

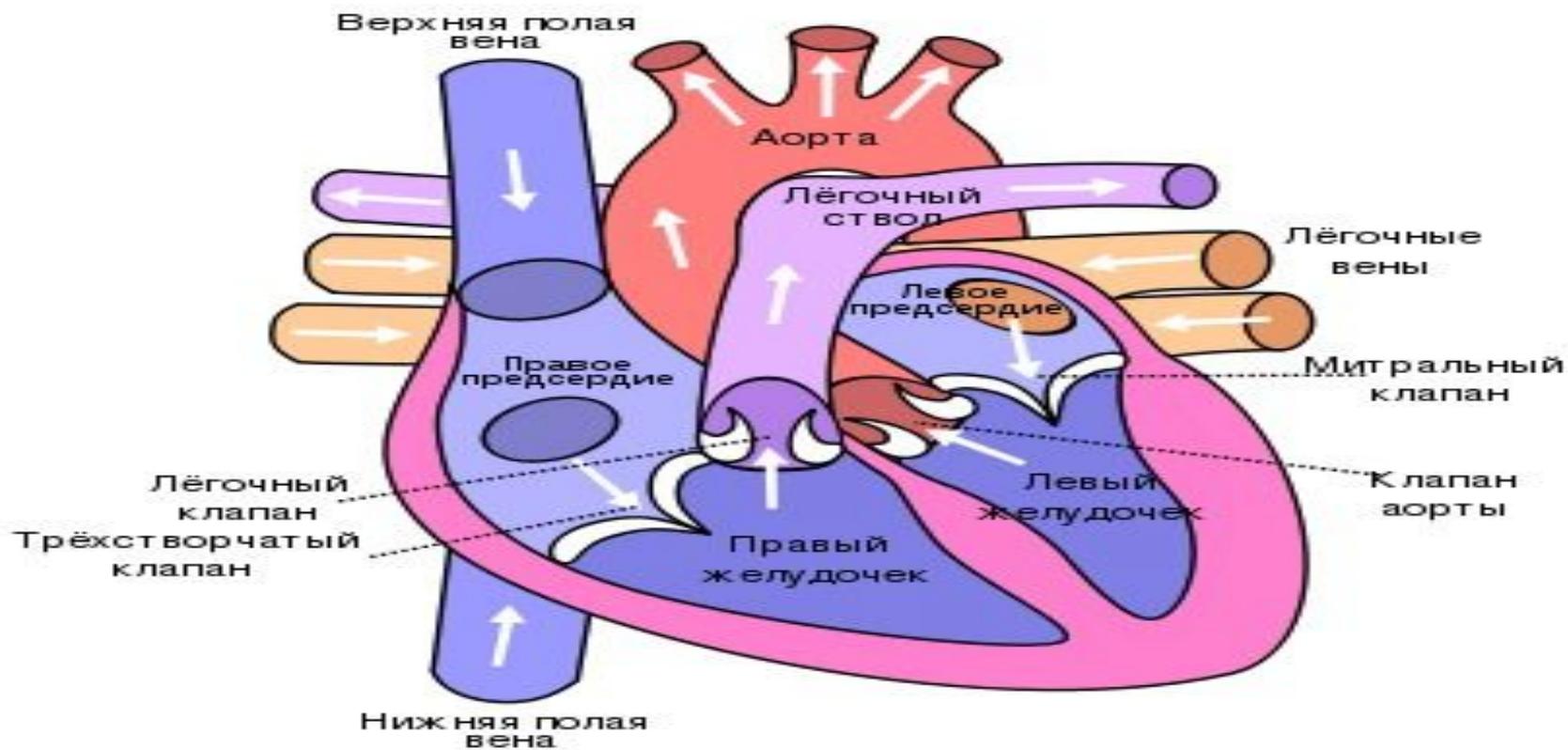
ФИЗИОЛОГИЯ КРОВООБРАЩЕНИЯ

ФИЗИОЛОГИЯ СЕРДЕЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Кровообращение выполняет следующие функции:

- трофическая;
- экскреторная;
- регуляторная;
- транспортная.





ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА СЕРДЕЧНОЙ МЫШЦЫ

Обмен веществ

Раздражимость

Возбудимость

Возбуждение

Торможение Проводимость Сократимость

- ▣ Особенности: автоматия**
- ▣ в возбудимости: более длительный рефрактерный период**
- ▣ в проведении возбуждения (атриовентрикулярная задержка)**
- ▣ в сокращении (одиночное мышечное сокращение, «закон все или ничего»)**



ФИЗИЧЕСКИЕ И ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА СЕРДЕЧНОЙ МЫШЦЫ

По морфологическим и функциональным признакам в сердце выделяют два типа мышечных волокон:

- волокна рабочего миокарда предсердий и желудочков;
- волокна водителей ритма (пейсмекеров) и проводящей системы.



ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ВОЛОКОН РАБОЧЕГО МИОКАРДА

 обмен веществ;

 раздражимость;

 возбудимость;

 возбуждение;

 торможение;

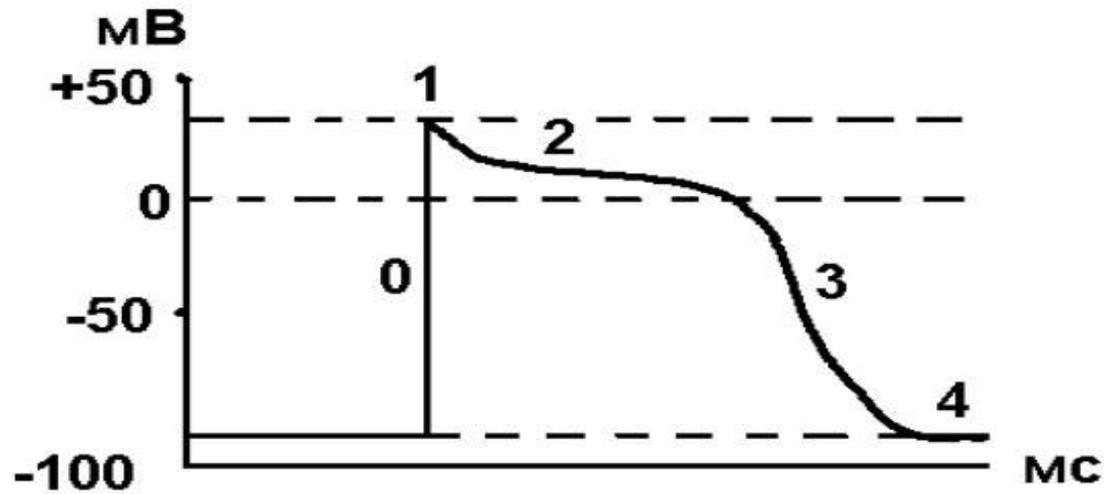
 проводимость;

 сократимость.



ПРОЦЕСС ВОЗБУЖДЕНИЯ ТИПИЧНЫХ КАРДИОМИОЦИТОВ

ПД сократительного кардиомиоцита



ВОЗБУЖДЕНИЕ В ТИПИЧНЫХ КАРДИОМИОЦИТАХ

Интегральным показателем возбуждения является ПД.

ПП -90 мВ, калиевой природы.

ПД имеет амплитуду 120мВ и длительность 200-400 мс.



Различают несколько фаз ПД:

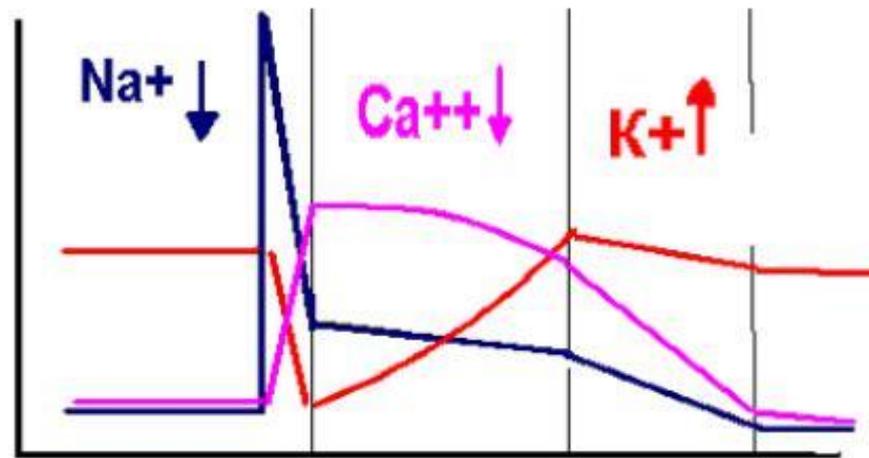
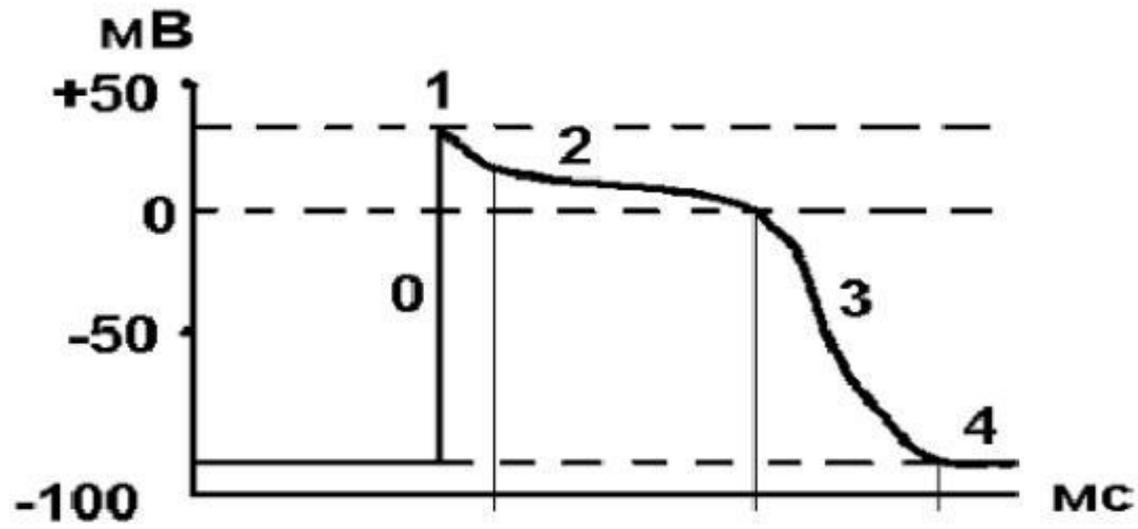
Фаза 0 - быстрая деполяризация (вход натрия).

Фаза 1 – начальная быстрая реполяризация (выход К).

Фаза 2 - медленная реполяризация, или плато (от продолжительности фазы плато зависит продолжительность периода рефрактерности) входящий Са-ток.

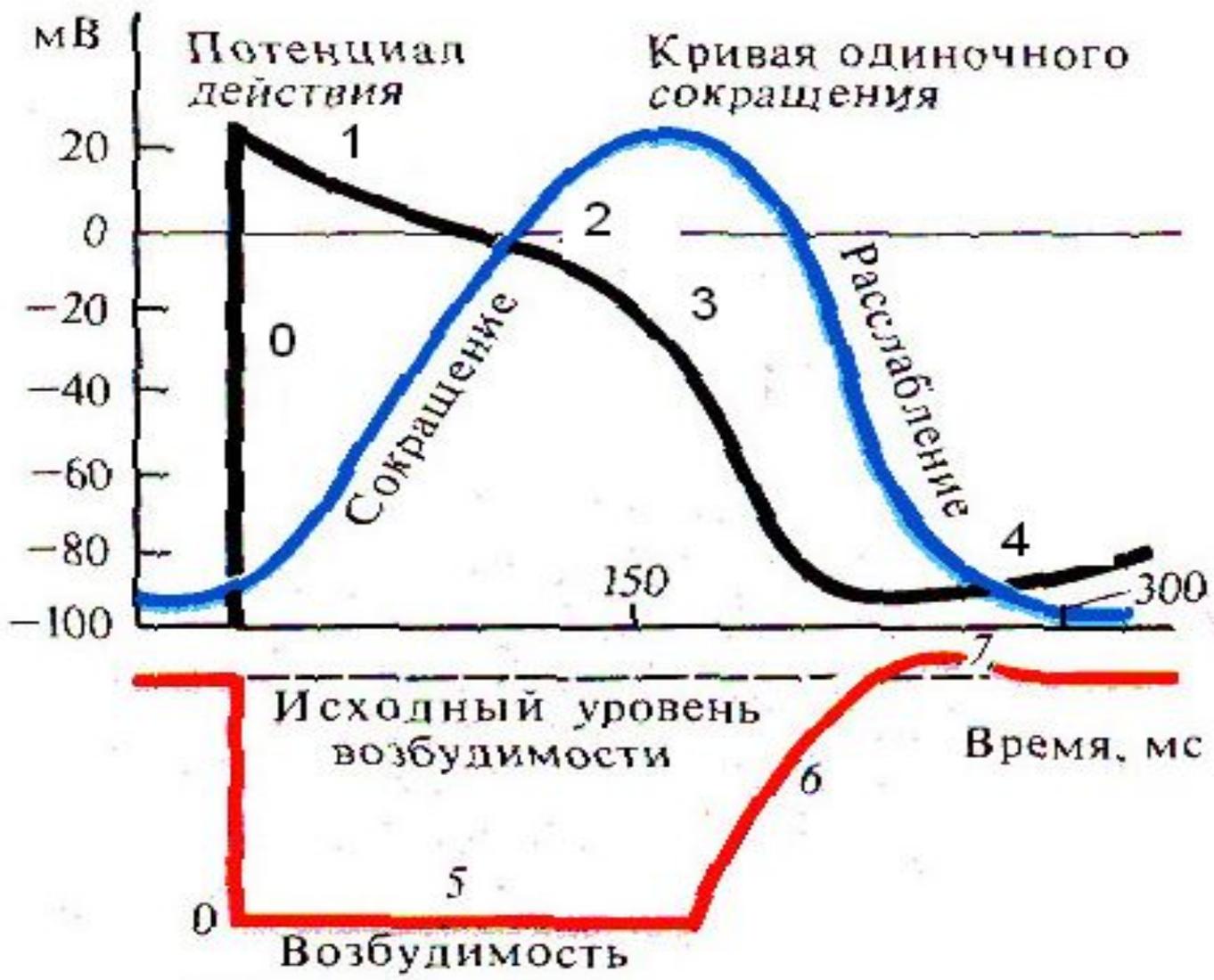
Фаза 3 – конечная быстрая реполяризация (закрытие Са-каналов, выход К).

Фаза 4 – покоя. В атипичных кардиомиоцитах в этот период происходит спонтанная диастолическая деполяризация.



При возникновении и развитии ПД происходит изменение **возбудимости кардиомиоцитов. Особенности:**

- быстрая деполяризация сопровождается абсолютной рефрактерностью около 0,27с;
- фаза плато соответствует периоду абсолютной рефрактерности;
- в ходе развития реполяризации при достижении уровня МП – 60 - 70 мВ наступает период относительной рефрактерности – 0,03 с.
- затем наблюдается короткая фаза экзальтации (возможна экстрасистола)



- ▣ **Эффективный рефрактерный период (ЭРП)**
(ПЕРИОД АБСОЛЮТНОЙ РЕФРАКТТЕРНОСТИ) - это время в течение которого кардиомиоцит не способен генерировать распространяющееся возбуждение в ответ на раздражение любой силы. Этот период совпадает по времени с фазами быстрой деполяризации, начальной быстрой реполяризации, фазой плато, и началом фазы конечной реполяризации ПД.
- ▣ **Относительный рефрактерный период (ОРП)**
(ПЕРИОД ОТНОСИТЕЛЬНОЙ РЕФРАКТТЕРНОСТИ) - соответствует второй половине фазы конечной реполяризации ПД типичных кардиомиоцитов. ПД возникает только на сильные стимулы, снижена скорость распространения возбуждения по миокарду.

ЗНАЧЕНИЕ ДЛИТЕЛЬНОГО РЕФРАКТЕРНОГО ПЕРИОДА

Длительный рефрактерный период предохраняет миокард от:

- - защищает миокард от действия раздражителей, которые могли бы вызвать преждевременное повторное возбуждение и сокращение.
- - участвует в обеспечении нормальной последовательности распространения возбуждения в сердце



- -препятствует круговому движению возбуждения по миокарду;
- -предотвращает возможность тетанического сокращения при ритмическом раздражении, что привело бы к нарушению насосной функции сердца.

