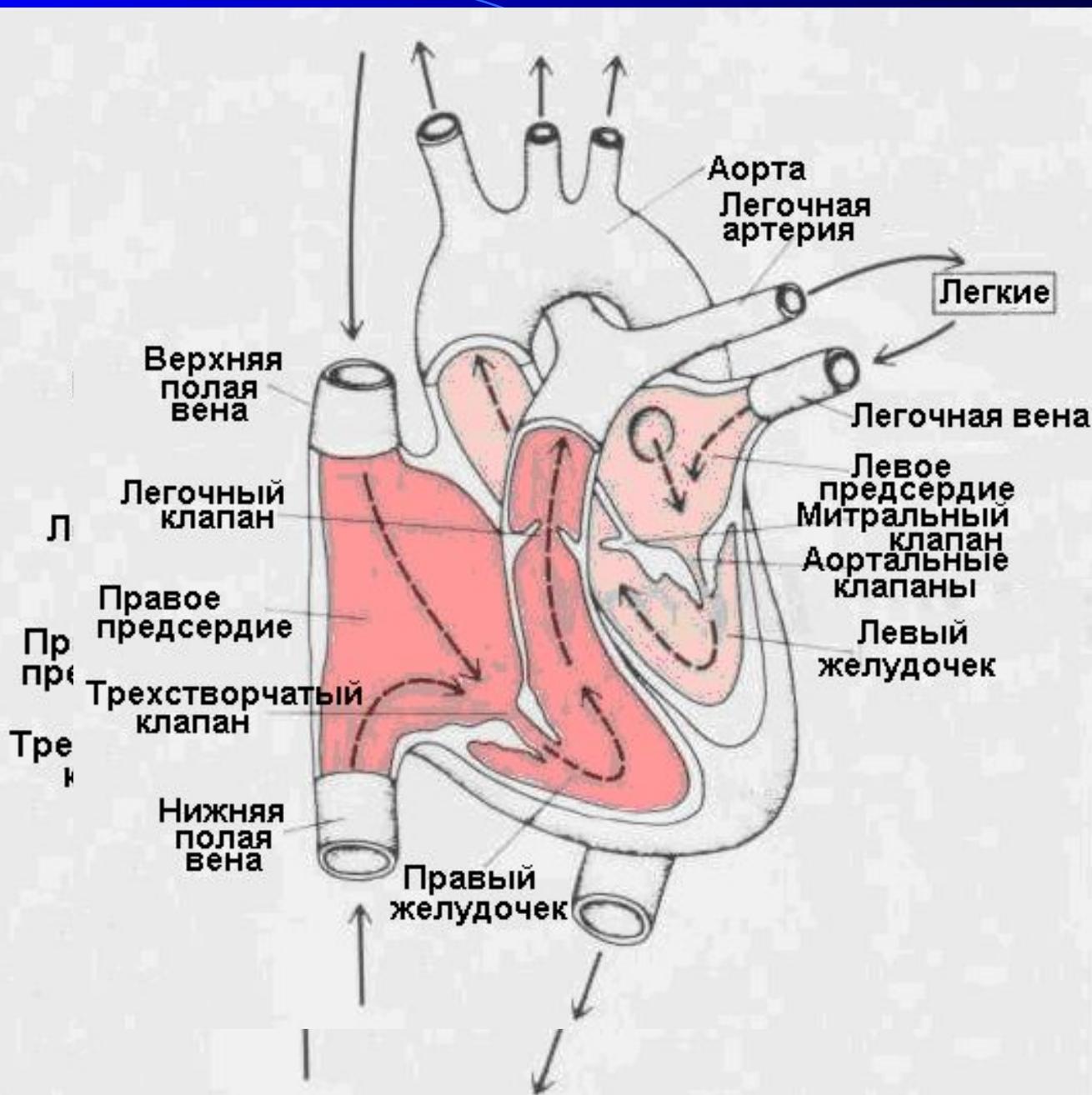
Симпатические сердечные нервы
превертебральные
симпатические ганглии



Возбудимость, сократимость, рефрактерность



Направление кровотока

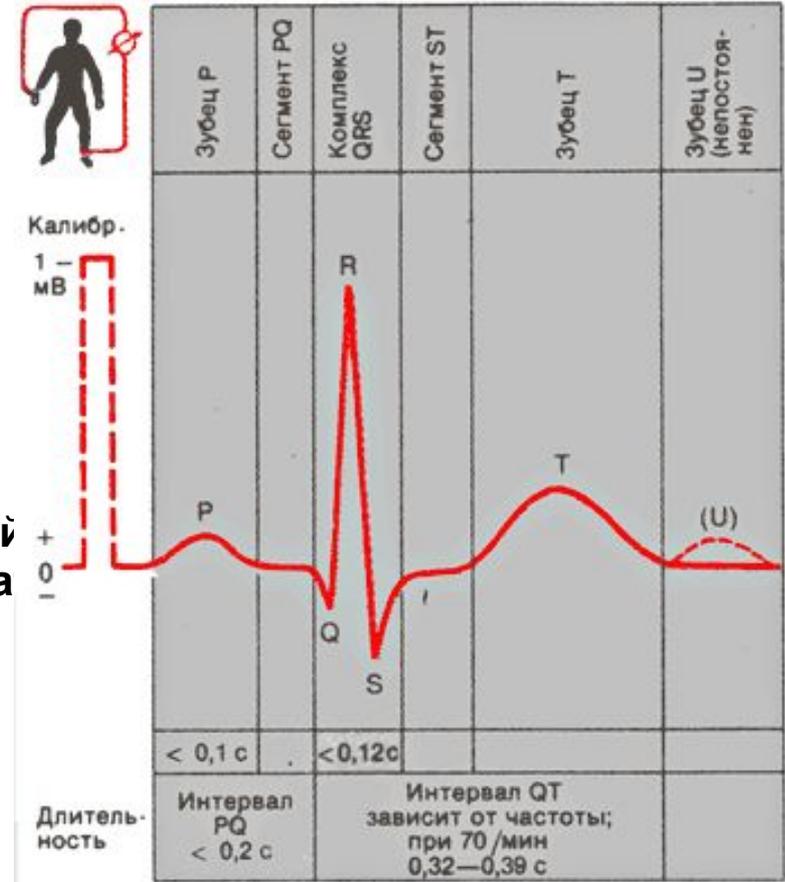


Электрокардиография

- *Электрокардиография* - запись изменения электрических потенциалов сердца позволяет получить представление о *возбудимости* и *проводимости миокарда*. При одновременном возбуждении огромного количества кардиомиоцитов возникает электрическое поле, которое передается даже на поверхность тела, откуда его, предварительно усилив, можно зарегистрировать.
- Расположенные на бесконечно малом расстоянии положи-тельные и отрицательные заряды составляют элементарную электродвижущую силу. ЭДС диполя - векторная величина.
-

1 ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАФИЯ

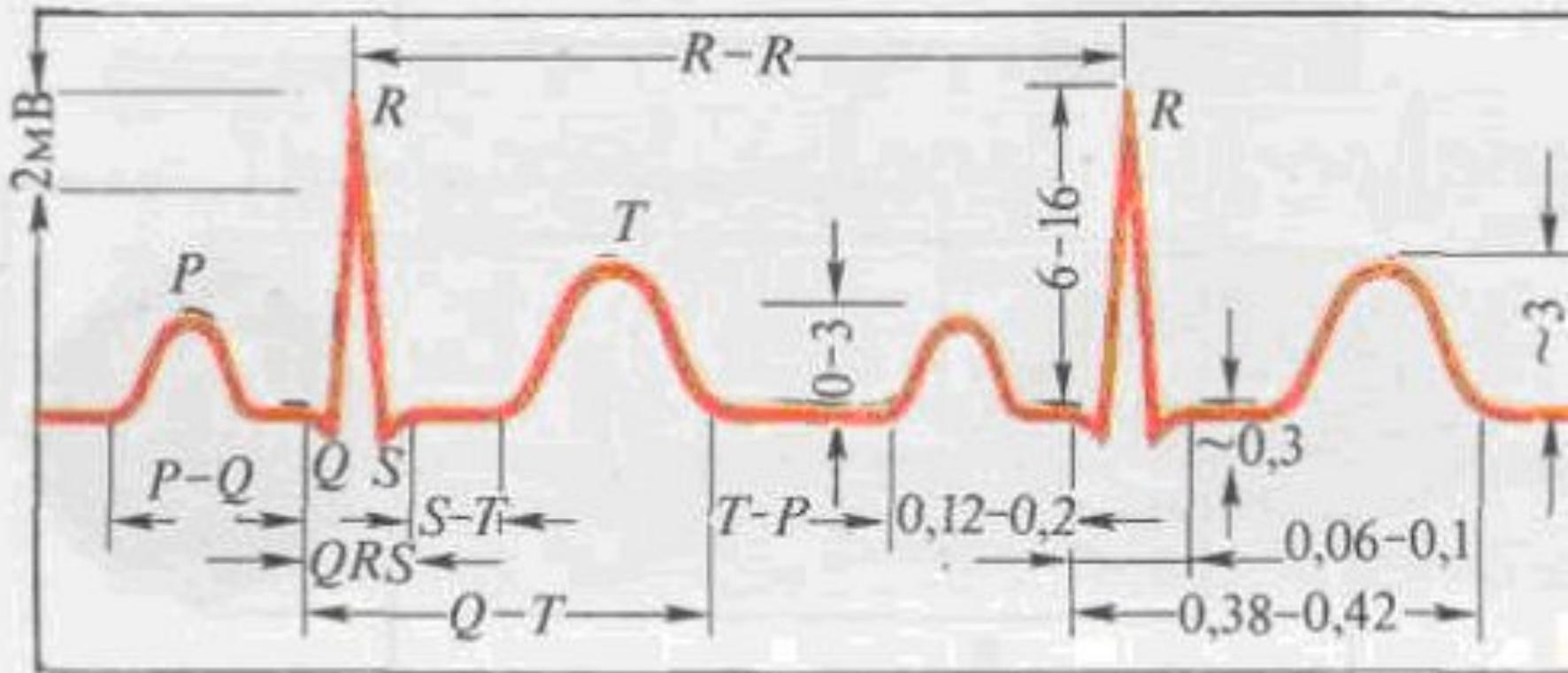
- Электрокардиограмма является суммарным отражением тех электрических процессов, которые возникают в сердце во время его работы. Она отражает возникновение и распространение возбуждения в сердце.
- На ЭКГ различают зубцы PQRST и интервалы PQ и ST
- Зубец P характеризует возбуждение предсердий и называется предсердным.
- Зубцы QRST характеризуют возбуждение желудочков и называются желудочковым комплексом
- Интервал PQ характеризует время перехода возбуждений с предсердий на желудочки и называется атриовентрикулярной задержкой
- Интервал ST показывает время полного охвата возбуждением желудочков сердца.
- Расстояние PP или RR на ЭКГ характеризует продолжительность сердечного цикла.
- Расстояние QT называется электрической систолой сердца.



След.