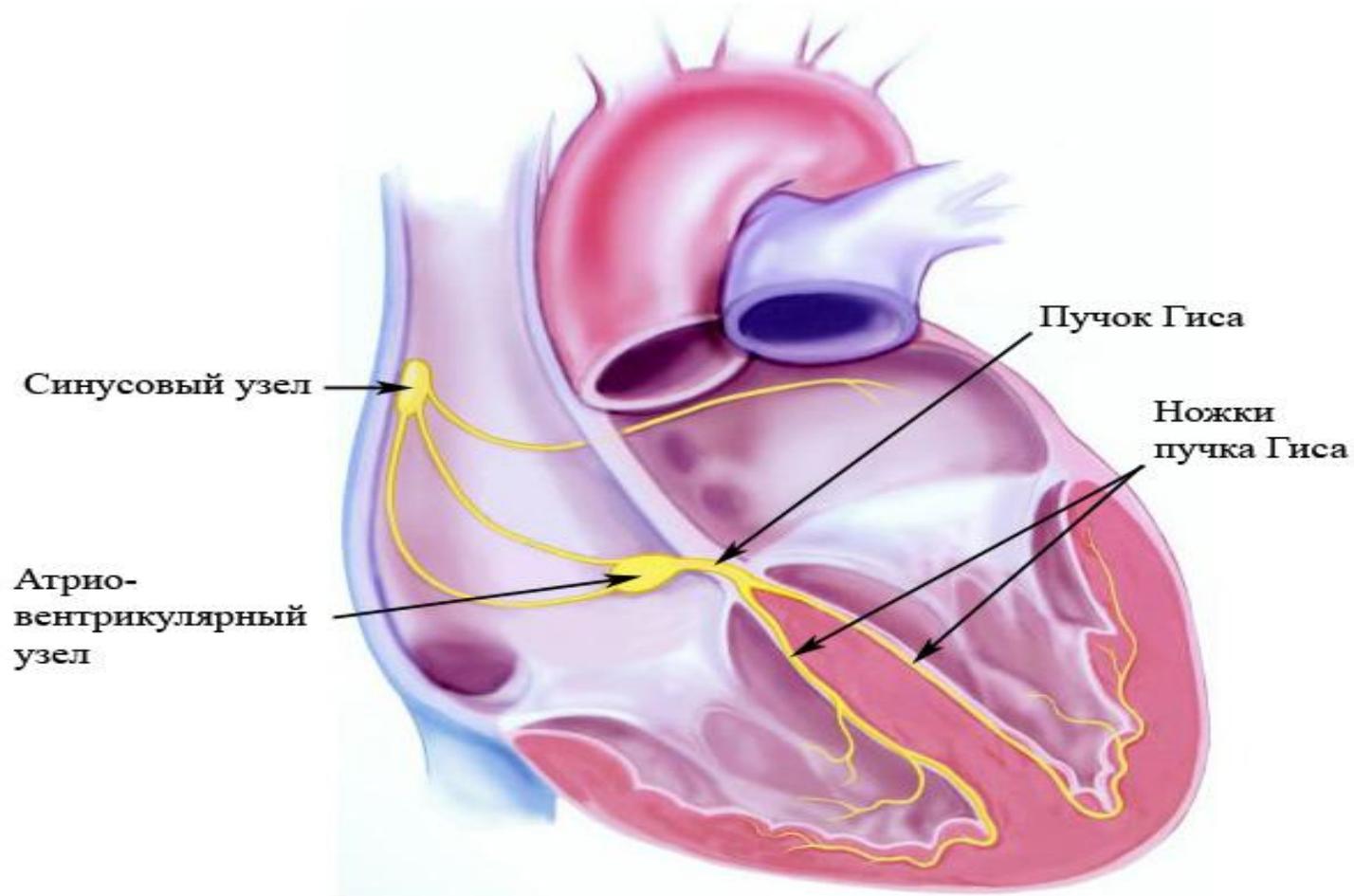


- **Особенности сократимости.** В связи с длительным рефрактерным периодом сокращение типичных кардиомиоцитов происходит в режиме ОМС и не способен к развитию тетануса. Ключевой момент электромеханического сопряжения - вход кальция в клетку через систему Т-трубочек во время развития ПД, т.е. из вне, а не только из цистерн саркоплазматического ретикулума.



- В отличие от скелетной мышцы сила сокращений сердечной мышцы не зависит от силы раздражителя и подчиняется закону **«все или ничего»** (за счет особенностей строения – функциональный синцитий).
- Сила сокращения **мышцы тем больше, чем больше степень предшествующего растяжения мышечных волокон** (до определенного предела (закон Франка-Старлинга)).
- **Проводимость.** Скорость проведения возбуждения по рабочему миокарду составляет около 0,5 м/с, т.е. довольно низкая.

ВОЛОКНА ВОДИТЕЛЕЙ РИТМА (ПЕЙСМЕКЕРОВ) И ПРОВОДЯЩЕЙ СИСТЕМЫ.



1. Синусно-предсердный узел (СА, узел Кейт-Флака) - генерирует 60-80 имп/мин -водитель ритма первого порядка (нормотопный).

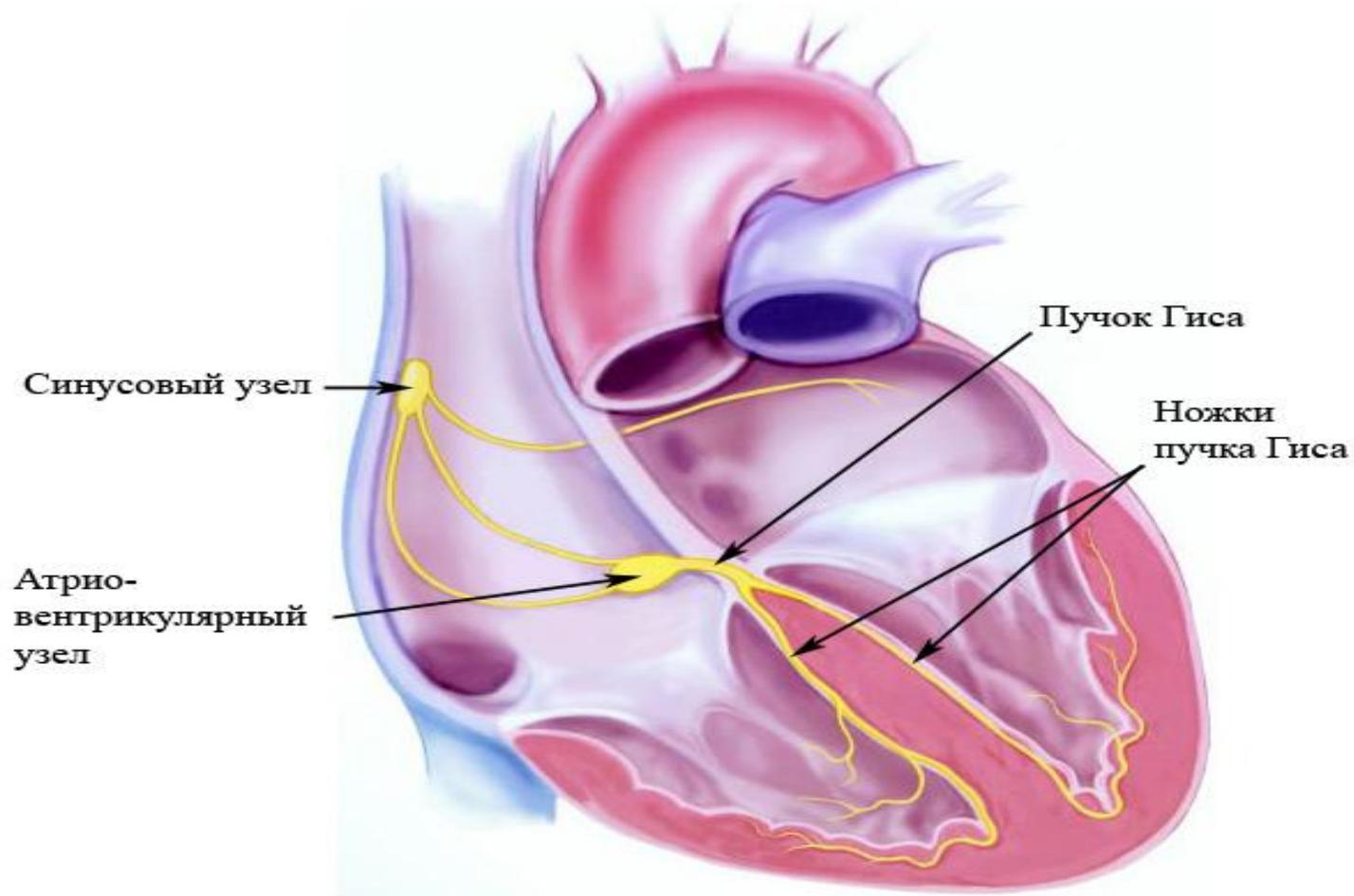
2. Предсердно-желудочковый узел (АВ, узел Ашоффа-Товара), расположен на границе между предсердиями и желудочками - 40-60 имп/мин – водитель ритма второго порядка, латентный водитель ритма (гетеротопный).

3. Пучок Гиса - 30-40 имп/мин – водитель ритма третьего порядка.

4. Волокна Пуркинье - около 20 имп/мин - водитель ритма четвертого порядка.



ВОЛОКНА ВОДИТЕЛЕЙ РИТМА (ПЕЙСМЕКЕРОВ) И ПРОВОДЯЩЕЙ СИСТЕМЫ.

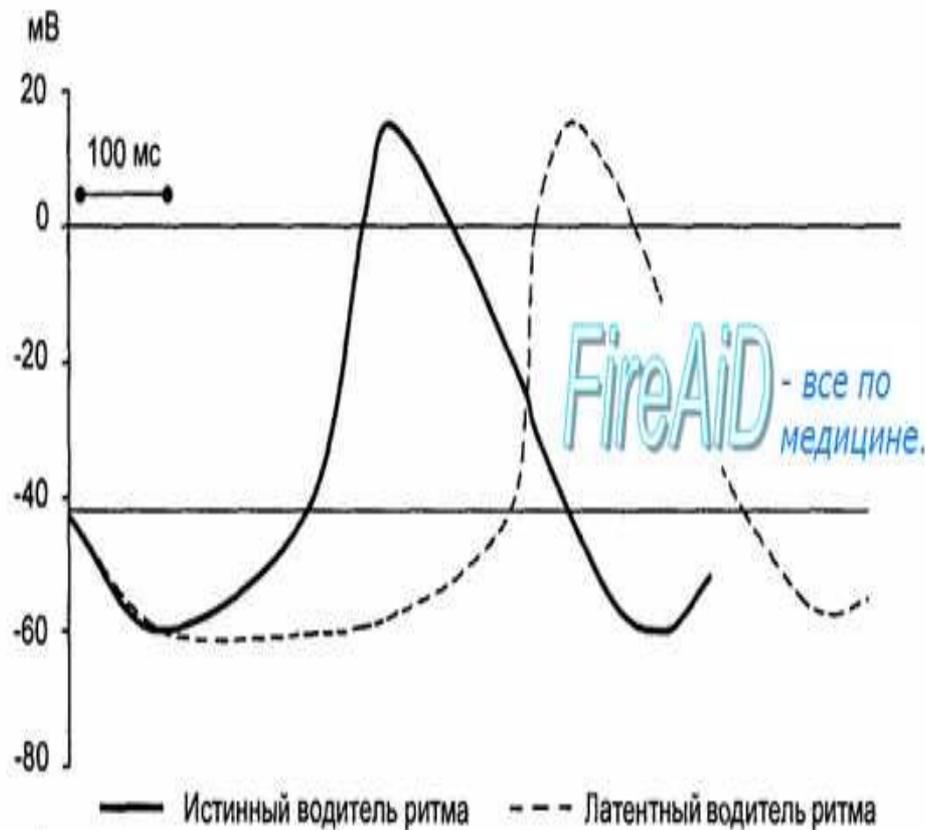


ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ВОЛОКОН ВОДИТЕЛЕЙ РИТМА СЕРДЦА

-  обмен веществ;
-  раздражимость;
-  возбудимость;
-  возбуждение;
-  торможение;
-  проводимость;
-  **автоматия**



ПРОЦЕСС ВОЗБУЖДЕНИЯ АТИПИЧЕСКИХ КАРДИОМИОЦИТОВ



Низкий потенциал покоя -50 - -60 мВ.

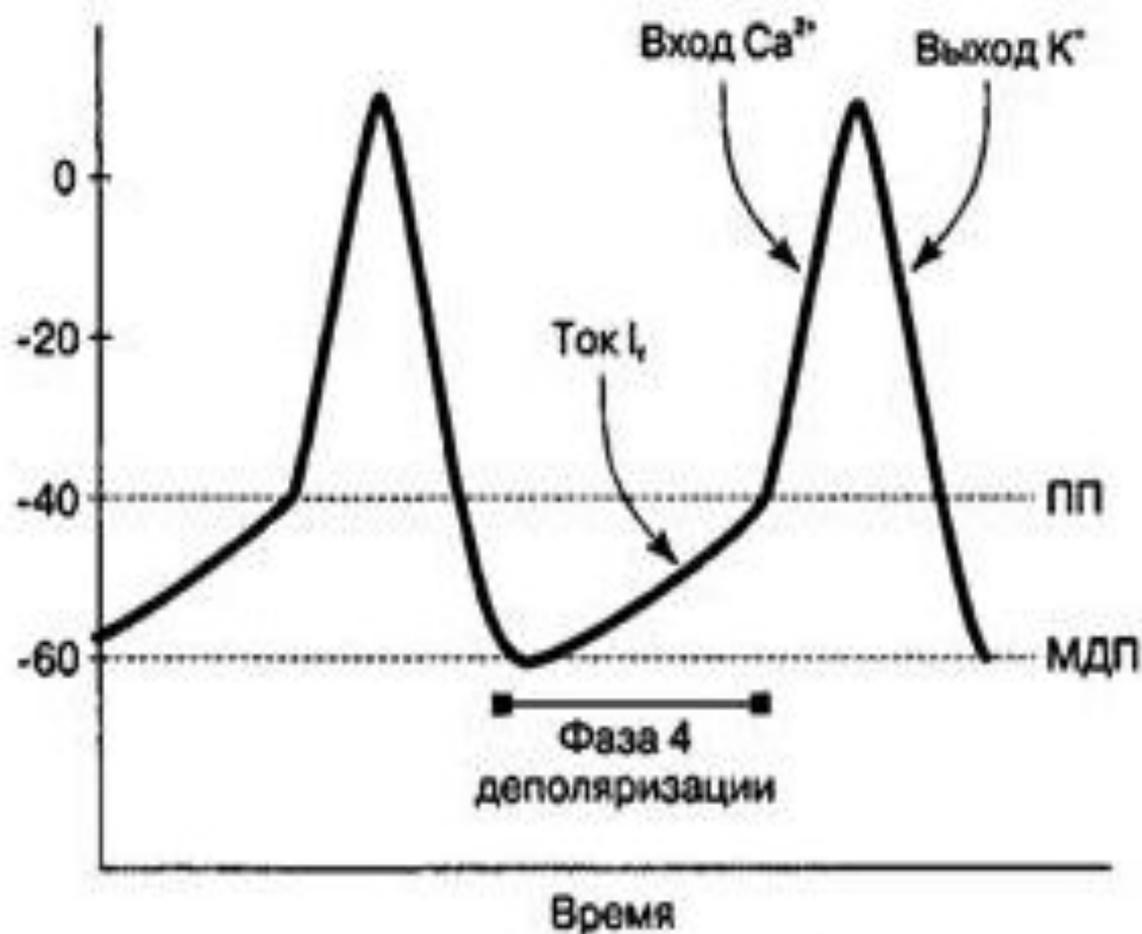
В покое повышена натриевая проводимость мембраны.

Потенциал действия натрий-кальциевой природы. Амплитуда 60-70 мВ.

Малая крутизна подъема потенциала.