Амплитудные и временные характеристики ЭКГ II-стандартного отведения

Амплитуда зубцов ЭКГ, мВ



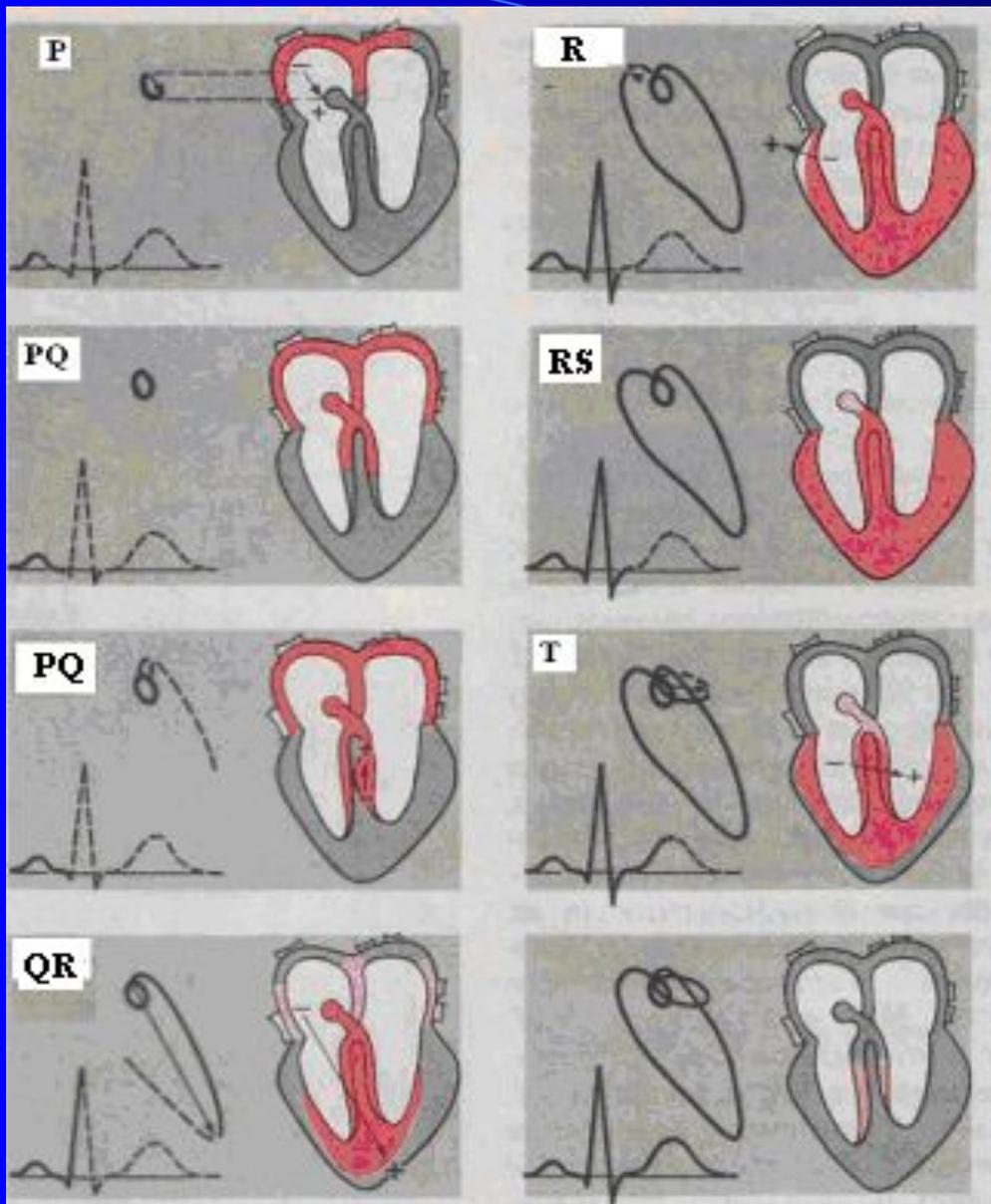
Временные интервалы между зубцами ЭКГ, с

Расшифровка ЭКГ

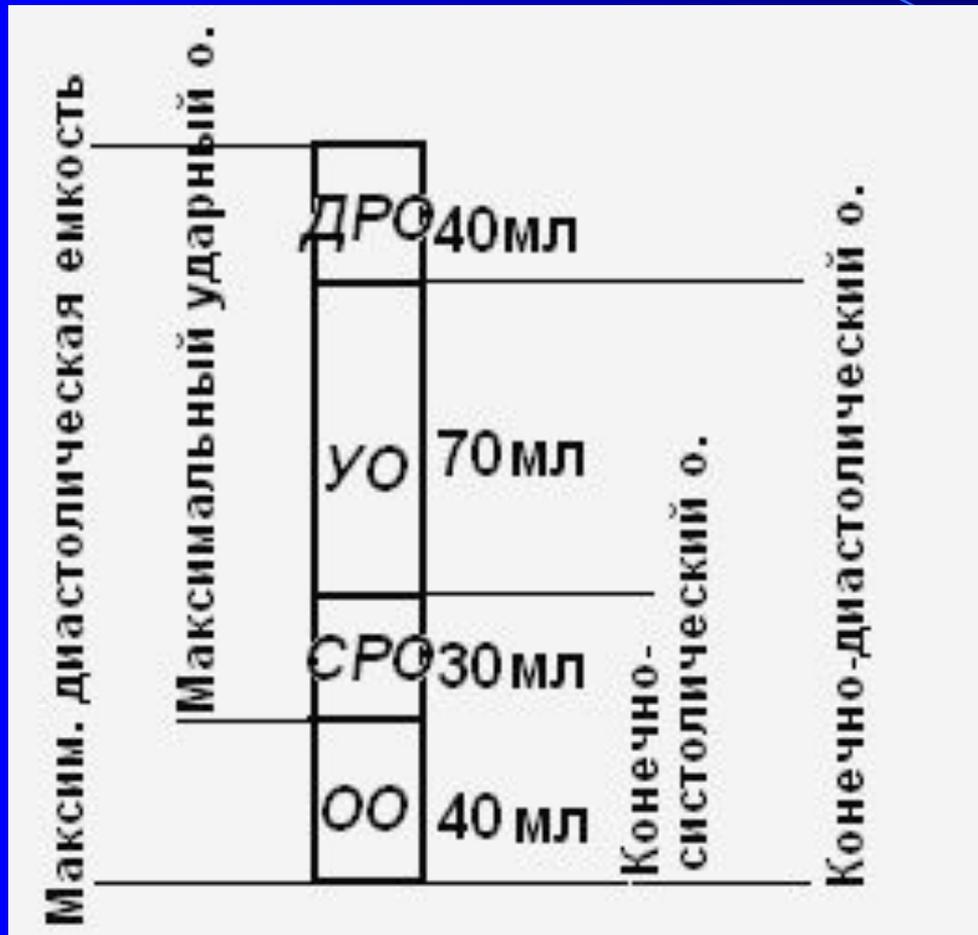
- Зубцы P, Q, R, S, T и интервалы: PQ, ST и соотношение их с распространением возбуждения по миокарду (окрашено в красный цвет).

Зубец P - возбуждение предсердий,
Интервал PQ – а/в задержка,
Зубец Q – возбуждение а/в узла, Гиса,
межжелудочковой перегородки.

Зубец R – возбуждение желудочков,
Зубец S – завершение возбуждения желудочков,
Интервал ST – желудочки возбуждены,
Зубец T – реполяризация желудочков.



Показатели работы сердца



- УО – ударный объем,
- ДРО – диастолический резервный объем,
- СРО – систолический резервный объем,
- ОО – остаточный объем,
- МОК – минутный объем,
- ЧСС – «пульс»
- $МОК = УО \times ЧСС$
- МОК в покое = 5 л
- $ЧСС_{\text{макс.}} = 220 - В$ (лет)
- $МОК_{\text{макс.}}$ До 25 л



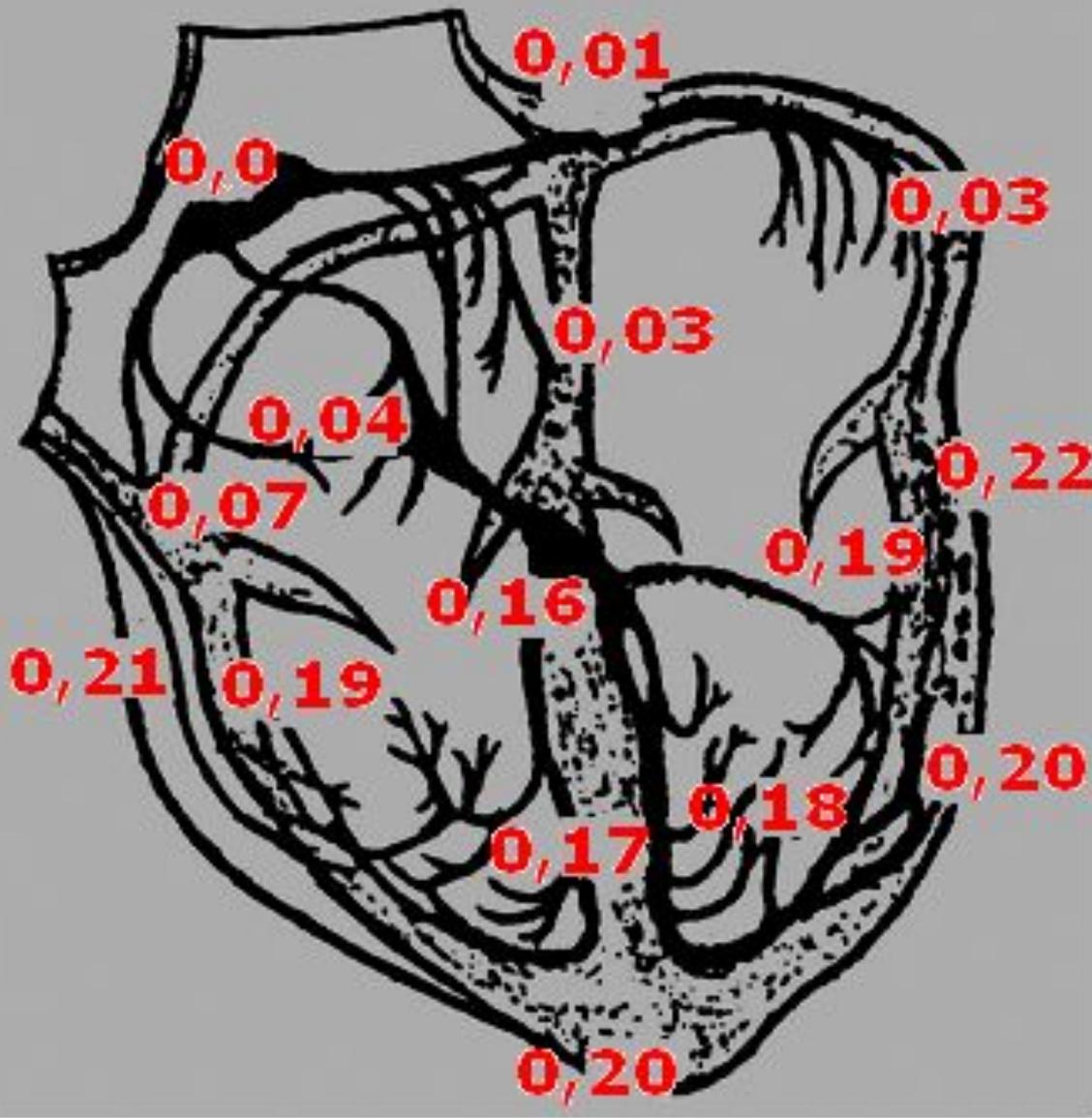
Сердечный цикл

- Циклически повторяемая смена состояний сокращения (систола) и расслабления (диастола) сердца именуется сердечным циклом.
- При частоте сокращений сердца (ЧСС) 75 в мин, продолжительность всего цикла около 0,8 с.

ИСХОДНОЕ ПОЛОЖЕНИЕ

Общая диастола предсердий и желудочков:

- все полости сердца заполнены кровью,
- давление крови в них и венах около 0 мм рт. ст.,
- двух- и трехстворчатые клапаны открыты,
- клапаны выхода из желудочков закрыты,
- давление крови:
 - в аорте – 80 мм рт. ст.,
 - легочной артерии – 12 мм рт. ст.



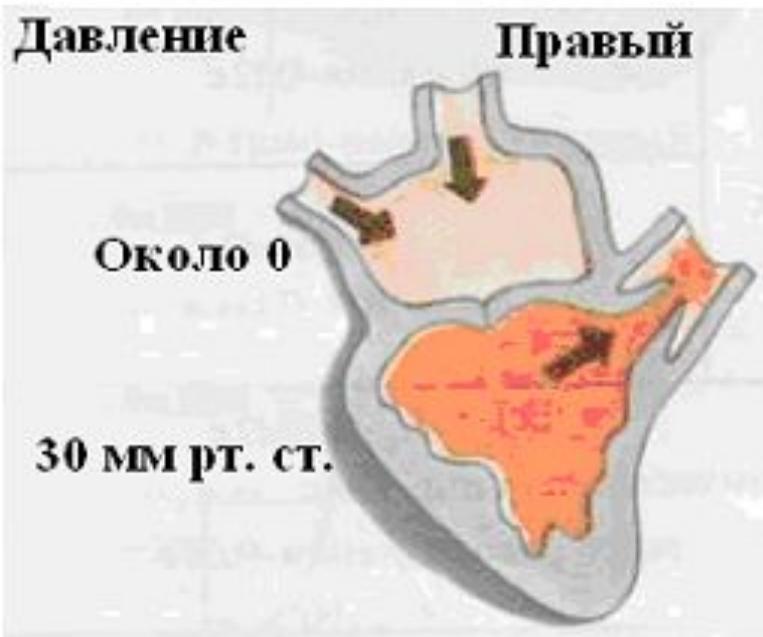
**Время
воникновения
возбуждения в
различных
структурах сердца
по отношению к
синусному узлу**

Систола предсердий



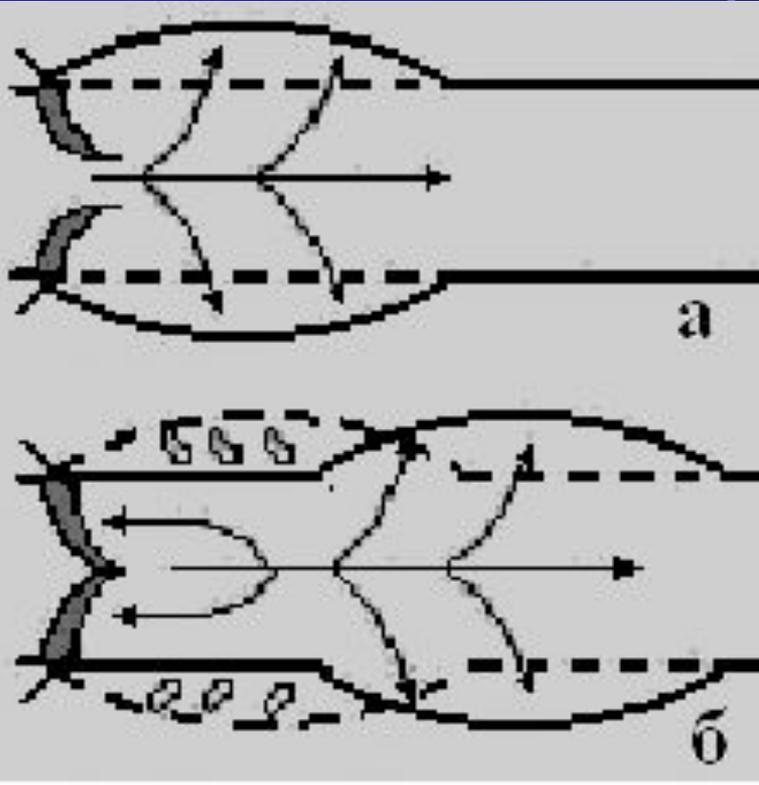
- Начинается с сокращения кольцевых мышц, перекрывающих выход в вены, образуя замкнутую полость «предсердия-желудочки» .
- Кровь из предсердий поступает в уже заполненные желудочки, несколько растягивает их, доводя объем крови в них до **110-140 мл** (*конечно-диастолический объём желудочков, КДО*).

Систола желудочков – продолжается 0,28-0,33 с



- **Первый период напряжения** - продолжается до тех пор пока не откроются полулунные клапаны.
Фазы асинхронного и изометрического сокращения - током крови захлопываются атриовентрикулярные клапаны
- **Второй период изгнания.**
- **Фаза быстрого** (0,12 с) изгнания крови. В сосудах давление 80 (12), а в желудочках 120 (30) – высокий его градиент (разность).
- **Фаза медленного** (0,13 с) изгнания крови: в сосудах давление растет и градиент его снижается.

Механизм закрытия аортальных клапанов



- Прекращение изгнания приводит к тому, что находящаяся в сосудах кровь обратным током захлопывает полулунные клапаны. Это состояние именуется *протодиастолическим интервалом* (0,04 с). Затем происходит спад напряжения - *изометрический период расслабления* (0,08 с).
- Лишь после этого желудочки под влиянием поступающей крови начинают расправляться.

Сердечный цикл и механизм присасывающего действия при смещении атриовентрикулярной перегородки в период систолы желудочка.

Наполнение предсердий

происходит главным образом пассивно притекающей по венам кровью. Но можно выделить и «активный» компонент, проявляющийся в связи с совпадением его диастолы с систолой желудочков. При сокращении последних плоскость атриовентрикулярной перегородки смещается по направлению к вершине сердца, что создает присасывающий эффект



Общая диастола

- После окончания систолы желудочка, когда обратным током крови захлопываются аортальные клапаны, (а в это время предсердия переполнены кровью) начинается его диастола (общая диастола).
- Желудочки расправляются притекающей кровью.
- Желудочки вначале заполняются быстро, а затем медленно, так как кровь в них поступает из вен и предсердий.
- К концу общей диастолы и предсердия, и желудочки заполнены кровью и давление в них около 0 мм рт. ст.

Общая диастола

- После закрытия аортального и легочного клапанов начинается общая диастола.
- К этому времени предсердия переполнены кровью (см. рисунок).
- Вначале желудочки наполняются быстро, так как кровь поступает из заполненных предсердий, а затем медленно, так как кровь поступает из вен, заполняя предсердия и желудочки.
- В результате сердце приходит к состоянию, описанному ранее (перед началом сердечного цикла).

Изменение временных характеристик систолы и диастолы при увеличении ЧСС

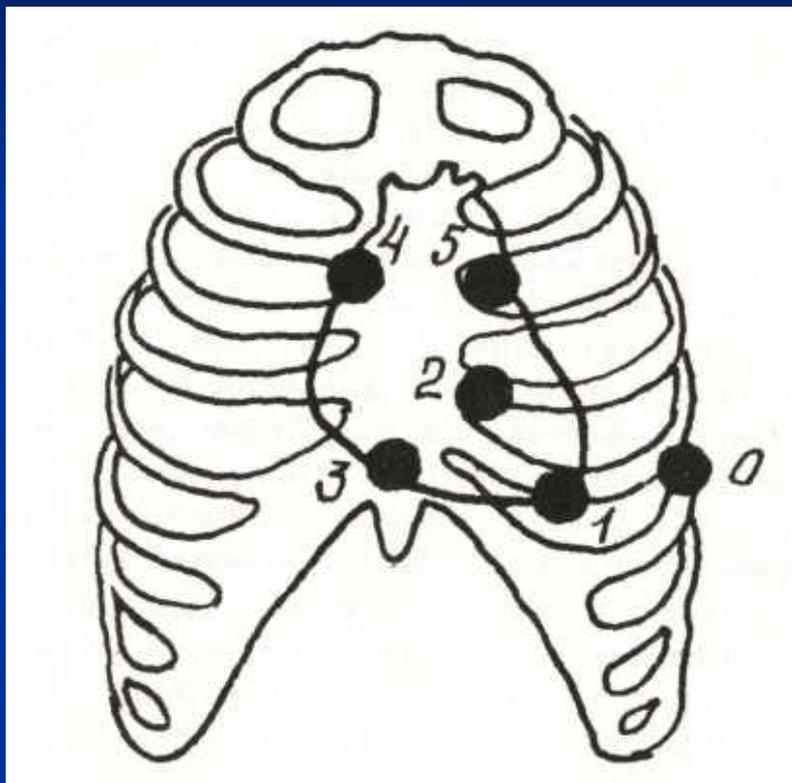
ЧСС уд/мин	Систола, с	Диастола, с
70	0,28	0,58
150	0,25	0,15
200	0,21	0,11

- ЧСС растет за счет резкого снижения общей диастолы, когда происходит заполнение сердца кровью. Поэтому при очень большой ЧСС снижается УО.
- Наилучшая ЧСС у молодых людей – 170 уд/мин, при которой УО может повышаться до 120-140 мл. В результате МОК может возрасти с 5 л/мин до 22-25 л/мин.

Фонокардиография (ФКГ)

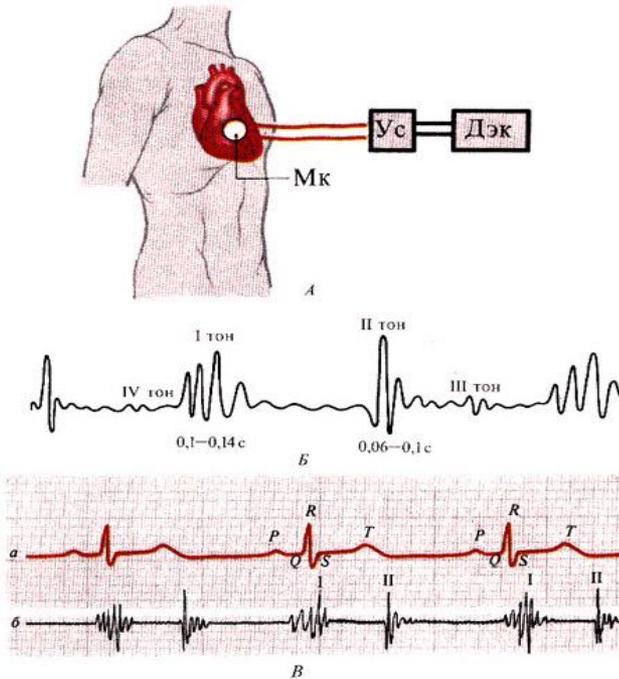
Фонокардиография является методом графической регистрации звуковых колебаний, возникающих при работе сердца

Расположение на грудной клетке стандартных точек для записи фонокардиограммы



- 1 — над верхушкой сердца;**
- 2 — в области проекции митрального клапана;**
- 3 — в области проекции трикуспидального клапана;**
- 4 — над аортой;**
- 5 — над легочной артерией;**
- 0 — нулевая точка**

ФОНОКАРДИОГРАФИЯ



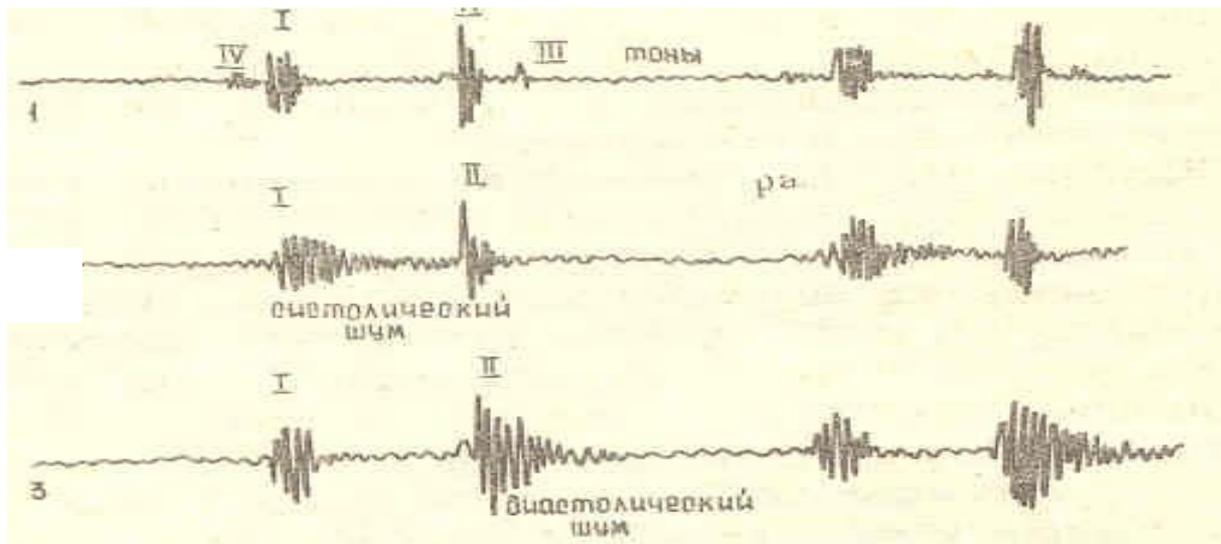
Звуковые явления, возникающие при деятельности сердца (тоны), могут быть зарегистрированы в помощью электронной техники.