Спонтанная диастолическая деполяризация





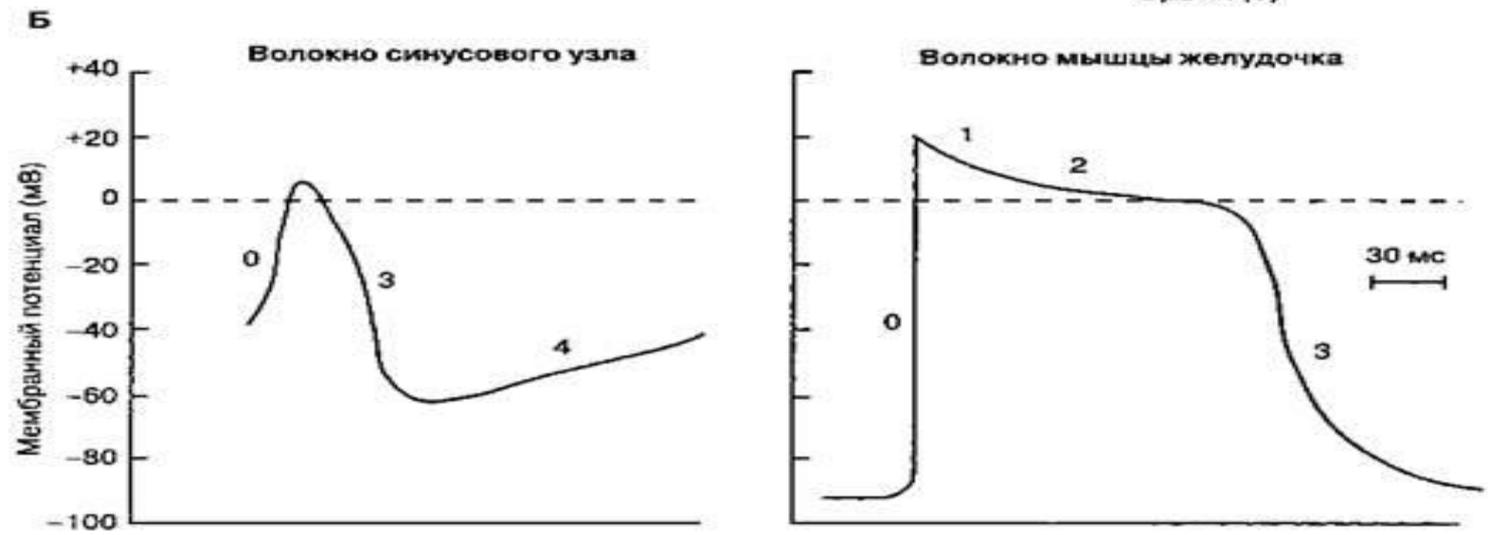
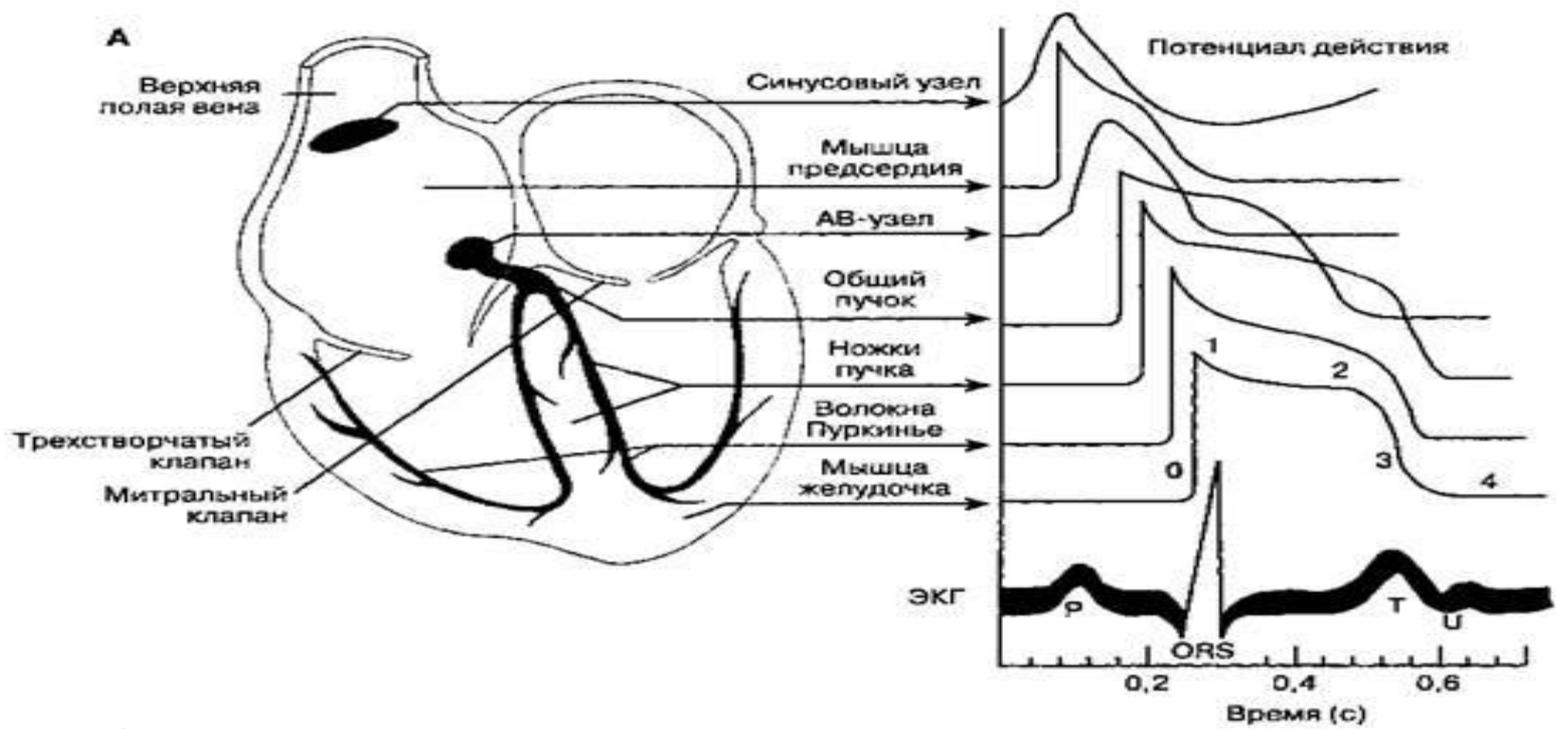
Генерация потенциала действия в клетках-пейсмейкерах. Фаза медленной деполяризации (фаза 4) обусловлена пейсмейкерным током (I_f), который уменьшает отрицательный мембранный потенциал до величины порогового потенциала (около -40 мВ). Быстрое начало потенциала действия связано с медленным входом ионов Ca^{++} в клетку. Закрытие кальциевых каналов и выход K^+ из клетки сопровождается реполяризацией мембраны. МДП, максимальный диастолический потенциал; ПП, пороговый потенциал

МЕХАНИЗМЫ ВОЗНИКНОВЕНИЯ МЕДЛЕННОЙ ДИАСТОЛИЧЕСКОЙ ДЕПОЛЯРИЗАЦИИ

До конца не выяснены, но
предполагаются следующие:

- спонтанное уменьшение выходящего калиевого тока в 4-ю фазу;
- увеличение входящего тока натрия и кальция;
- снижение активности натрий – калиевого насоса.

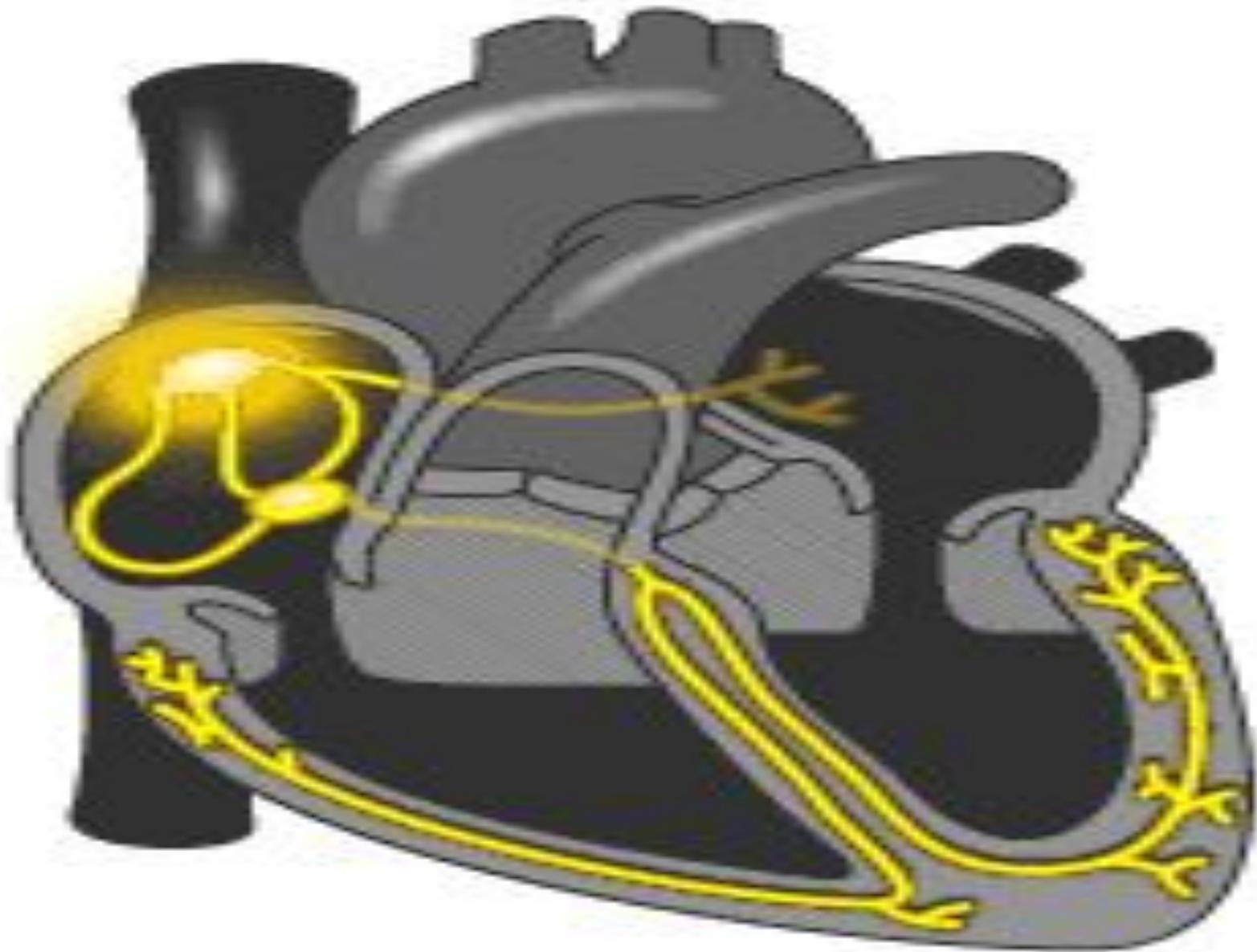




ПРОЦЕСС ПРОВЕДЕНИЯ ВОЗБУЖДЕНИЯ ПО СЕРДЦУ

- От синатриального узла к атриовентрикулярному возбудение распространяется по пучкам Бахмана, Венкебаха и Тореля со скоростью 1м/с;
- в атриовентрикулярном узле скорость падает до 0,02 - 0,04 м/с (атриовентрикулярная задержка);
- по пучку Гиса возбудение распространяется со скоростью 2-4 м/с;
- по волокнам Пуркинье – около 2-5 м/с.





Автоматия - способность клетки, ткани, органа возбуждаться под влиянием импульсов, возникающих в них самих без действия раздражителей из внешней или внутренней среды организма.

Способность ткани к спонтанной деполяризации называется **пейсмекерной активностью**.



АВТОМАТИЯ

Субстратом автоматии являются пейсмекерные клетки. Природой автоматии являются изменения обмена веществ, протекающих в этих клетках.

Градиент автоматии — неодинаковая способность клеток проводящей системы к автоматии (снижение способности к автоматии от основания к вершшке сердца).



ПОКАЗАТЕЛИ, ХАРАКТЕРИЗУЮЩИХ НАГНЕТАТЕЛЬНУЮ ФУНКЦИЮ СЕРДЦА:

- **Частота сердечных сокращений (ЧСС)** составляет – 70 -75 уд/мин, (увеличение ЧСС – тахикардия, уменьшение ЧСС - брадикардия);
 - **Систолический объем (СО, ударный)** – объем крови, выбрасываемой сердцем за 1 систолу; при ЧСС 70-75 уд/мин = 65-70 (76)мл;
 - **Минутный объем кровотока (МОК) – (ЧСС^xСО)** - количество крови, выбрасываемой сердцем за одну минуту - в покое 4,5-5,0 л/мин, при максимальных физических нагрузках у здоровых тренированных людей до 35 л/мин;
- 

ПОКАЗАТЕЛИ, ХАРАКТЕРИЗУЮЩИХ НАГНЕТАТЕЛЬНУЮ ФУНКЦИЮ СЕРДЦА:

- **Сердечный индекс** (минутный индекс) - один из показателей насосной функции сердца; выражается как отношение минутного объема крови в л/мин к площади поверхности тела. В $N = 3-4 \text{ л/мин} \times \text{м}^2$.
- **Сердечный выброс** - понятие, включающее CO, МОК и сердечный индекс ;
- **Работа сердца за удар** - внешняя работа, совершаемая сердцем за одно сокращение (удар).



ПОКАЗАТЕЛИ, ХАРАКТЕРИЗУЮЩИХ НАГНЕТАТЕЛЬНУЮ ФУНКЦИЮ СЕРДЦА:

- Индекс кровообращения (вес 70 кг) около 70 мл/кг
- Конечный диастолический объем – около 140 мл.
- Конечный систолический объем – около 60 мл.



СЕРДЕЧНЫЙ ЦИКЛ

Сердечный цикл — это совокупность электрических, механических и биохимических процессов, происходящих в сердце в течение одного полного цикла сокращения (систола) и расслабления (диастола).

Под сердечным циклом понимают период, охватывающий одно сокращение - систола, и одно расслабление - диастола предсердий и желудочков.

При ЧСС 75 ударов в минуту общая длительность сердечного цикла равна 0,8 с.

- систола предсердий - 0,1с.
- систола желудочков - 0,3с.
- общая пауза сердца - 0,4с.



СЕРДЕЧНЫЙ ЦИКЛ

		Фаза асинхронного сокращения - 0,05 с; P=0; а-в клапаны открыты, п-л закрыты
	Период напряжения - 0,08с;	
Систо- ла желу- дочков - 0,33 с		Фаза изометрического сокращения – 0,03 с Pп=15-20 мм рт. ст., Pл=70-80 мм рт. ст., а-в закрываются, п-л еще закрыты
		Фаза быстрого изгнания - 0,12 с; Pп=25 мм рт. ст., Pл=120-130 мм рт. ст., а-в закрыты, п-л открыты
	Период изгнания крови – 0,25 с	
		Фаза медленного изгнания - 0,13 с, а-в закрыты, п-л открыты.

	Период протодиастолический – 0,04 с	Закрываются п-л, а-в закрыты, давление начинает снижаться
	Период изометрического расслабления – 0,08 с	Закрываются и п-л, и а-в клапаны, давление быстро падает до 0.
Диастола желудочка – 0,47 с	Период наполнения кровью – 0,25 с	Фаза быстрого наполнения – 0,08 с, а-в открываются, п-л закрыты
		Фаза медленного наполнения – 0,17 с, поступает 2/3 объема
	Период пресистолический – 0,1 с	Сокращение предсердий, Р в предсердиях до 7-8 мм рт.ст, поступает 1/3 объема.

ТОНЫ СЕРДЦА - ВЫСОКОЧАСТОТНЫЕ
КОЛЕБАНИЯ, ВОЗНИКАЮЩИЕ ПРИ РАБОТЕ
СЕРДЦА И РЕГИСТРИРУЕМЫЕ НА ПОВЕРХНОСТИ
ГРУДНОЙ КЛЕТКИ.
Выслушиваются аускультативно и
выявляются на **ФОНОКАРДИОГРАФИИ** – МЕТОД
ГРАФИЧЕСКОЙ РЕГИСТРАЦИИ ТОНОВ СЕРДЦА.



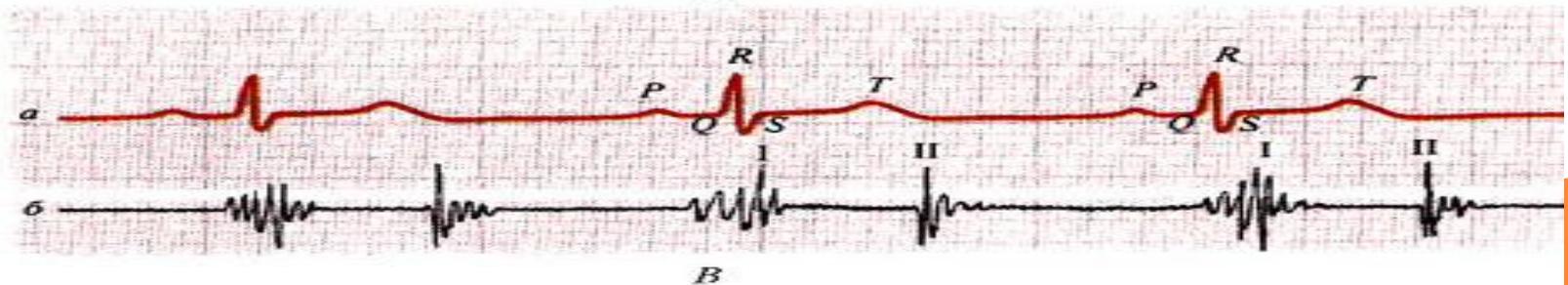
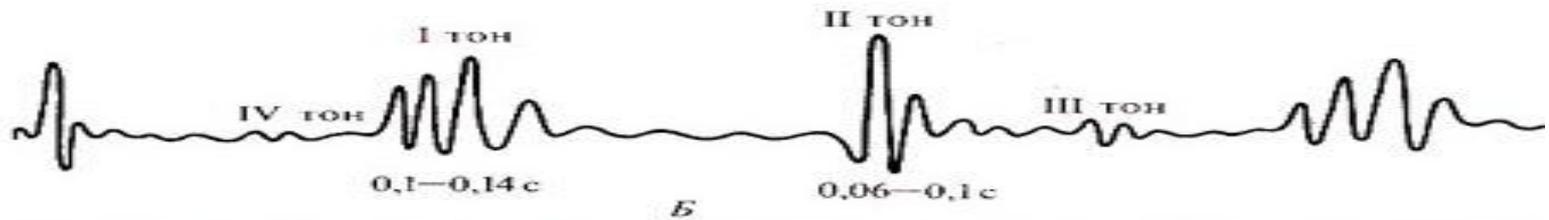
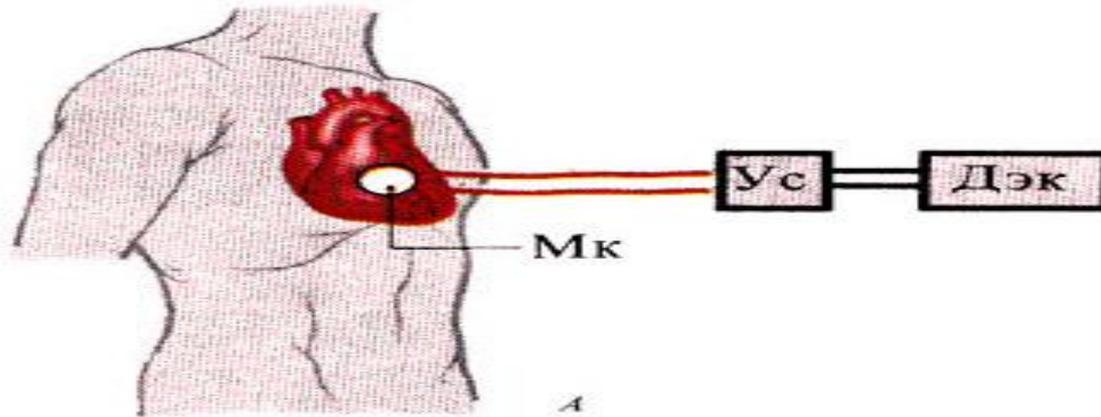
- **1 тон – систолический, связан в закрытием атриовентрикулярных клапанов, совпадает с систолой желудочков, более протяжный и низкий. На ФКГ по времени совпадает с зубцом S ЭКГ, продолжительность 0,14 с. Выслушивается на верхушке (митральный - в 5 м/р кнутри от средне-ключичной линии, трехстворчатый – на нижнем конце грудины), имеет несколько компонентов: мышечный (шум волокон - начало сокращения миокарда, низкочастотный), клапанный (главный) - высокочастотный, сосудистый и предсердный компонент (открытие клапанов аорты и легочной артерии – низкочастотный).**

2 тон (диастолический) - за счет колебаний, возникающих в начале диастолы при захлопывании полулунных клапанов аорты и легочного ствола. Более высокий, короткий. Совпадает с окончанием зубца Т на ЭКГ, продолжительность 0,08 с. Выслушивается на основании. Имеет клапанный(главный – захлопывание полулунных клапанов) и сосудистый компонент (колебания стенок начальных отделов аорты и легочного ствола).

3 и 4 тон не выслушиваются, выявляются на ФКГ.

3 тон выявляется у 50% здоровых людей, возникает вследствие вибрации стенки желудочков при быстром притоке крови в желудочки в начале их наполнения (фаза быстрого наполнения) . Возникает через 0,11-0,18 с после окончания 2 тона. **4 тон** вызван колебанием стенок сердца, за счёт сокращения (сistolы) предсердий и дополнительного поступления крови в желудочки (пресистолический период). Регистрируется между концом зубца Р и началом зубца Q ЭКГ. 2 компонента: 1 возникает при сокращении миокарда предсердий; 2 в самом начале расслабления предсердий и падении давления в них.

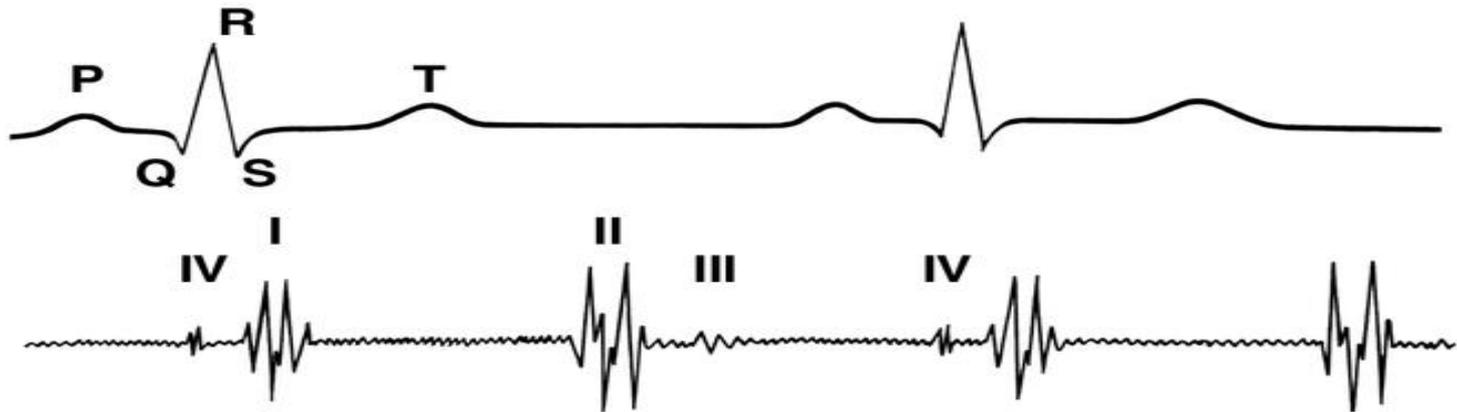
РЕГИСТРАЦИЯ ФОНОКАРДИОГРАФИИ



НОРМАЛЬНАЯ ФОНОКАРДИОГРАММА (ФКГ): РИМСКИЕ ЦИФРЫ – ТОНЫ СЕРДЦА; ЭКГ – СИНХРОННО РЕГИСТРИРУЕМАЯ С ФКГ ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАММА

ЭКГ

ФКГ



МЕХАНИЧЕСКИЕ ПРОЯВЛЕНИЯ

▣ **Верхушечный толчок.**

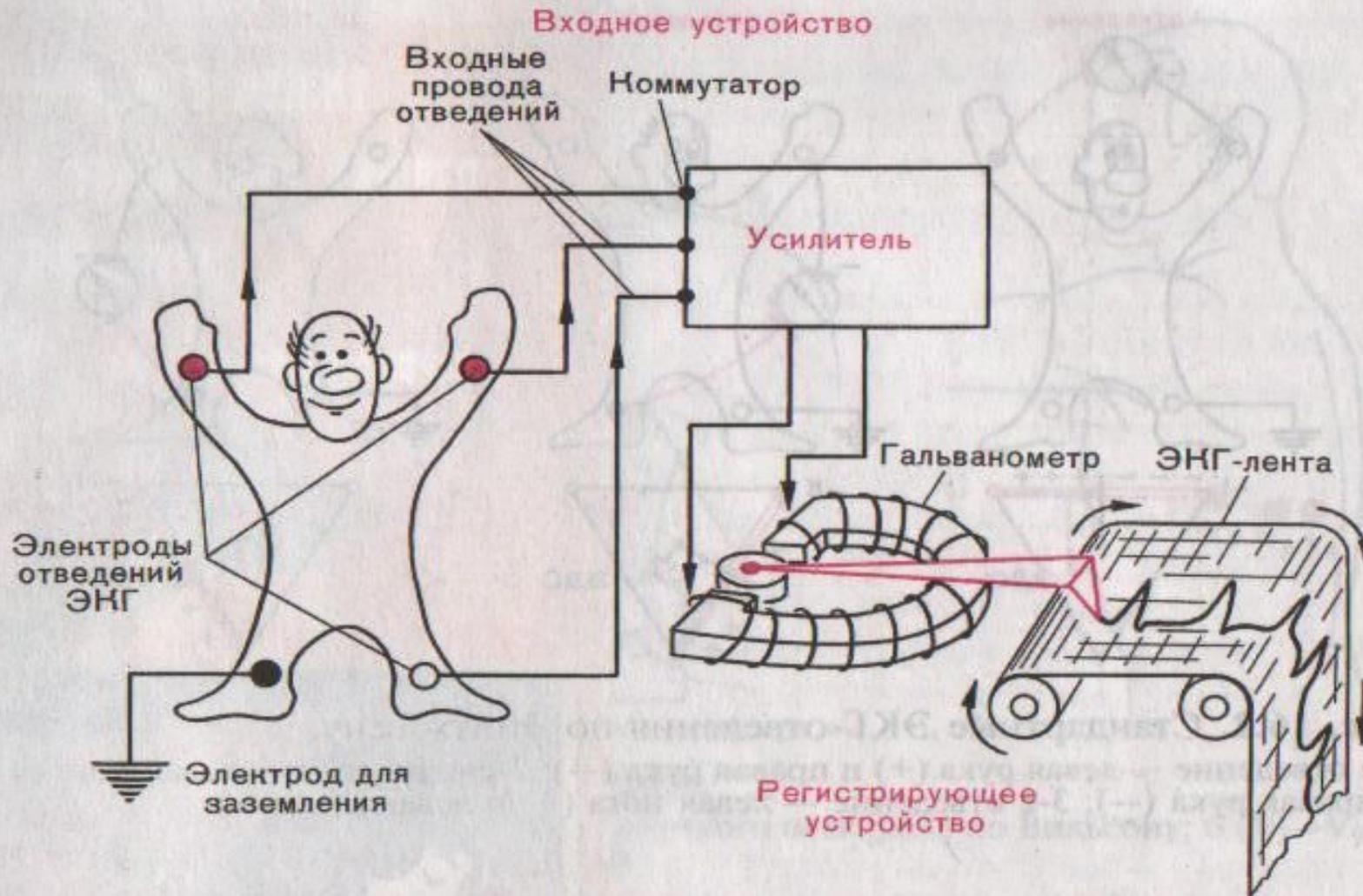
- ▣ Во время систолы сердце изменяет свою конфигурацию и ударяется о внутреннюю поверхность грудной клетки. Верхушечный толчок определяется в 5 межреберье на 1 см внутри от средне-ключичной линии.



ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ПРОЯВЛЕНИЯ СЕРДЕЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

- ▣ **Электрокардиография** – метод исследования биоэлектрической активности сердца посредством регистрации изменений во времени разности потенциалов, создаваемой электрическим полем сердца во время его возбуждения.
- ▣ **ЭКГ** отражает последовательный охват возбуждением сократительного миокарда предсердий и желудочков





Установка для регистрации электрокардиограммы (принципиальная схема по В.В. Мурашко и А.В. Струтынскому).

В настоящее время используют 12 отведений ЭКГ, запись которых обязательна при электрокардиографическом обследовании больного: 3 стандартных, 3 усиленных от конечностей и 6 грудных.

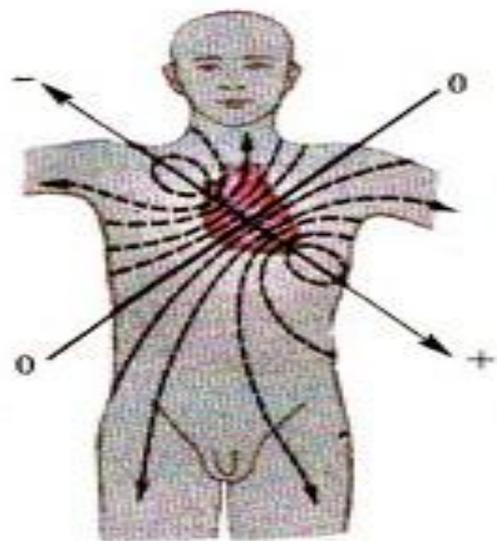
Стандартные:

1 отведение: правая рука – левая рука

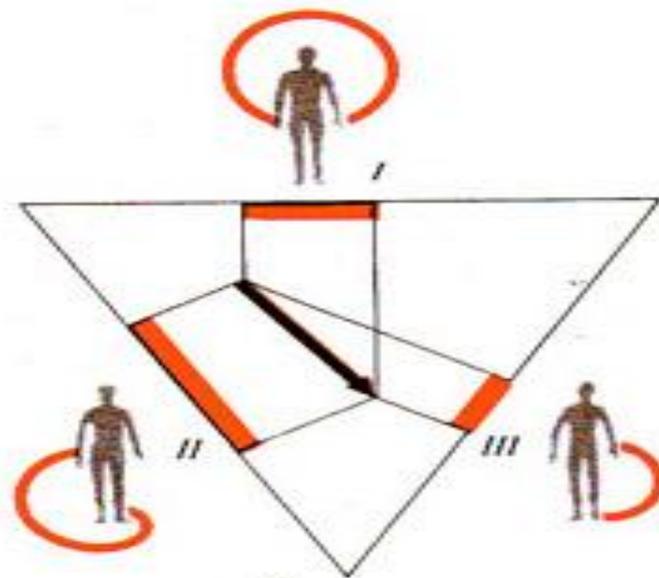
2 отведение: правая рука - левая нога

3 отведение: левая рука - левая нога



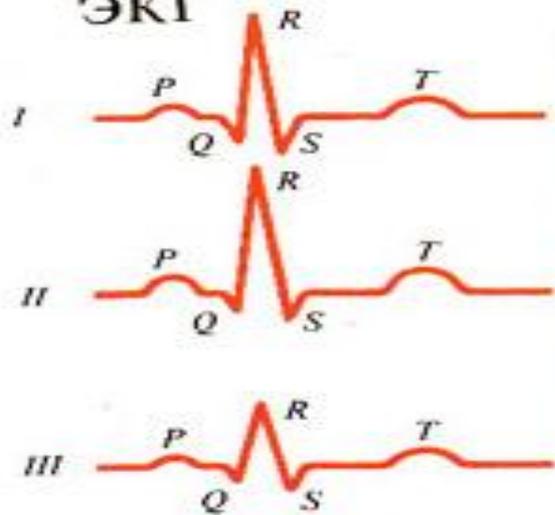


A

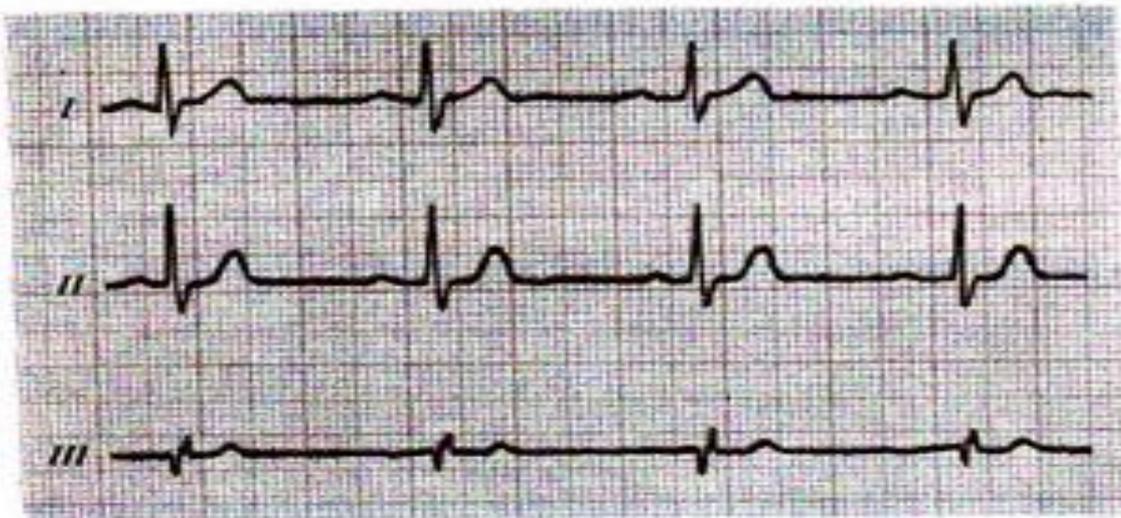


B

ЭКГ



B

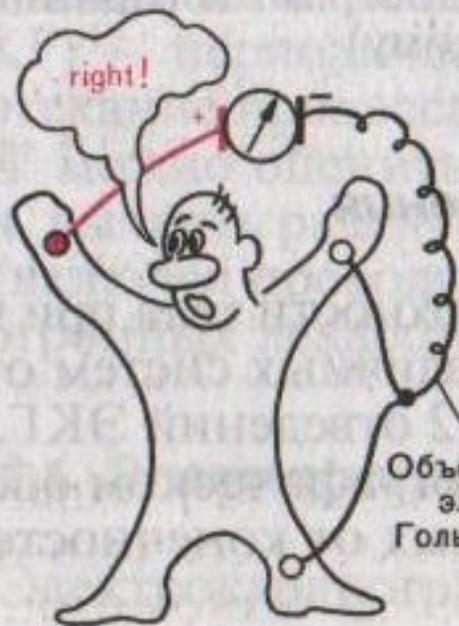


Г

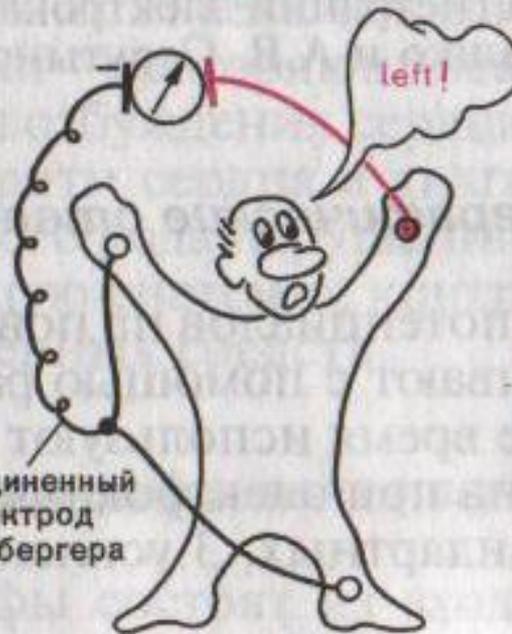
Усиленные отведения от конечностей (по Гольдбергеру) регистрируют разность потенциалов между одной из конечностей, на которой установлен активный положительный электрод данного отведения (правая рука, левая рука или левая нога), и средним потенциалом двух других конечностей (объединенный электрод).



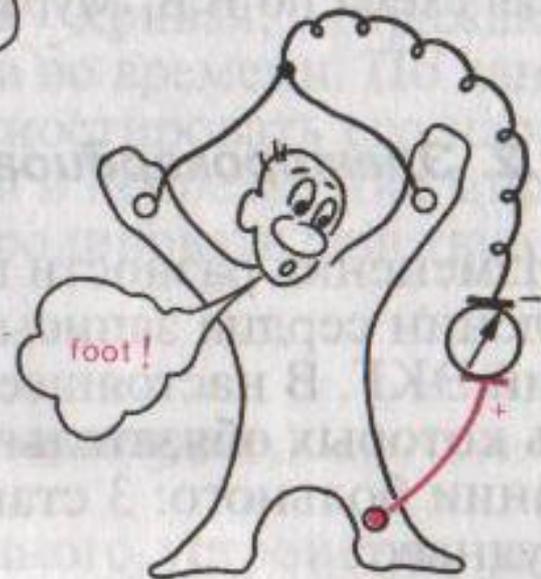
Отведение aVR



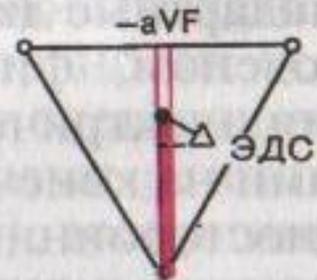
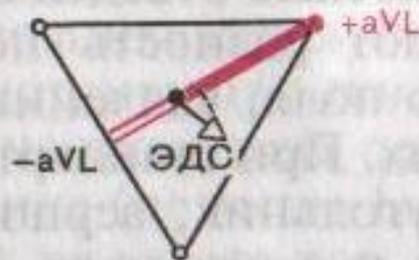
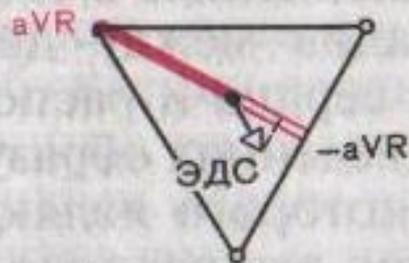
Отведение aVL



Отведение aVF



Объединенный электрод Гольдбергера



Усиленные ЭКГ-отведения от конечностей (по Гольдбергеру).

aVR — усиленное отведение от правой руки; aVL — усиленное отведение от левой руки; aVF — усиленное отведение от левой ноги.