Кривая записи тонов сердца обычно регистрируется вместе с электрокардиограммой и называется фонокардиограммой.

На фонокардиограмме видны в основном два тона: I тон зависит почти исключительно от захлопывания клапанов: двухстворчатого – первая составляющая первого тона, и трехстворчатого – вторая составляющая первого тона.

На кривой он представлен несколькими (4-7) зубцами разной частоты и амплитуды. I тон начинается спустя $0,01=0,04$ секунды от начала зубца Q на ЭКГ и продолжается 0,14-0,17 секунд.

II тон зависит главным образом от захлопывания полулунных клапанов, вначале аорты, затем легочной артерии. II тон представлен двумя-тремя зубцами. Он начинается в конце зубца T электрокардиограммы и продолжается 0,06-0,10 сек.



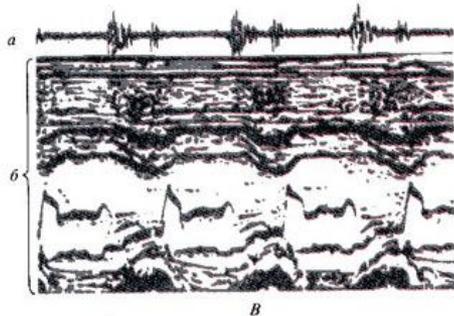
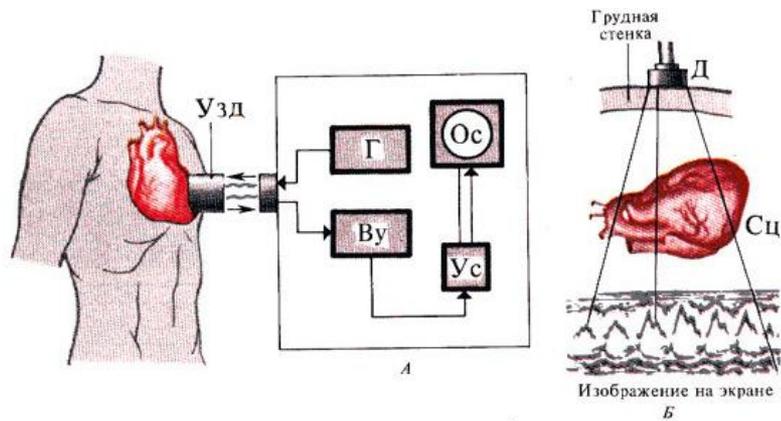
На ФКГ, помимо I и II тонов, регистрируются III и IV тоны сердца (более тихие, чем I и II, поэтому неслышные при обычной аускультации).

Тон III возникает вследствие вибрации стенки желудочков при быстром притоке крови в желудочки в начале их наполнения.

Тон IV имеет два компонента. Первый из них возникает при сокращении миокарда предсердий, а второй появляется в самом начале расслабления предсердий и падения давления в них.

При патологии клапанного аппарата к стандартным тонам могут присоединяться патологические звуки – шумы сердца (систолические или диастолические)

На данной схеме показано возникновение тонов и варианты шумов ФКГ



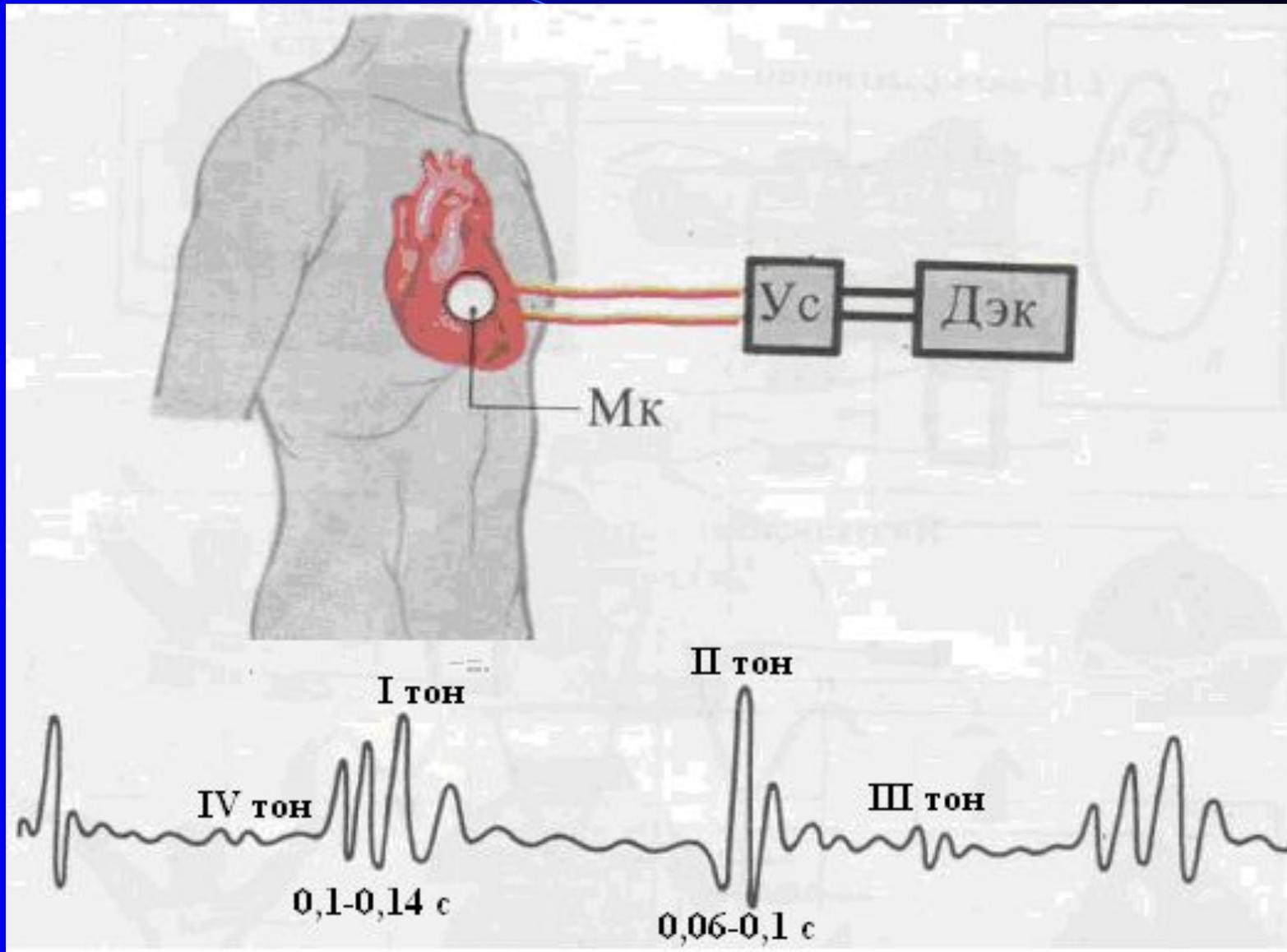
Эхокардиография – ультразвуковое исследование сердца. Позволяет оценить размеры полостей сердца, толщину стенок сердца, сократимость, наличие рубцов, состояние и функцию клапанов, наличие внутрисердечных тромбов.

Цветное доплеровское картирование оценивает внутрисердечный кровоток.

В настоящее время разрешающая способность ультразвуковых приборов позволяет не только видеть работу сердца и его структур в реальном масштабе времени, но и рассчитать размеры сердца, скорости кровотока по магистральным сосудам и определить давление в полостях сердца с компьютерной обработкой данных. Пример эхокардиографической картины сердца приведен на рисунке.

След.

Фонокардиография



Тоны сердца

- Основным компонентом тонов является *клапанный*
- *Первый тон (систолический)*: Он складывается из:
 - 1) захлопывания предсердно-желудочковых клапанов;
 - 2) вибрации их и сухожильных нитей, удерживающих эти клапаны;
 - 3) турбулентного движения крови, ударяющейся о захлопывающиеся клапаны;
 - 4) вибрации стенки желудочков при изометрическом сокращении;
 - 5) колебаний начальных отделов аорты и легочного ствола при растяжении их кровью в период изгнания.