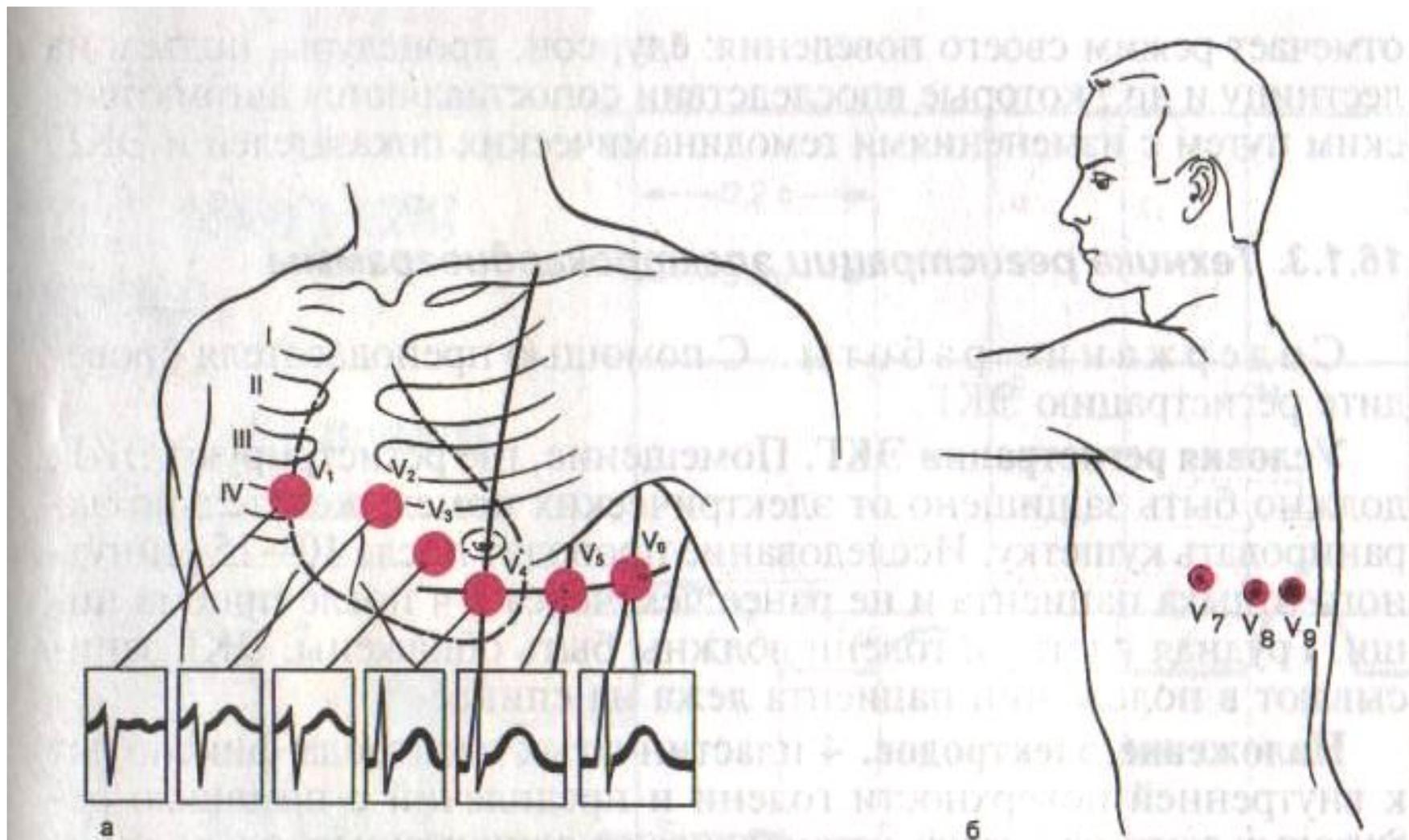
- I и aVL отведения отражают потенциалы передней и боковой стенки левого желудочка. III и aVF отведения отражают потенциалы нижнедиафрагмальной (задней) стенки левого желудочка. II отведение является промежуточным, подтверждает изменения в переднебоковой или в задней стенке левого желудочка.



Однополюсные грудные отведения V1 – V6

(Вильсон) регистрируют разность потенциалов между индифферентным и активным положительным электродом, установленным в определенных точках на поверхности грудной клетки. Для записи ЭКГ используют 6 стандартных позиций грудного электрода на передней и боковой поверхности грудной клетки.





Грудные ЭКГ-отведения.

а ($V_1—V_6$) — стандартные позиции грудного электрода по Вильсону; б ($V_7—V_9$) — дополнительные отведения по Небу.

Характеристика компонентов ЭКГ в норме

Зубцы;

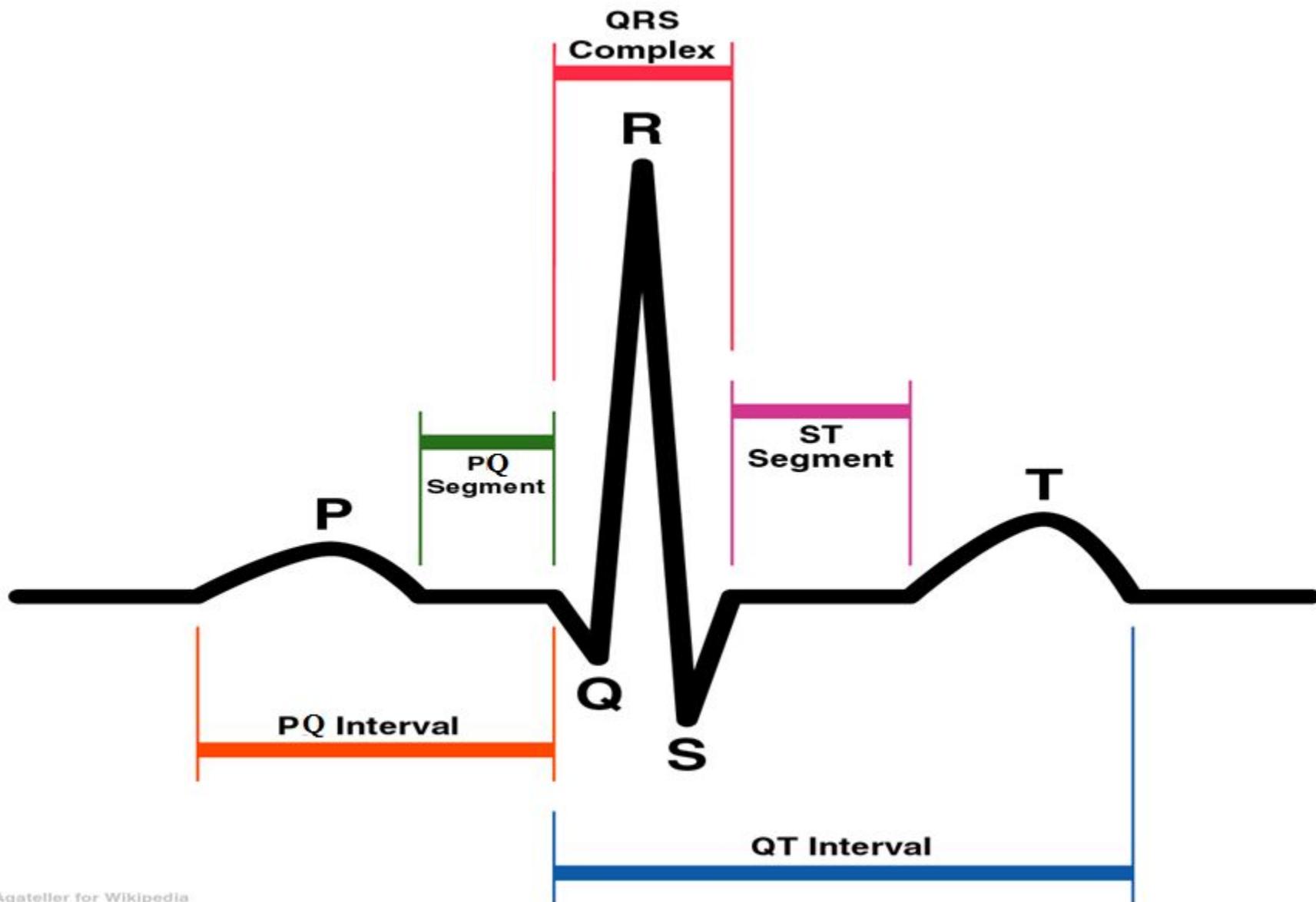
Сегменты – промежутки между зубцами.

Интервал – совокупность зубца и сегмента

Изолиния (изопотенциальная линия) -

возникает при отсутствии разности потенциалов, т.е. когда вся система не возбуждена или, наоборот, охвачена возбуждением. С позиций

электрокардиологии сердце состоит из двух возбудимых систем: предсердий и желудочков.



АНАЛИЗ ЭКГ

□ **Зубец Р** – отражает процесс деполяризации правого и левого предсердий, не более 0,1 с.

□ **Интервал Р-Q** - отражает время атриовентрикулярного проведения. Длительность интервала РQ 0,12-0,20 с, зависит в основном от частоты сердечных сокращений. **Сегмент Р-Q** - отражает

время атриовентрикулярной задержки.

Желудочковый комплекс QRST – отражает процесс распространения и угасания возбуждения в желудочках. Максимальная продолжительность QRS - 0,07-0,09 с (но не более 0,10 с).

Зубец Q – соответствует возбуждению верхушки сердца, правой сосочковой мышцы и внутренней поверхности желудочков.



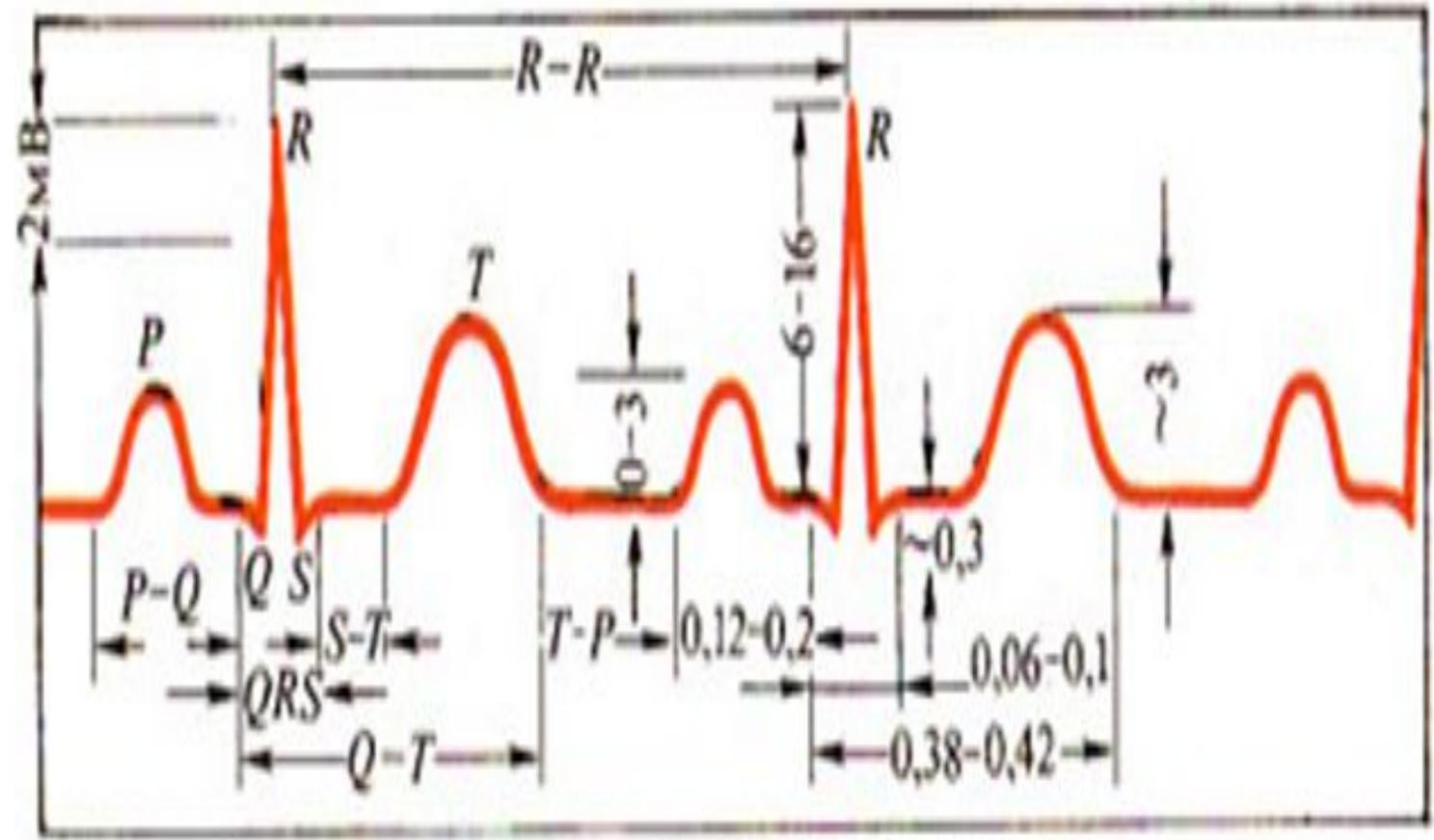
Зубец R - соответствует возбуждению основания сердца и наружной поверхности желудочков. Продолжительность зубца R - 0,05 с

Зубец S – отражает процесс распространения возбуждения базальных отделов межжелудочковой перегородки правого и левого желудочков.

Сегмент ST отражает состояние полного возбуждения обоих желудочков, в норме находится на изопотенциальной линии.

Зубец T - отражает процесс быстрой конечной реполяризации желудочков, продолжительность T - 0,16-0,24 с.