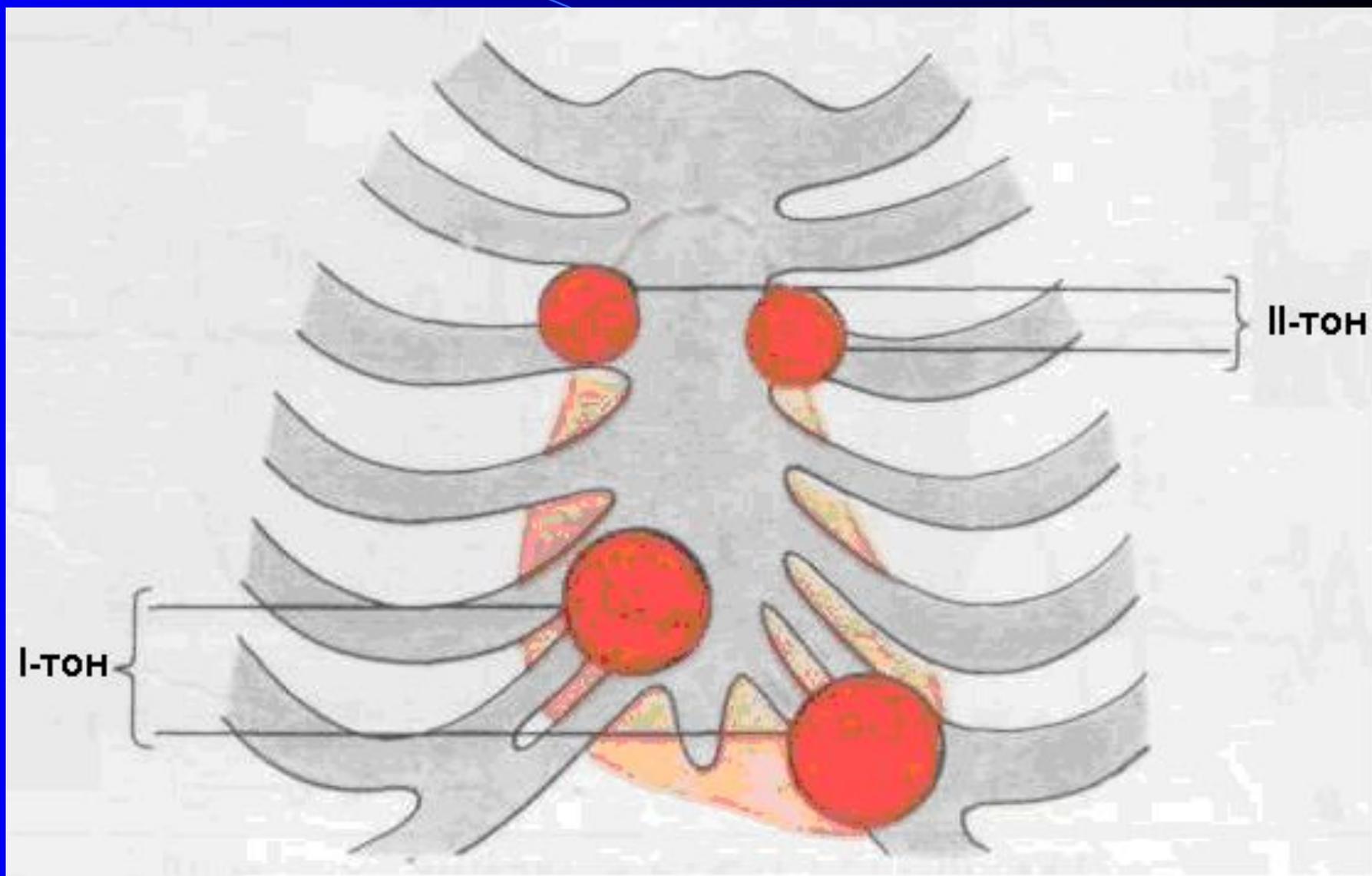
Тоны сердца

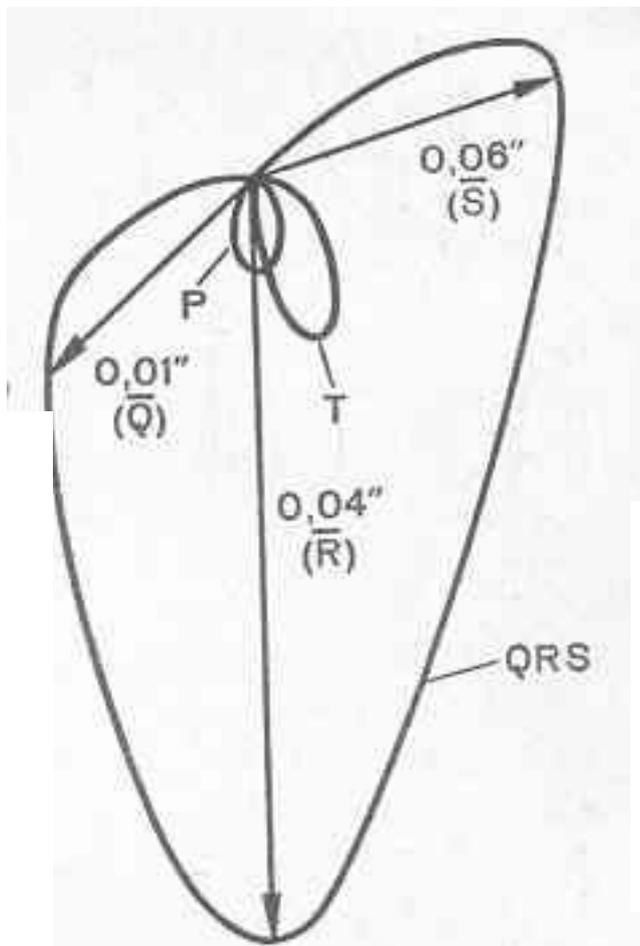
- *Второй тон (диастолический) совпадает с началом диастолы желудочков. Он складывается из:*
- **1) удара створок полулунных клапанов друг о друга при их закрытии;**
- **2) их вибрации;**
- **3) турбулентного движения крови, ударяющейся о захлопывающиеся клапаны;**
- **4) вибрации крупных артерий (аорты и легочной).**

Тоны сердца (продолжение)

- ***Третий тон*** возникает вследствие вибрации стенок желудочков в фазу быстрого заполнения их кровью.
- ***Четвертый тон*** возникает при систоле предсердий и возврате части крови в предсердия, когда в начале систолы желудочков атриовентрикулярные клапаны еще открыты.

Точки наиболее четкого выслушивания тонов





Возникающие в сердце биоэлектрические токи образуют постоянно изменяющееся электрическое поле, в значительной степени соответствующее полю, образованному в однородной среде двумя противоположными зарядами. Величина и направление электрической оси сердца изменяется в пространстве при каждом сердечном цикле.

С помощью электроннолучевой трубки можно зарегистрировать пространственное изображение эволюции электрической оси сердца в трех проекциях. Такая регистрация называется векторкардиограммой.

Векторкардиограмма состоит из 3 петель.



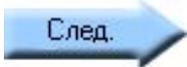
ФАЗОВЫЙ АНАЛИЗ СЕРДЕЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

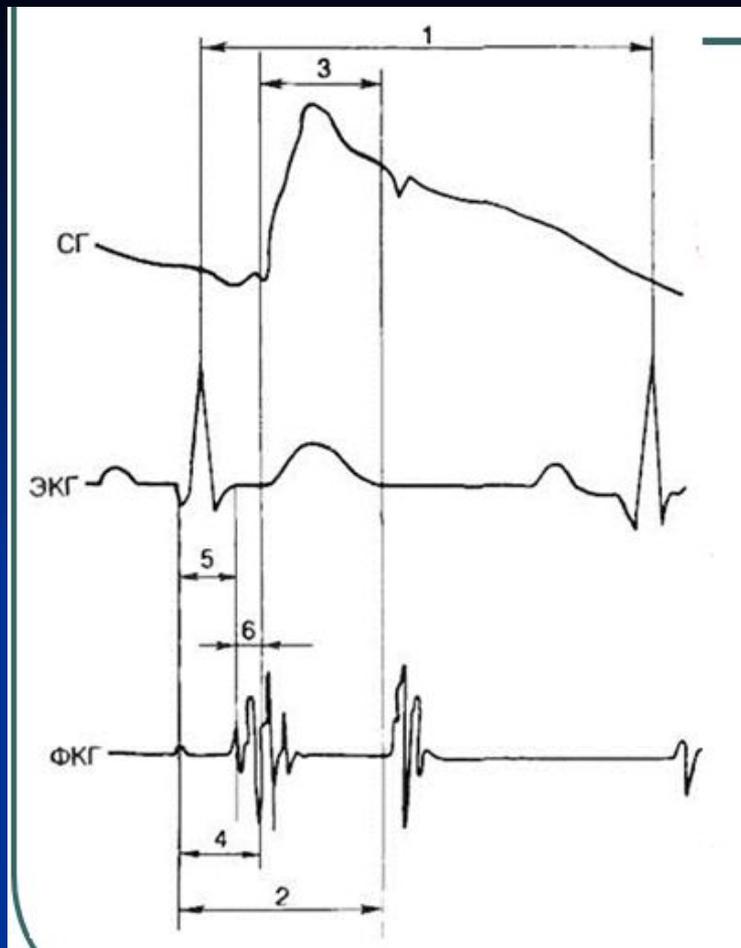
- **Фазовый анализ сердечной деятельности основан на взаимном сопоставлении временных показателей ЭКГ, ФКГ и центрального пульса и позволяет получить представление о функциональном состоянии сердца, в частности — о сократительной способности миокарда.**
- **Фазовый анализ проводится при исследовании поликардиограммы — одновременной записи ЭКГ во II отведении, ФКГ с верхушки сердца и сфигмограммы пульса сонной артерии с использованием многоканального прибора (полиграфа и т. п.). Образец такой записи представлен на рисунке.**
- **Анализ продолжительности фаз систолы левого желудочка проводят путем сопоставления полученных кривых. На записанной поликардиограмме проводят вертикальные линии, проходящие через точки начала зубца Р на ЭКГ, начала II тона ФКГ, начала I тона, нижнюю точку инцизуры на сфигмограмме. Скорость движения бумаги обычно 50 мм/с.**

На поликардиограмме определяют следующие временные показатели сердечного цикла:

- - длительность сердечного цикла C (равен расстоянию RR на ЭКГ);
- - длительность фазы электромеханической систолы S_0 — от начала зубца Q до начала II тона ФКГ;
- - длительность механической систолы — от начала I тона до начала II тона;
- - длительность периода изгнания — от начала подъема сфигмограммы до начала инцизуры;
- - длительность периода напряжения, которая равна разнице между электромеханической систолой и периодом изгнания;
- - длительность фазы асинхронного сокращения — от зубца Q ЭКГ до первого высокочастотного колебания I тона;
- - длительность фазы изометрического сокращения равна разности между периодом напряжения и фазой асинхронного сокращения

След.





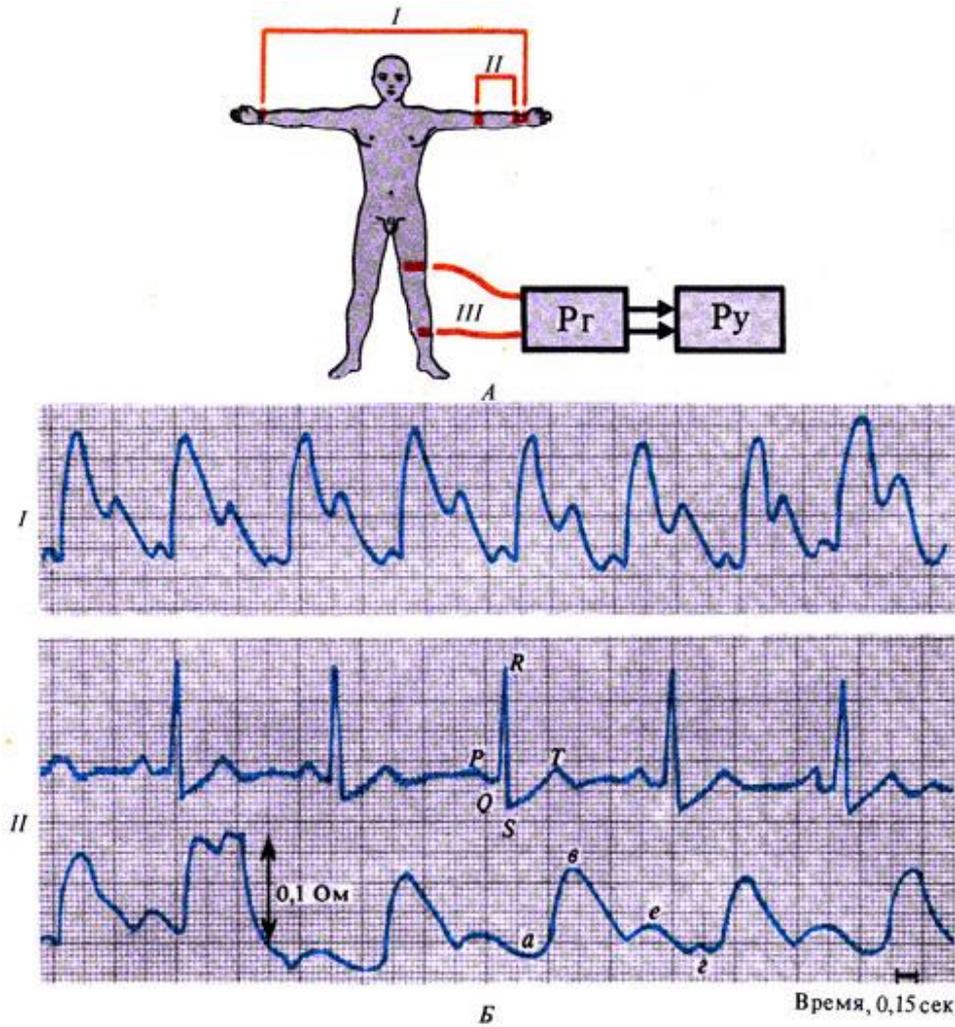
ФАЗОВЫЙ АНАЛИЗ СЕРДЕЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

1 — длительность сердечного цикла; 2 - общая (электромеханическая) систола; 3 — период изгнания; 4 — длительность периода напряжения; 5- фаза асинхронного сокращения; 6 — фаза изометрического сокращения;

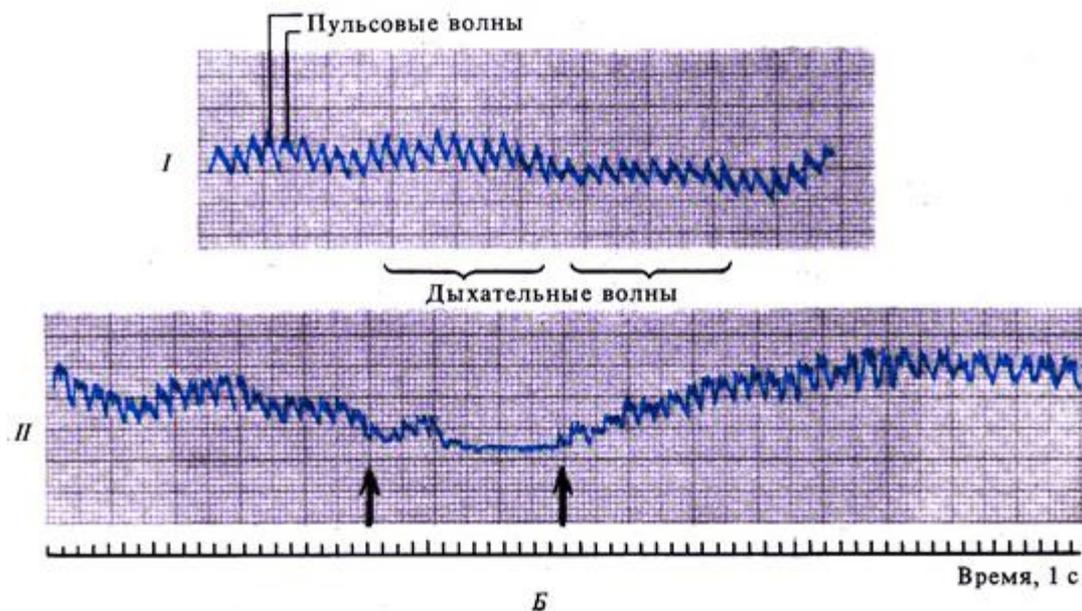
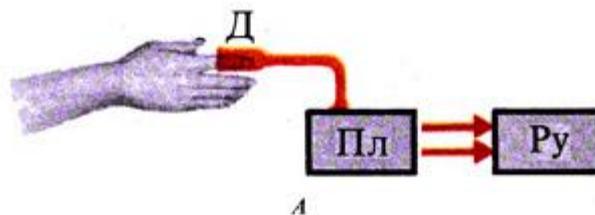
Реография

- Реография — неинвазивный метод исследования кровоснабжения органов, в основе которого лежит принцип регистрации изменений электрического сопротивления тканей в связи с меняющимся кровенаполнением. Чем больше приток крови к тканям, тем меньше их сопротивление. Для получения реограммы через тело пациента пропускают переменный ток частотой 50-100кГц, малой силы (не более 10 мкА), создаваемый специальным генератором.

- Принципиальная разработка реографической методики принадлежит Н. Манн (1937). В дальнейшем методика (электроплетизмография, импеданс-плетизмография) получила развитие в работах А. А. Кедрова и Т. Ю. Либермана (1941— 1949) и др. Детальная разработка и внедрение в клиническую практику метода реографии связано с именами австрийских исследователей W. Holzer, K. Polzer и A. Marko. Им же принадлежит по существу первая монография (Rheokardiographie, Wien, 1946), в которой авторы не только осветили технические стороны метода (электрические схемы аппарата, варианты генератора переменного тока и др.), но и представили результаты клинического использования реографии при различных заболеваниях сердечно сосудистой системы. Существенный вклад в разработку метода реографии внес Ю.Т. Пушкарь, создавший отечественную конструкцию аппарата и изменивший методику регистрации реограммы (прекардильная реокардиография). В настоящее время доказано клиническое значение применения метода реографии.
- Реограмма — это кривая, отражающая пульсовые колебания электрического сопротивления. При увеличении кровенаполнения имеет место возрастание амплитуды кривой и наоборот, другими словами, регистрируется динамика импеданса в обратной полярности. На реограмме (рис. 1) различают систолическую и диастолическую части. Первая обусловлена притоком крови, вторая связана с венозным оттоком.



Реография: А — схема регистрации реограммы: I, II, III — варианты наложения электродов при реографии различных участков тела; Рг — реограф; Б — кривая — реограмма: I — реограмма верхней конечности; II — одновременная регистрация ЭКГ и реограммы;



Плетизмография. А — схема регистрации объемного пульса (плетизмограммы) пальца верхней конечности; Б — кривая — плетизмограмма (I) и ее изменения (II) при воздействии на руку холодом; стрелками показаны начало и конец воздействия: Д — онкометрический датчик, Пл — плетизмограф

Методы измерения кровяного давления

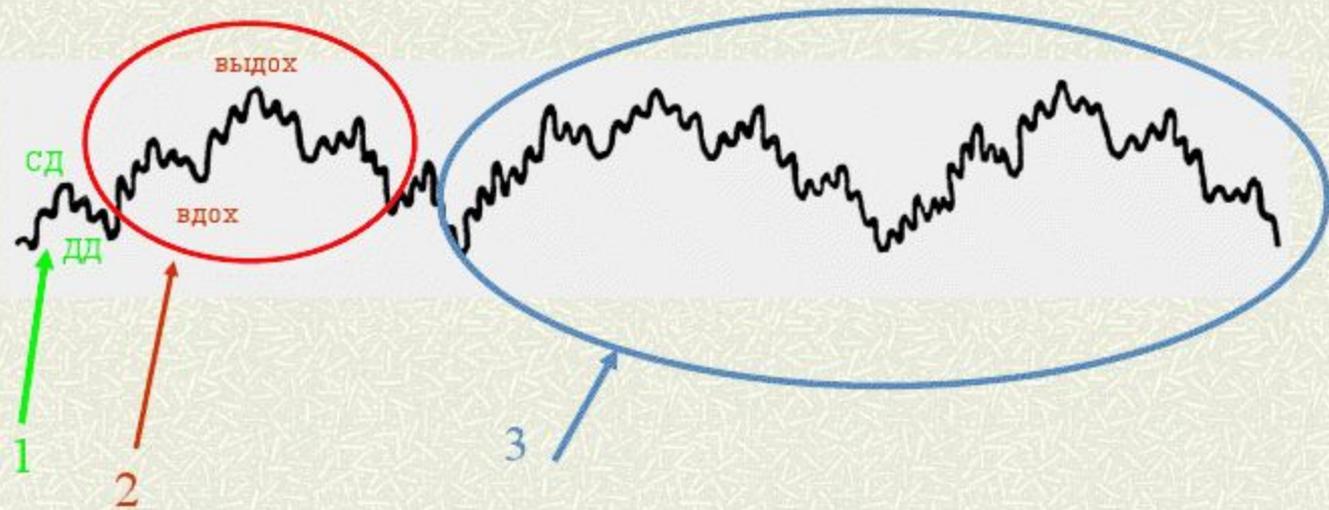
- ‡ **Пальпаторный метод** – метод Рива-Роччи – позволяет определить только систолическое давление.
 - ‡ **Аускультативный метод** – метод Короткова – позволяет определять и систолическое, и диастолическое давление.
-



✚ В основе аускультативного метода лежит выслушивание тонов Короткова на локтевой артерии – это звуки, которые возникают в результате турбулентного движения крови через пережатую артерию во время систолы.



Волны артериального давления



1 – **сердечные волны**, связанные с работой сердца: СД – систолическое давление, ДД – диастолическое давление

- 
- 2- **дыхательные волны**, связанные с дыханием. Во время вдоха давление в грудной клетке снижается, что приводит к снижению кровяного давления.
 - Во время выдоха давление в грудной клетке возрастает и вызывает повышение давления крови.
- 



3 – волны, связанные с изменением активности гемодинамического центра. Возникают при патологических состояниях (гипоксии, интоксикациях).



▣ **Пульсовое давление (ПД)** – разница между систолическим и диастолическим давлением:

$$\text{ПД} = \text{СД} - \text{ДД}$$

отражает величину СО

Среднее динамическое (артериальное)
давление:

$$\text{СДД} = \text{ДД} - \text{ПД} / 3$$

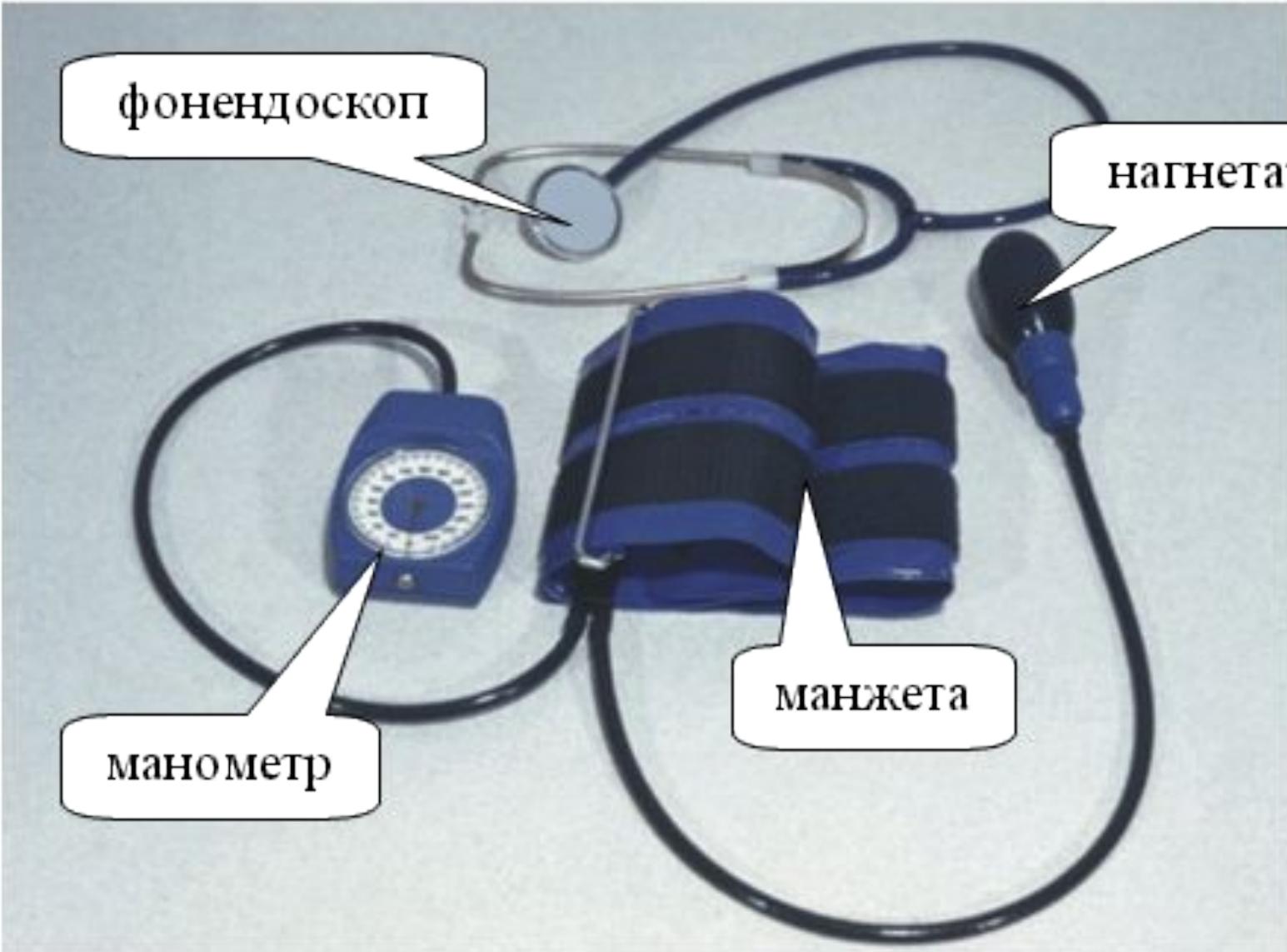
Это средняя величина давления, при котором в отсутствие пульсовых колебаний давления наблюдается такой же гемодинамический эффект, как при естественном колебании давления