Амплитуда зубцов ЭКГ, мВ

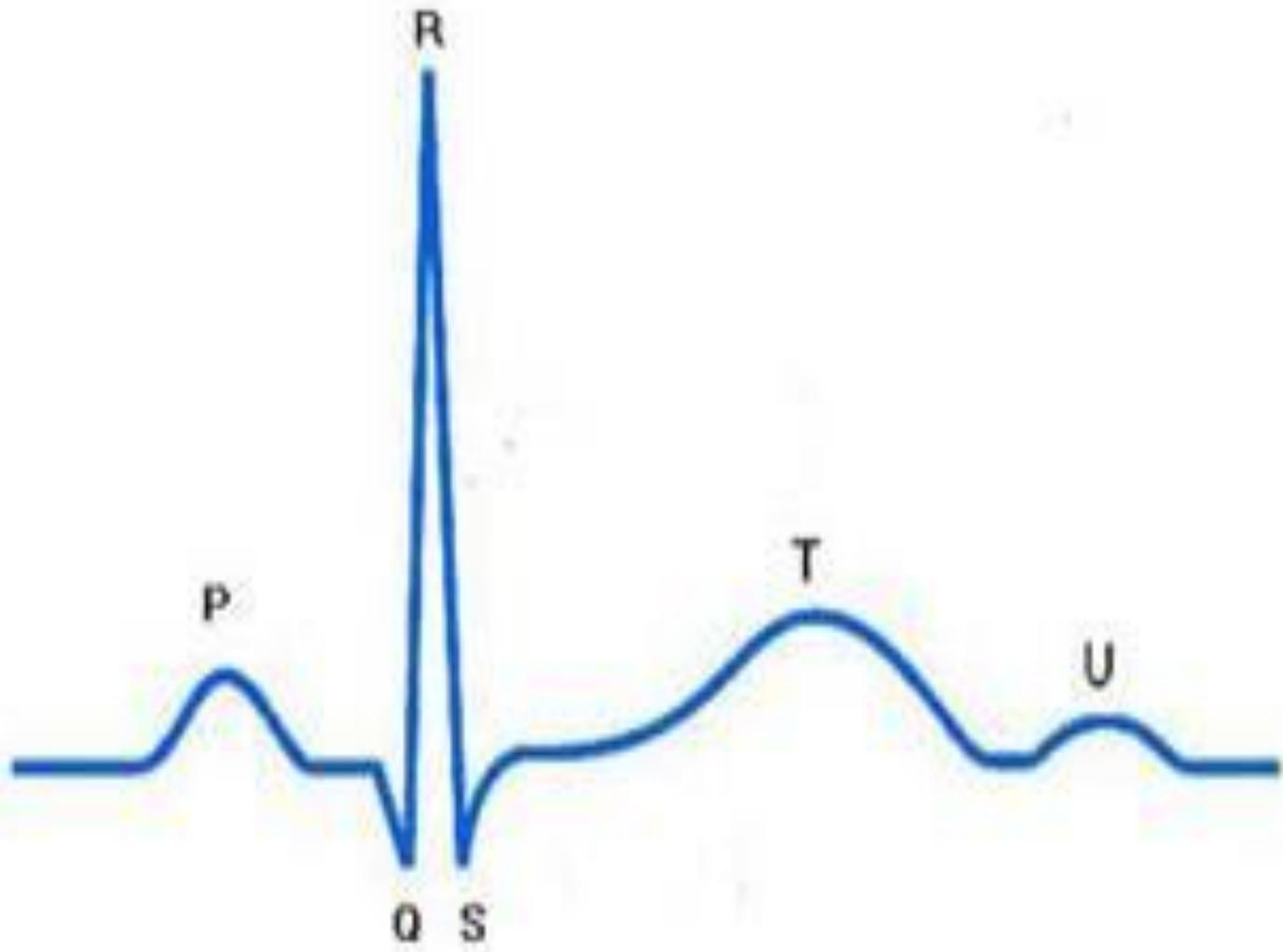


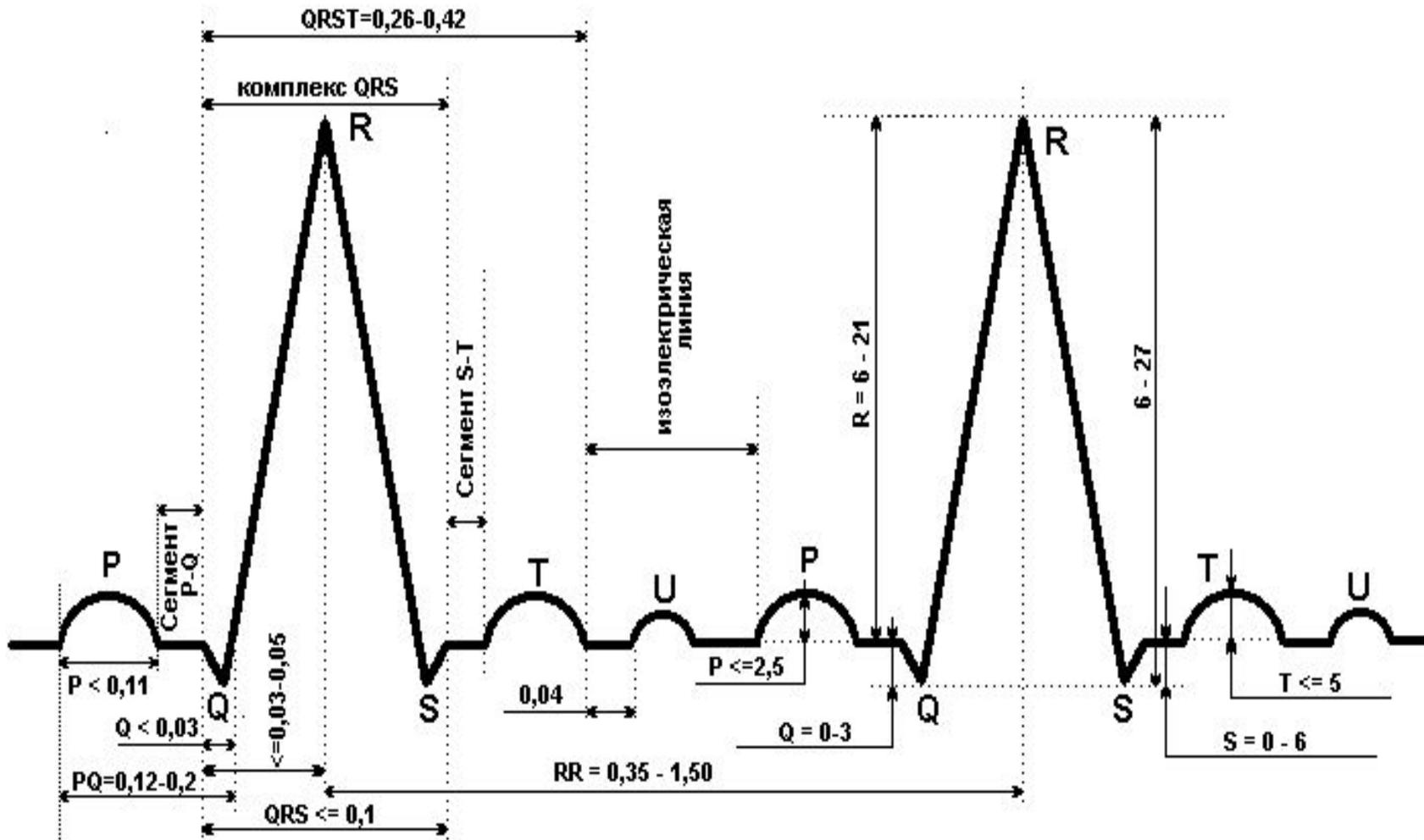
Временные интервалы между зубцами ЭКГ, с

В

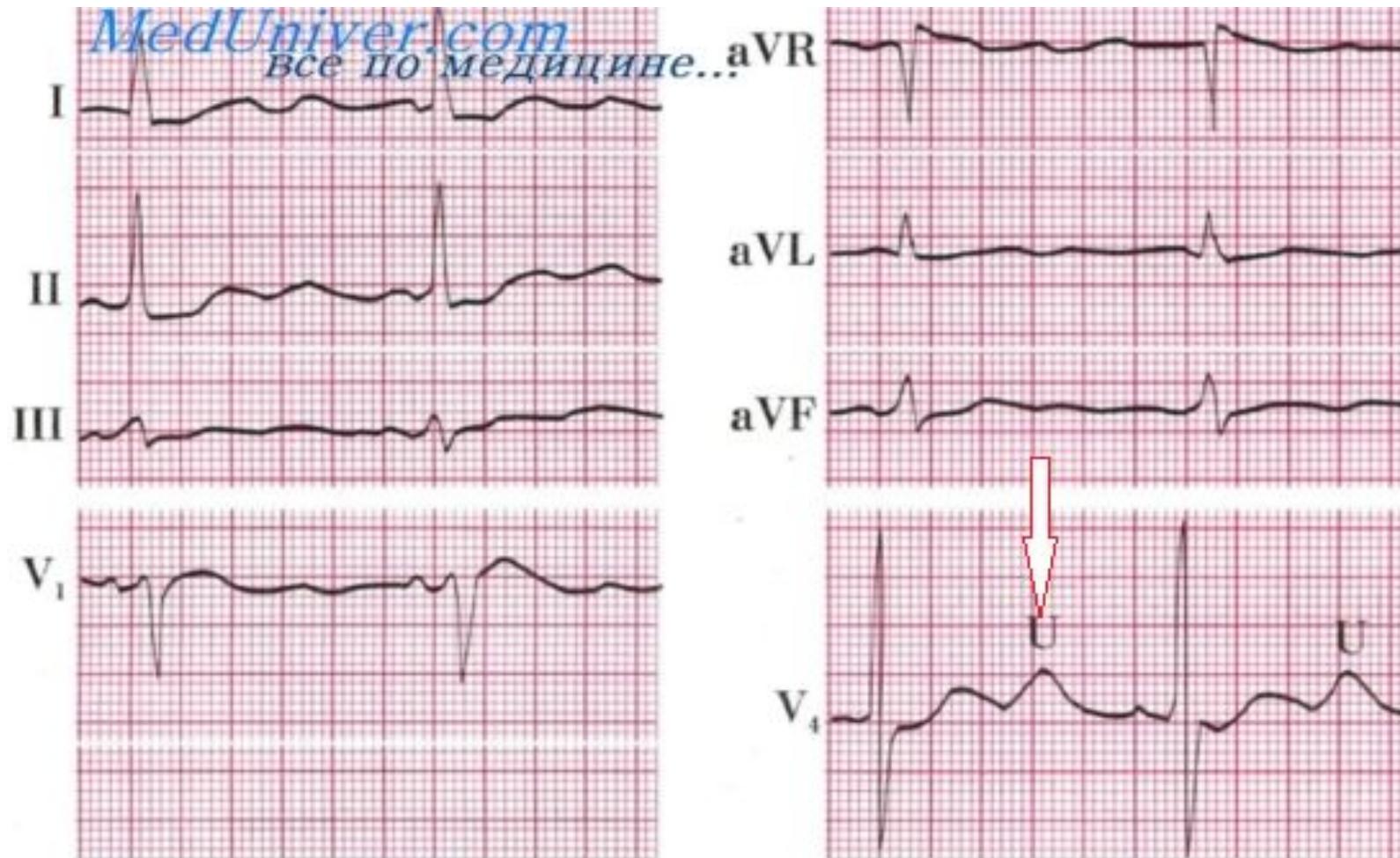
ЗУБЕЦ U

- Может присутствовать на ЭКГ. Точного представления о генезе зубца U не существует. Ряд авторов связывают появление зубца U с персистирующей электрической активностью отдельных элементов желудочков. Во втором отведении амплитуда не превышает 5 мм. Он появляется спустя 0,01 – 0,03 с после зубца T. Увеличение зубца U наблюдается при гипертрофии миокарда желудочков, электролитном дисбалансе (гипокалиемии, гиперкальциемии), лекарственных отравлениях.



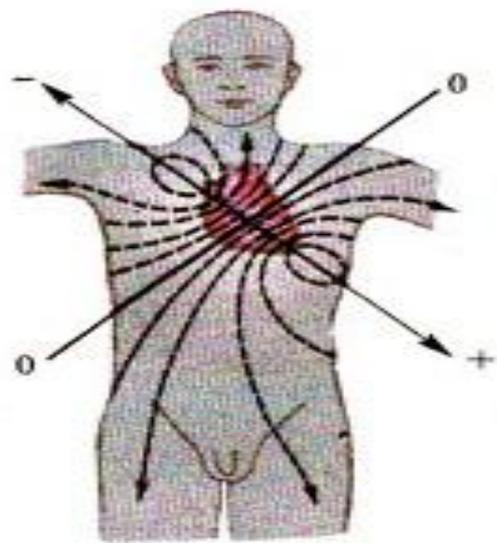


ПРИМЕР ПАТОЛОГИЧЕСКОГО ЗУБЦА U ПРИ ПЕРЕДОЗИРОВКЕ СЕРДЕЧНЫМИ ГЛИКОЗИДАМИ.

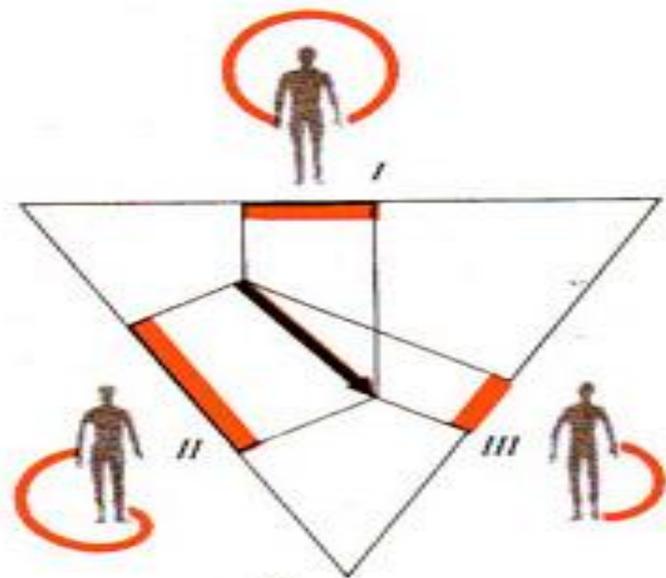


Электрическая ось сердца (ЭОС) – это условная линия, соединяющая в данный момент времени 2-е точки с наибольшей разностью потенциалов. По ЭКГ сравнивают амплитуды зубцов R в трех стандартных отведениях. В норме электрическая ось сердца совпадает с анатомической. На ЭКГ это отражается соотношением зубцов $R_2 > R_1 > R_3$ (нормограмма).



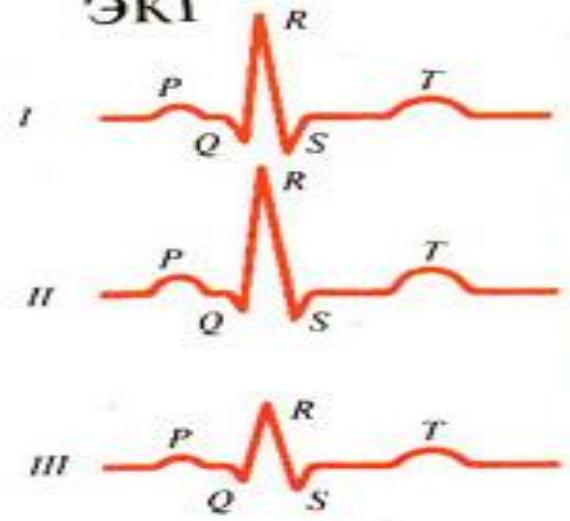


A

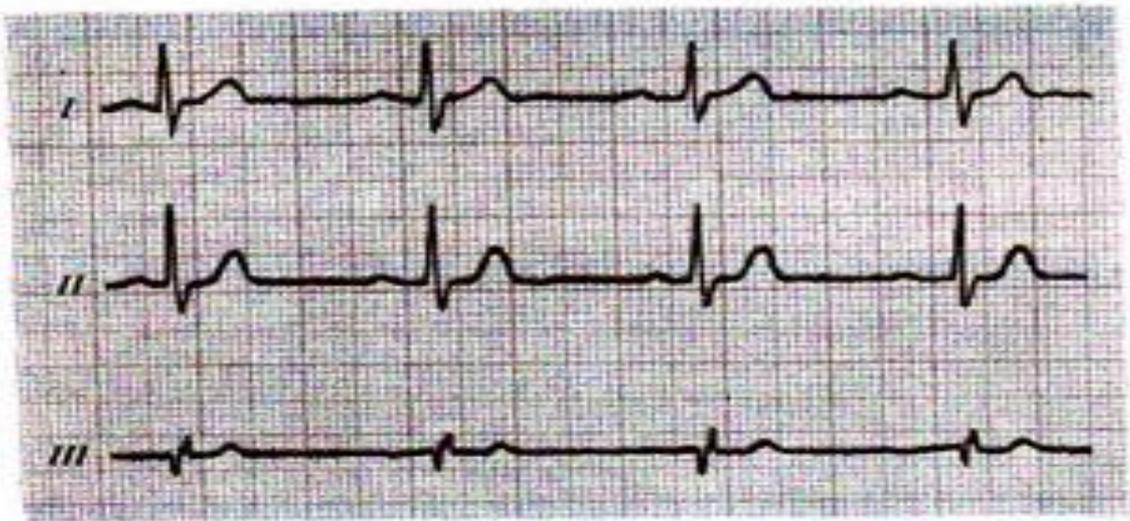


B

ЭКГ



B



Г

При отклонении оси вправо (правограмма) $R_3 > R_2 > R_1$. Это свидетельствует о вертикальном анатомическом смещении оси (вертикальное положение оси) сердца или о нарушении проведения возбуждения по правому желудочку.

При отклонении электрической оси влево (левограмма) соотношение зубцов будет $R_1 > R_2 > R_3$, что свидетельствует о горизонтальном анатомическом смещении оси (горизонтальное положение оси) или о нарушении проведения возбуждения по левому желудочку.

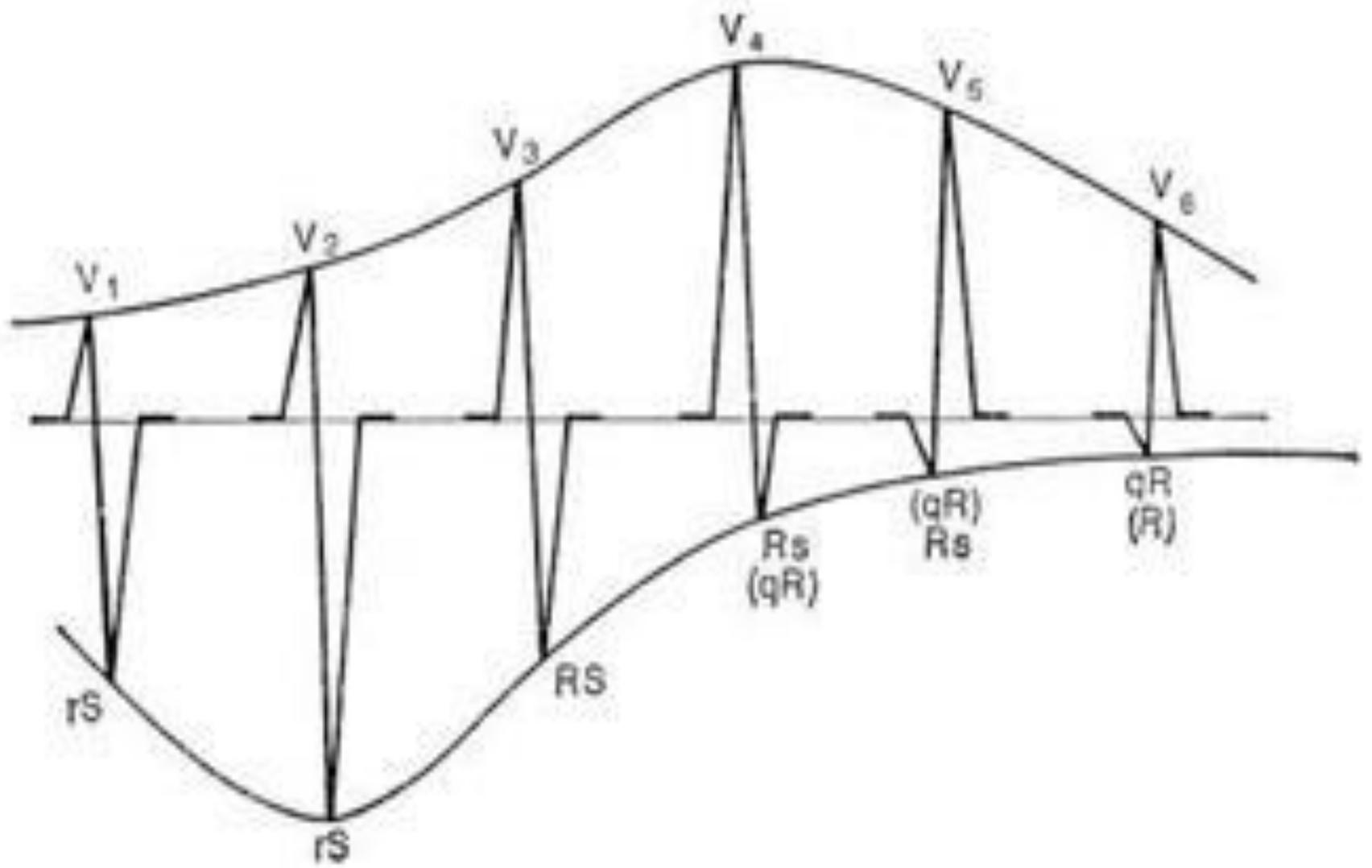


- Существуют и другие способы оценки ЭОС. В норме зубец R должен быть больше зубца S (отсчет ведут от изолинии) в I, II и III отведениях. Отклонение оси вправо (зубец S больше зубца R в I отведении) говорит о вертикальном положении ЭОС, что может быть вариантом нормы у астеников или свидетельствовать об гипертрофии правого желудочка, а отклонения влево (зубец S больше зубца R в II и III отведении) говорит о горизонтальном положении ЭОС, что может быть вариантом нормы у гиперстеников или может указывать на гипертрофию левого желудочка.