Сфигмография

- ✦ Пульс – это ударная волна, вызываемая систолическим выбросом и распространяющаяся по стенке сосуда.
- ✦ Метод регистрации пульсовой волны - сфигмография

СФИГМОГРАММА



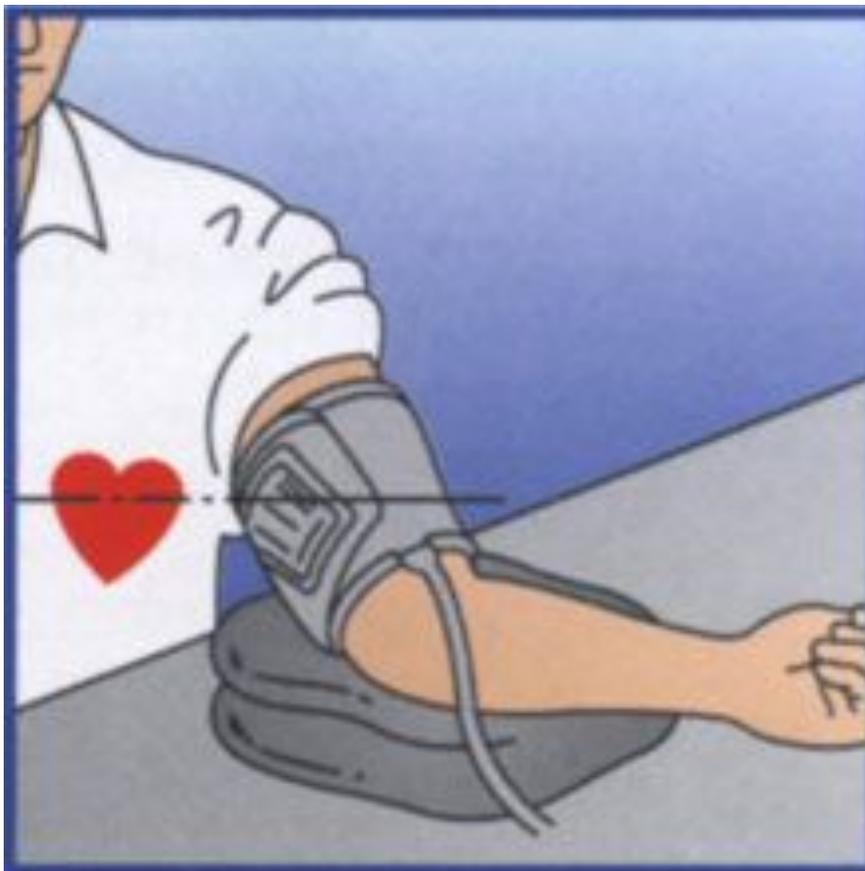


фонендоскоп

нагнетатель

манометр

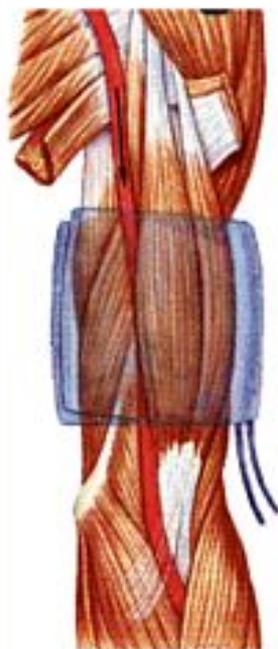
манжета



Механизм формирования тонов Короткова

Измерение артериального давления методом Короткова

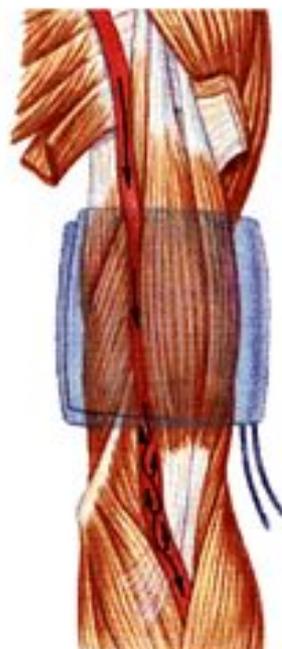
Артериальное давление 120/80 мм рт. ст.



Нет тонов

Величина

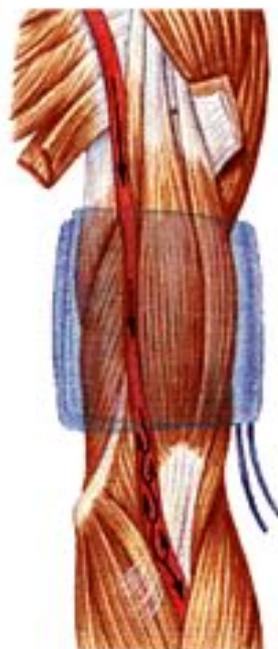
давления - 140 мм рт. ст.



Первый тон Короткова

Величина

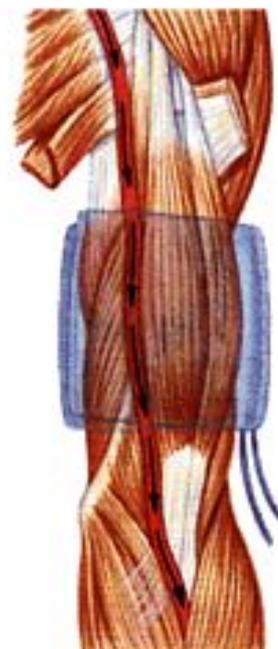
давления - 120 мм рт. ст.



Тоны Короткова

Величина

давления - 100 мм рт. ст.



Исчезновение тонов

Величина

давления - 80 мм рт. ст.

Систолическое
давление = 120 мм рт. ст

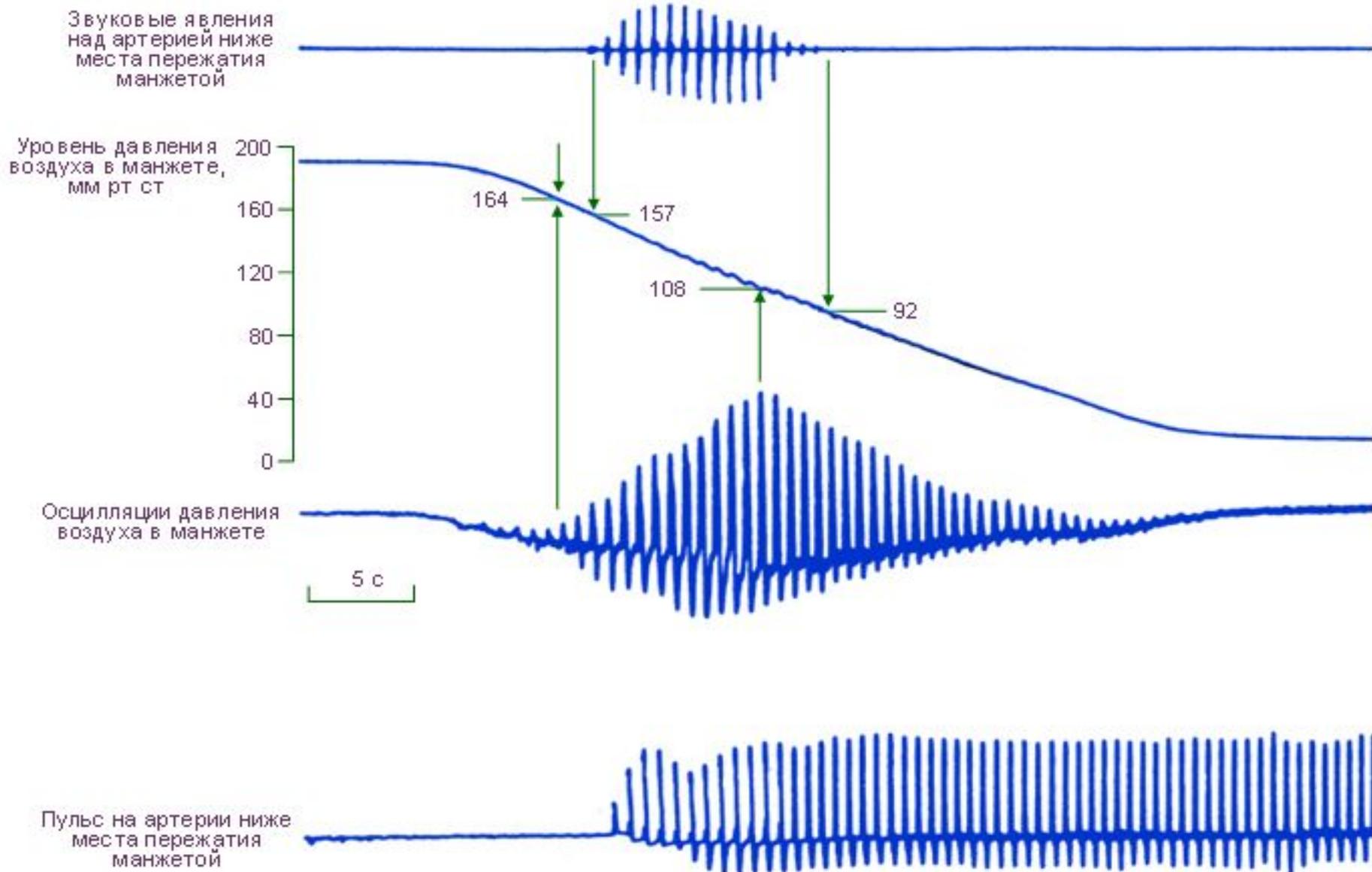
Диастолическое
давление = 80 мм рт. ст.



Измерение артериального давления методом Короткова (аускультативно)



Звуки Короткова



Определение пульсового (ПД), средне- динамического (СДТ) давления и периферического сопротивления (ПО) в артериях.

Величину ПД высчитать за формулой:

$$\text{ПД} = \text{СД} - \text{ДД},$$

Где СД - систолическое давление; ДД - диастолическое давление.

Значение СДТ высчитать за формулой:

$$\text{СДТ} = (\text{ПД} : 3) + \text{ДД}.$$

Величину ПО высчитать за формулой:

$$\text{ПО} = (\text{СДТ} \cdot 60 \cdot 1,333) : \text{МОК},$$

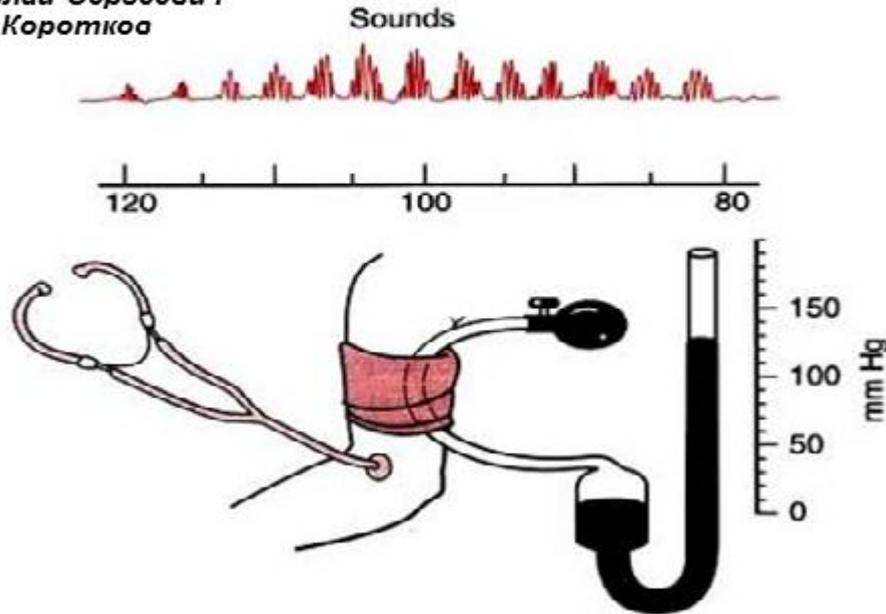
Где МОК - минутный объем крови, определить за формулой:

$$\text{МОК} = \text{ЧСС} \cdot (\text{ПД} \cdot 100) : \text{СДТ}.$$



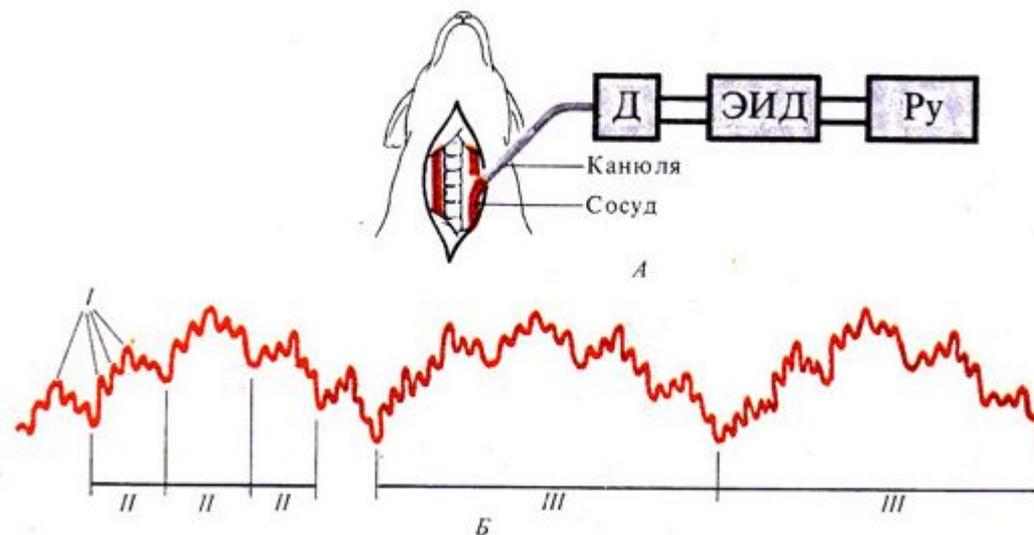
Николай Сергеевич
Коротков

Аускультативный метод



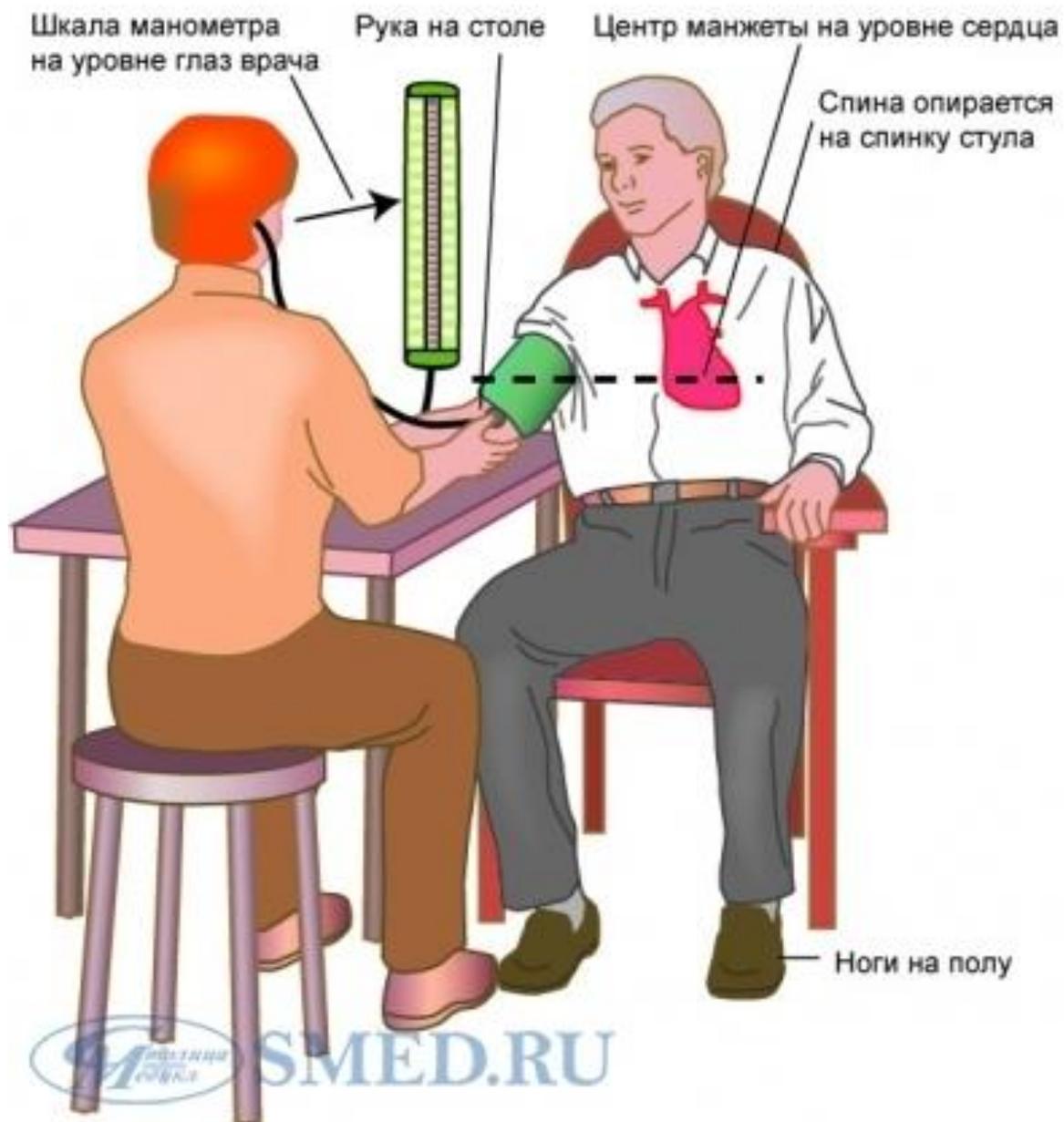
Прослушивание «тонов Короткова» (1905)

**Неинвазивные
методы
регистрации
артериального
давления**



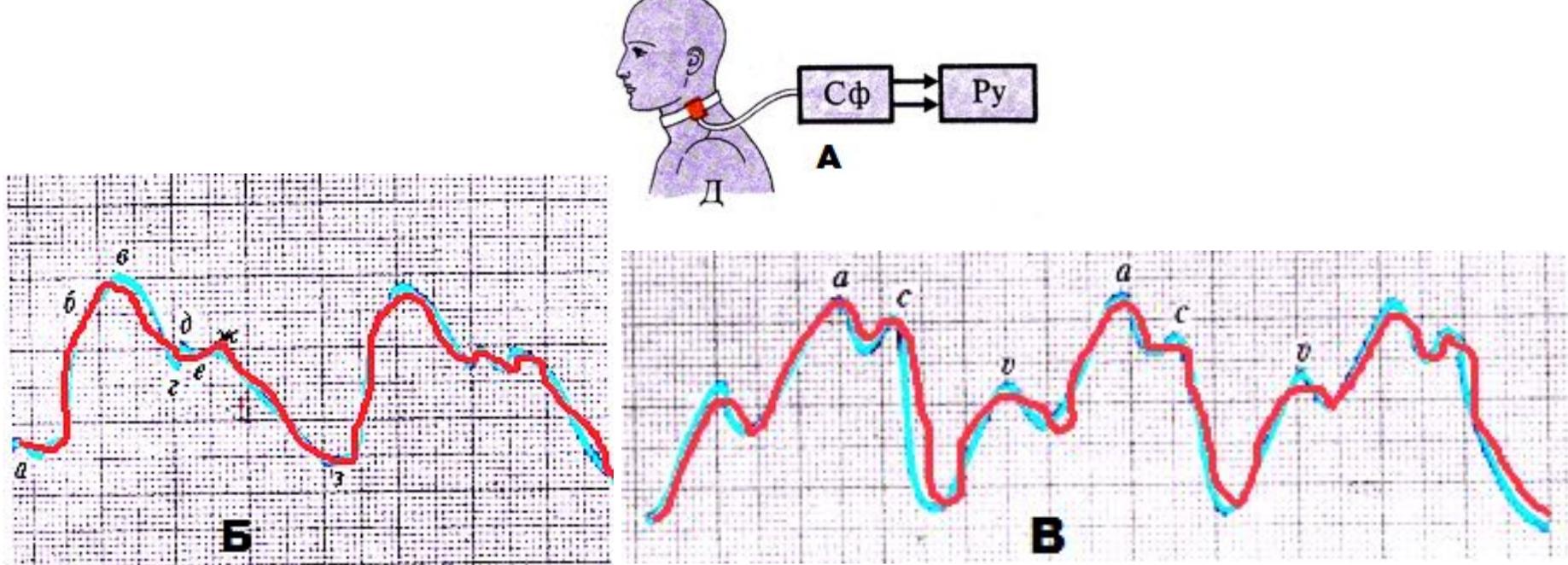
Артериальное давление. А — схема регистрации в остром опыте; Б — схема кривой кровяного давления; В — кривые кровяного давления: / — волны первого порядка (пульсовые), // — волны второго порядка (дыхательные), /// — волны третьего порядка; Д — датчик, ЭИД — электронный измеритель давления

ПРАВИЛА ИЗМЕРЕНИЯ АРТЕРИАЛЬНОГО ДАВЛЕНИЯ



Целевые "нормальные" цифры артериального давления

Условия измерения	Систолическое АД	Диастолическое АД
Офисное, или клиническое	140	90
Среднесуточное	125-135	80
Дневное	130-135	85
Ночное	120	70
Домашнее	130-135	85



Пульс: А — схема регистрации пульса на сонной артерии; Б — артериальный пульс (сфигмограмма) сонной артерии: абв (анакрота) — повышение давления во время систолы, вг — снижение давления в конце систолы: д — захлопывание полулунных клапанов, ежз (катакрота) — снижение давления во время диастолы; В — венозный пульс (флебограмма). Отражение систолы предсердий (а), систолы желудочков (с), конец диастолы предсердий (в); Д — онкометрический датчик, Сф — сфигмограф