ПЕРЕХОДНАЯ ЗОНА НА ЭКГ

- При анализе ЭКГ следует учитывать **переходную зону** – она определяется отведением, в котором зубцы R и S эквивалентны, т. е. их амплитуда по обе стороны изоэлектрической линии равна. Обычно наблюдается в отведениях V3-V4. Самостоятельного диагностического значения не имеет, но в сочетании с другими диагностическими признаками смещение переходной зоны приобретает определенный вес.





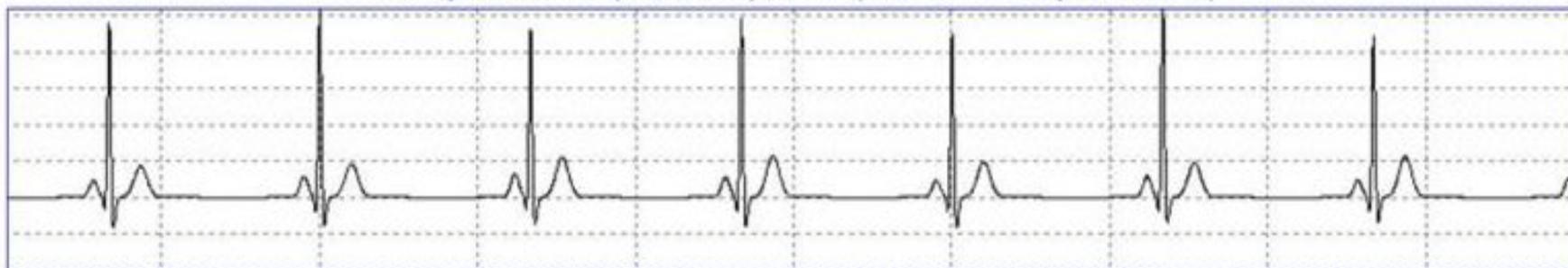
ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ НАРУШЕНИЯ РИТМА И ПРОВОДИМОСТИ

- ▣ **Синусовая брадикардия.** Правильный ритм. ЧСС $< 60 \text{ мин}^{-1}$. Синусовые зубцы Р. Интервал PQ 0,12 с. Причины: повышение парасимпатического тонуса (часто — у здоровых лиц, особенно во время сна; у спортсменов).
 - ▣ **Синусовая тахикардия.** Правильный ритм. Зубцы Р обычной конфигурации. ЧСС 100—180 мин^{-1} , у молодых лиц — до 200 мин^{-1} . Постепенное начало и прекращение. Причины: физиологическая реакция на нагрузку, в том числе эмоциональную, боль, лихорадка.
 - ▣ **Синусовая аритмия** (разброс интервалов RR превышает 0,12-016 с).
 - ▣ **Дыхательная аритмия.**
- 

Нормальная ЭКГ (ЧСС = 75 уд./мин.)



Синусовая брадикардия (ЧСС = 45 уд./мин.)

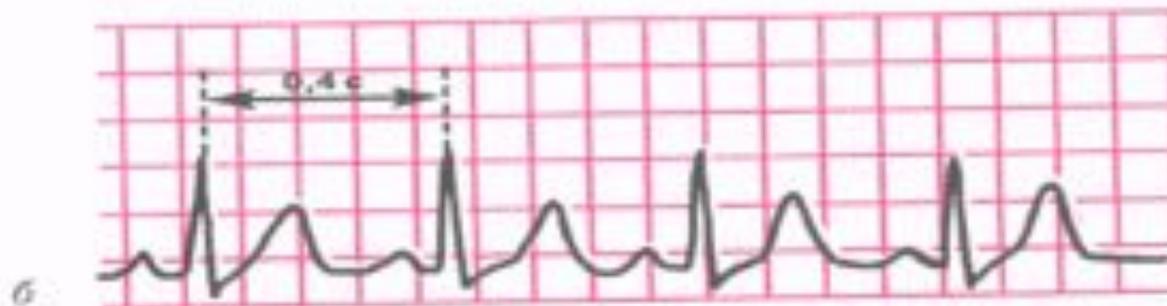
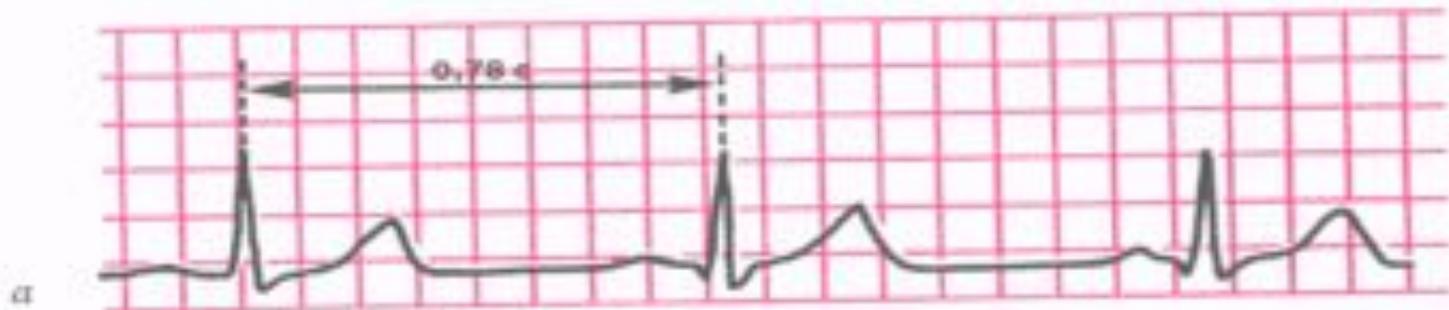


Синусовая тахикардия (ЧСС = 100 уд./мин.)

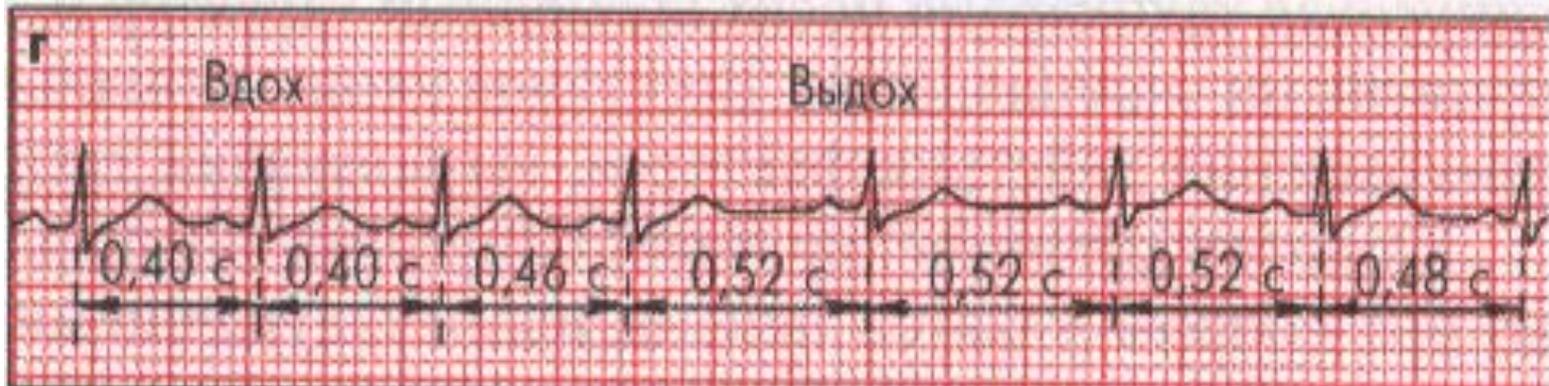


Синусовая тахикардия

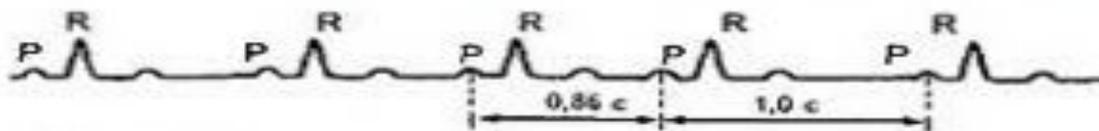
а – ЭКГ здорового человека, зарегистрированная в покое (ЧСС 77 в минуту);
б – ЭКГ того же человека после физической нагрузки (синусовая тахикардия, ЧСС 150 в минуту)



ДЫХАТЕЛЬНАЯ АРИТМИЯ



СИНУСОВАЯ АРИТМИЯ



Синусовая аритмия: интервалы P—P различны; самый большой интервал P—P отличается от самого малого интервала P—P более чем на 0,12"

ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ НАРУШЕНИЯ РИТМА И ПРОВОДИМОСТИ

- Синдром внезапной остановки синусового узла (диагностическое значение имеют паузы более 3 секунд).
- Некоторые виды атриовентрикулярных и внутрижелудочковых блокад (атриовентрикулярная блокада 1 степени, блокада правой ножки пучка Гисса).
- Экстрасистолы



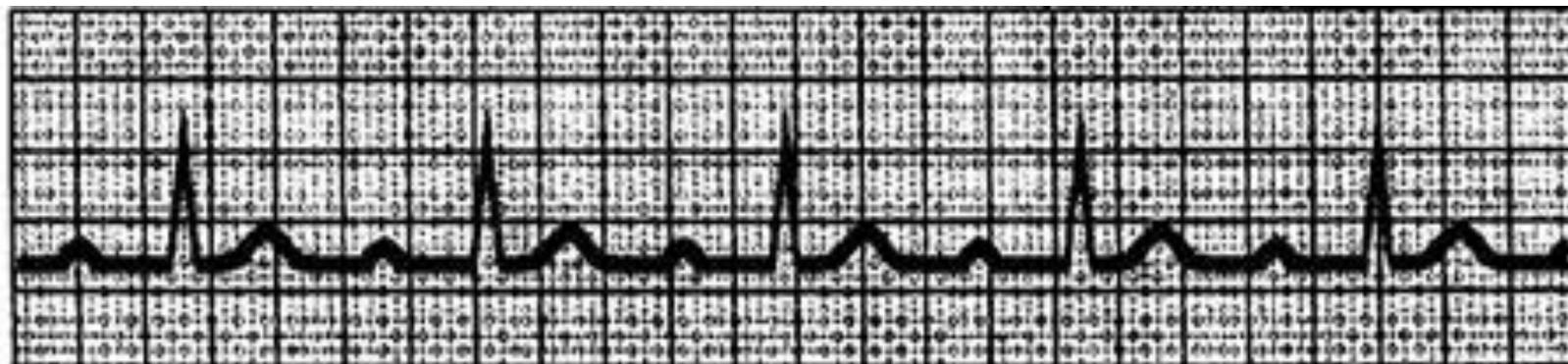


Рис. 12.4. АВ блокада 1 степени. Удлинение интервала PR

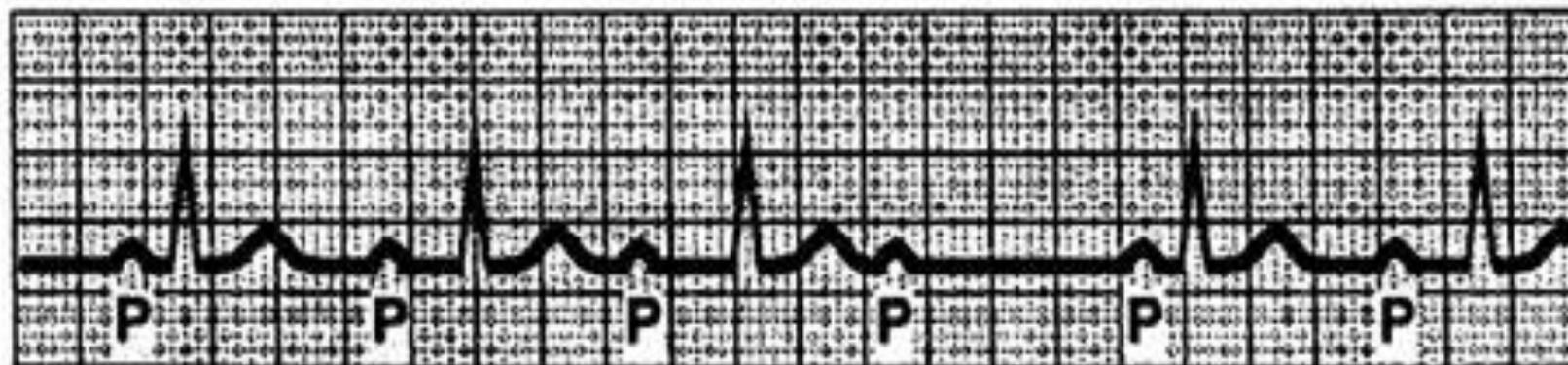
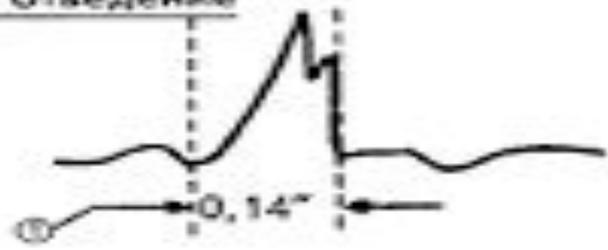
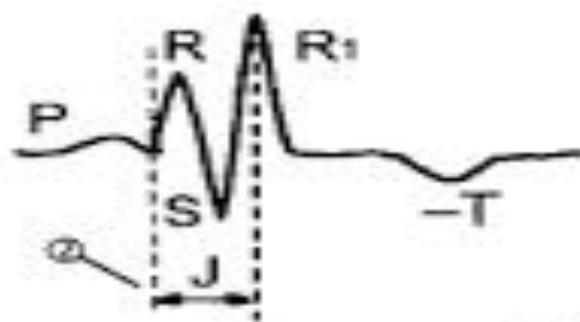
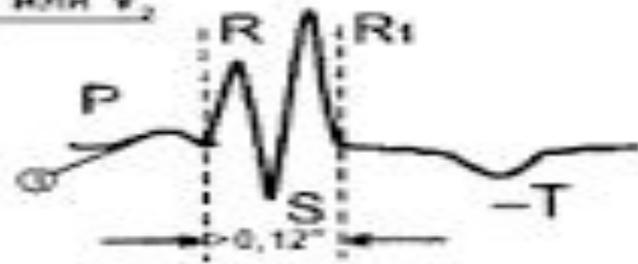


Рис. 12.5. АВ блокада 2 степени типа Мобитц I (с периодами Венкебаха). Частота зубцов P нормальная, однако интервал PR постепенно удлиняется вплоть до выпадения единичного комплекса QRS (после 4-го зубца P)

III стандартное отведение



отведение V₁ или V₂



время внутреннего отклонения > 0,02"

Рис. 45. Блокада правой ножки пучка Гиса



Экстрасистола – внеочередное сокращение сердца. Выделяют:

-синусовые;

-предсердные;

-атриовентрикулярные (наджелудочковые);

-желудочковые.



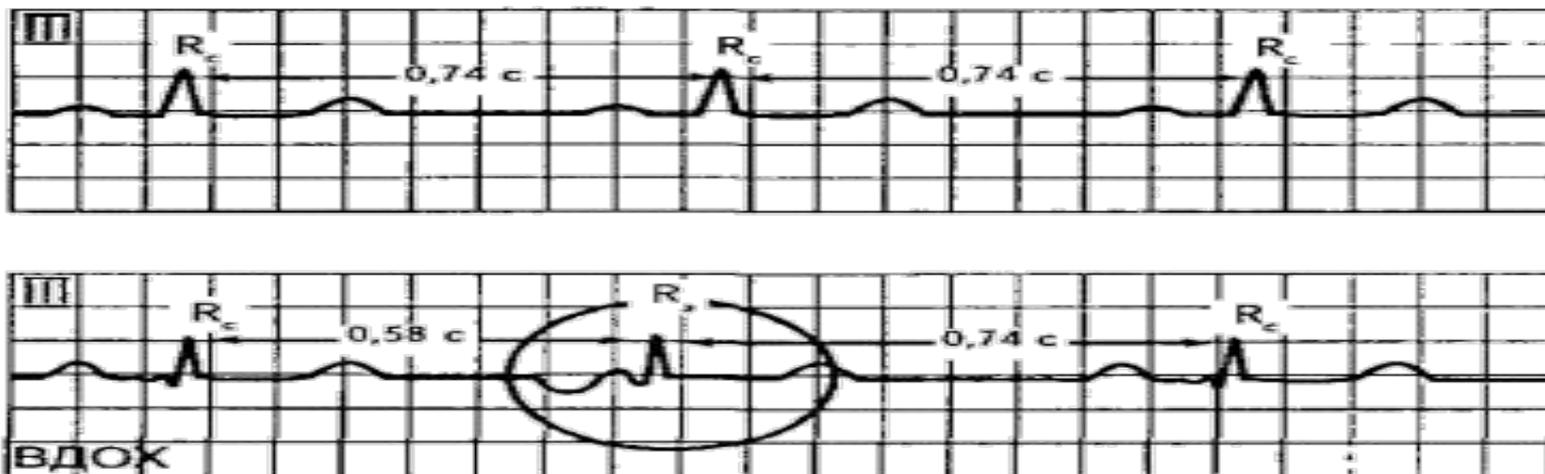
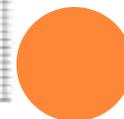
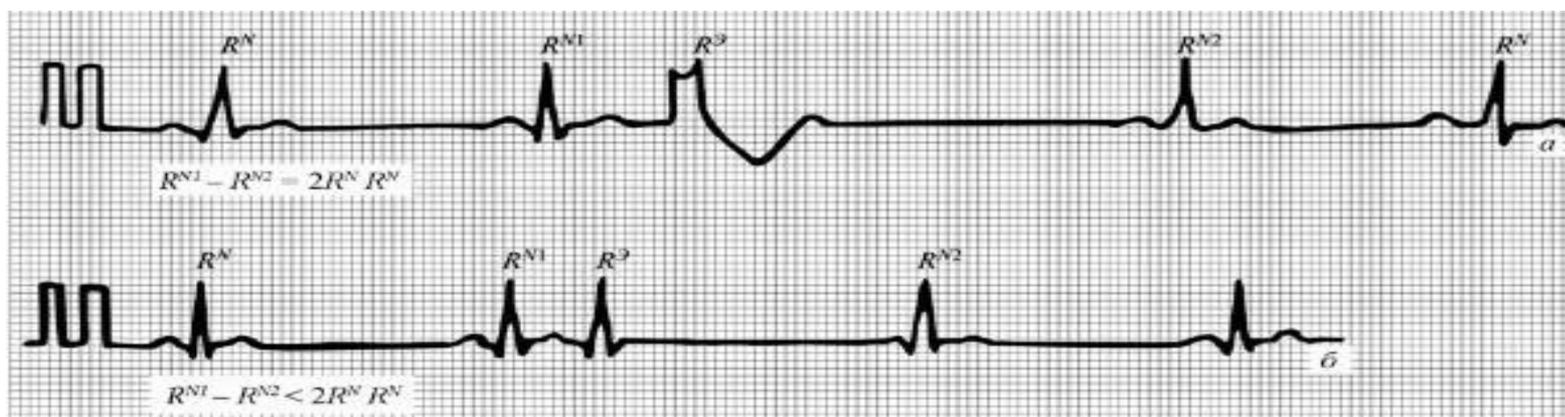


Рис. 68. Предсердная экстрасистола.
В отведении III (вдох) — предсердная экстрасистола

ЖЕЛУДОЧКОВАЯ И НАДЖЕЛУДОЧКОВАЯ ЭКСТРАСИСТОЛЫ



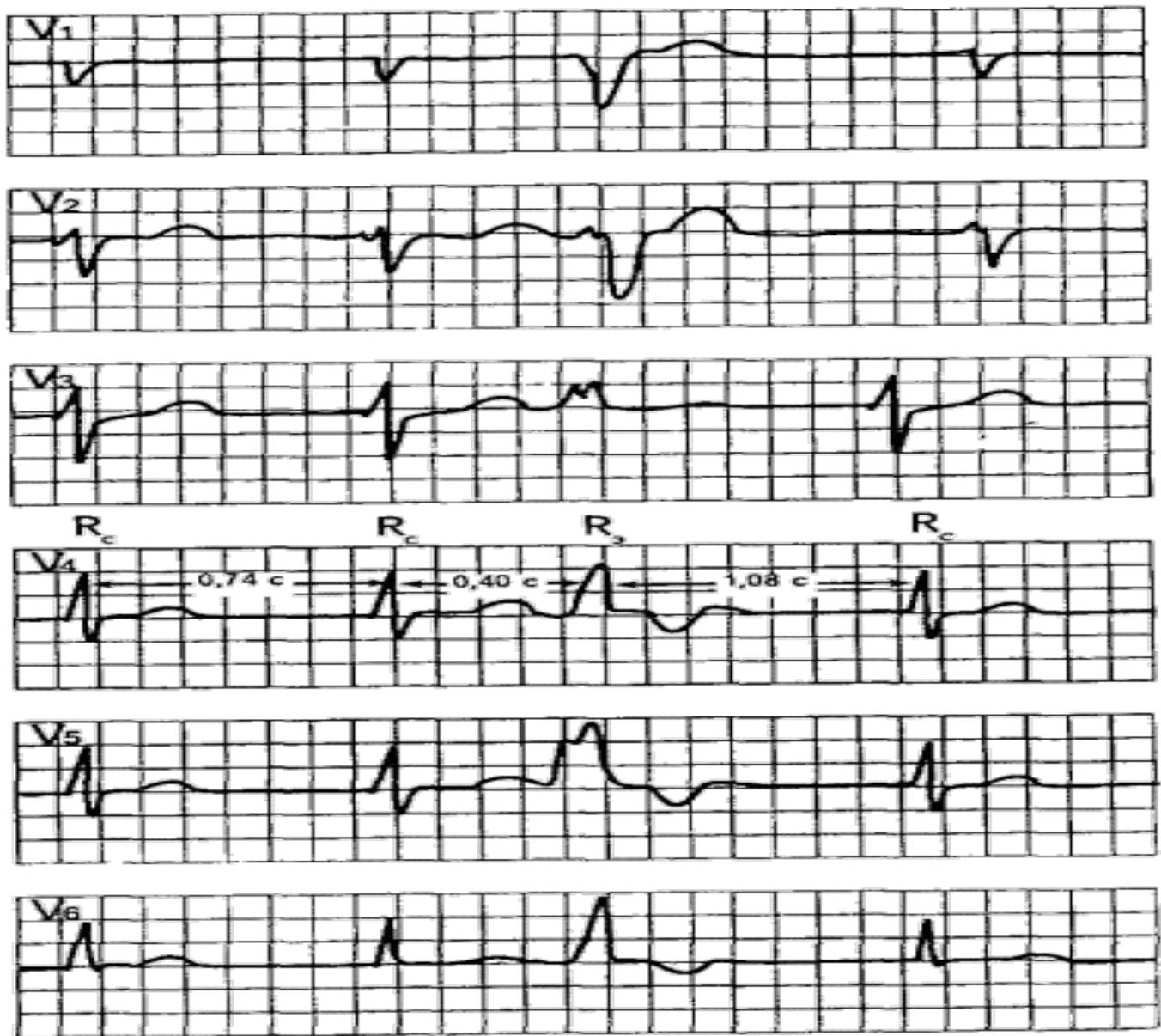


Рис. 69. Желудочковая extrasистола
(синхронная запись грудных отведений)



РЕГУЛЯЦИЯ СЕРДЕЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ



Регуляция сердечной деятельности предполагает четкое взаимодействие его отделов, тонкое приспособление к запросам системы кровообращения и организма в целом. Выделяют следующие регуляторные эффекты:

- инотропный** (регуляция силы сокращений, <или>);
- хронотропный** (регуляция частоты сокращений);
- батмотропный** (регуляция возбудимости);
- дромотропный** (регуляция проводимости);
- тонотропный** (регуляция тонуса миокарда и интенсивности обменных процессов).



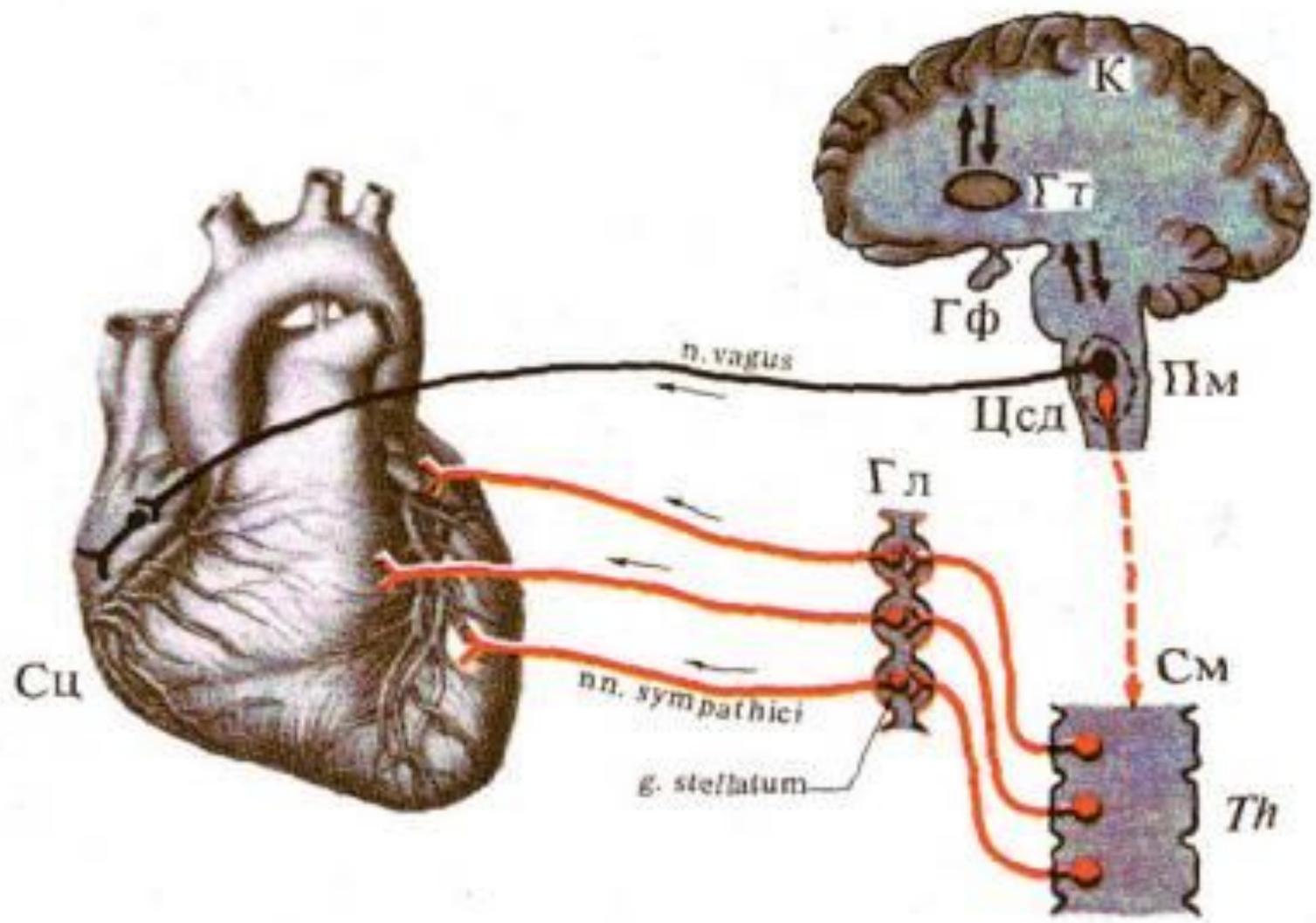
НЕРВНАЯ РЕГУЛЯЦИЯ СЕРДЕЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Обеспечивается вегетативной нервной системой, которая оказывает на деятельность сердца следующие эффекты:

- Симпатическая нервная система оказывает положительный хроно- ино- батмо- тоно- и дромотропный эффекты.
- Парасимпатическая нервная система оказывает отрицательный хроно- ино- батмо- тоно- и дромотропный эффекты. При сильном раздражении блуждающих нервов работа сердца на некоторое время прекращается.



НЕРВНАЯ РЕГУЛЯЦИЯ СЕРДЕЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ



ИНТРАКАРДИАЛЬНЫЕ ПЕРИФЕРИЧЕСКИЕ РЕФЛЕКСЫ

В самом сердце имеются структуры, обеспечивающие местные кардиокардиальные рефлексy, дуга которых замыкается на уровне интрамуральных ганглиев, нейрональных цепей.



ЭКСТРАКАРДИАЛЬНАЯ РЕФЛЕКТОРНАЯ РЕГУЛЯЦИЯ

- ▣ Является вспомогательным механизмом в регуляции сердца. Она обеспечивает регуляцию сердца в соответствии с запросами сердечно-сосудистой системы и организма в целом. Осуществляется ч/з рефлексогенные зоны аорты, каротидного синуса и сердца.
- ▣ Принято различать три вида рефлекторных реакций: **собственные, сопряженные и неспецифические.**



СОБСТВЕННЫЕ РЕФЛЕКСЫ

- ▣ **Собственные рефлексы обеспечивают регуляцию деятельности сердца, как части системы кровообращения. Вызываются раздражением рецепторов сердечно-сосудистой системы.**
- ▣ **-барорецептивный рефлекс** (с барорецепт. магистральных артерий, аорты, каротидного синуса) – тормозное влияние на сердце;
- ▣ **- хеморецептивный рефлекс** (с аортальных хеморецепторов) – положительный хронотропный эффект.



ЭКСТРАКАРДИАЛЬНАЯ РЕФЛЕКТОРНАЯ РЕГУЛЯЦИЯ

- **рефлекс Бейнбриджа** (с механорецепторов предсердий и полых вен) - увеличение силы и ЧСС в ответ на повышение давления в устьях полых вен и предсердий.



СОПРЯЖЕННЫЕ РЕФЛЕКСЫ

Регулируют (сопрягают) одновременно несколько вегетативных функций (кровообращение, выделение, пищеварение). Это сопутствующие эффекты раздражения любых рефлексогенных зон, не принимающих прямого участия в регуляции кровообращения: -рефлекс Гольца; -рефлекс Данини-Ашнера; -дыхательная аритмия – увеличение частоты сердечных сокращений при вдохе и уменьшение при выдохе. Сопряженные и собственные рефлекссы могут быть условнорефлекторными.

НЕСПЕЦИФИЧЕСКИЕ РЕФЛЕКТОРНЫЕ РЕАКЦИИ

- В основном воспроизводятся в эксперименте или при патологии (рефлекс (триада) Бецольда-Яриша - брадикардия, гипотензия, апное при внутрикоронарном введении никотина, алкоголя и других растительных алкалоидов).



МИОГЕННЫЕ (МЕСТНЫЕ) МЕХАНИЗМЫ САМОРЕГУЛЯЦИИ

- Обеспечивают соответствие сердечного выброса венозному возврату и его постоянство при изменении давления в аорте, реализуются, в основном, за счет свойств самого миокарда.
- Выделяют механизмы **гетерометрической** и **гомеометрической** саморегуляции.



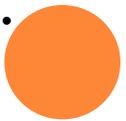
ГЕТЕРОМЕТРИЧЕСКАЯ И ГОМЕОМЕТРИЧЕСКАЯ САМОРЕГУЛЯЦИЯ

Гетерометрическая саморегуляция – сила сокращения сердца в систолу пропорционально его наполнению в диастолу, или сила сокращения желудочков является функцией длины мышечных волокон перед сокращением (закон Франко-Старлинга – закон сердца).

Гомеометрическая саморегуляция – изменение силы сокращения сердца не связанное с изменением длины сердечной мышцы. Обеспечивает постоянство сердечного выброса при изменении давления в аорте (эффект Анрепа).

Эффект Анрепа – повышение давления в аорте сначала вызывает уменьшение систолического объема и увеличение остаточного конечнодиастолического объема крови, но затем происходит увеличение силы сокращений сердца и сердечный выброс устанавливается на новом уровне силы сокращений.

Лестница Боудича, или **ритмоинотропная зависимость** — усиление сокращений кардиомиоцитов при увеличении ритма раздражений (каждое последующее сокращение сильнее предшествующего). Ритмоинотропная зависимость связана с изменениями внутриклеточного Ca^{2+} при увеличении (или уменьшении) ритма сокращений.



ГУМОРАЛЬНАЯ РЕГУЛЯЦИЯ

Гуморальная регуляция дополняет рефлекторную. Она является менее значимой, чем миогенная и рефлекторная регуляции.

Ацетилхолин – эффекты парасимпатической нервной системы, угнетает атриовентрикулярную проводимость.

Катехоламины (адреналин, норадреналин, дофамин) – эффекты симпатической нервной системы, в основном, положительный хронотропный и инотропный эффекты на сердце.

Гипоксемия, гиперкапния и ацидоз угнетают работу сердца

ГУМОРАЛЬНАЯ РЕГУЛЯЦИЯ

Ионы кальция повышение возбудимости и сократимости миокарда, увеличение силы сокращения сердца. Передозировка его приводит к остановке сердца в фазе систолы.

Тироксин учащает сердечный ритм, тироксин и кортизол усиливают эффекты катехоламинов на сердце (пермиссивный эффект)

Глюкагон, ангиотензин, вазопрессин, глюкокортикоиды и минералокортикоиды вызывают увеличение силы сокращений сердца (положительный инотропный эффект).. 

ГУМОРАЛЬНАЯ РЕГУЛЯЦИЯ

Аденозин – уменьшает пейсмекерную активность клеток синатриального узла и снижает скорость проведения в атриовентрикулярном узле и проводящей системе сердца.

Ионы калия – (в норме 4,5 ммоль/л) – небольшое повышение концентрации ионов калия приводит к увеличению возбудимости миокарда и скорости проведения возбуждения по проводящей системе сердца. Увеличение К в плазме (около 8 ммоль/л) уменьшает возбудимость и проводимость миокарда, скорость спонтанной диастолической деполяризации в пейсмекерах синоатриального узла, выше 10 ммоль/л приводит к асистолии (остановке сердца в диастоле) ●

ЭНДОКРИННАЯ ФУНКЦИЯ СЕРДЦА

- Предсердия вырабатывают **натрийуретический гормон**(**натрийуретический фактор предсердия (ANF)**), также синтезируется легкими и другими тканями:

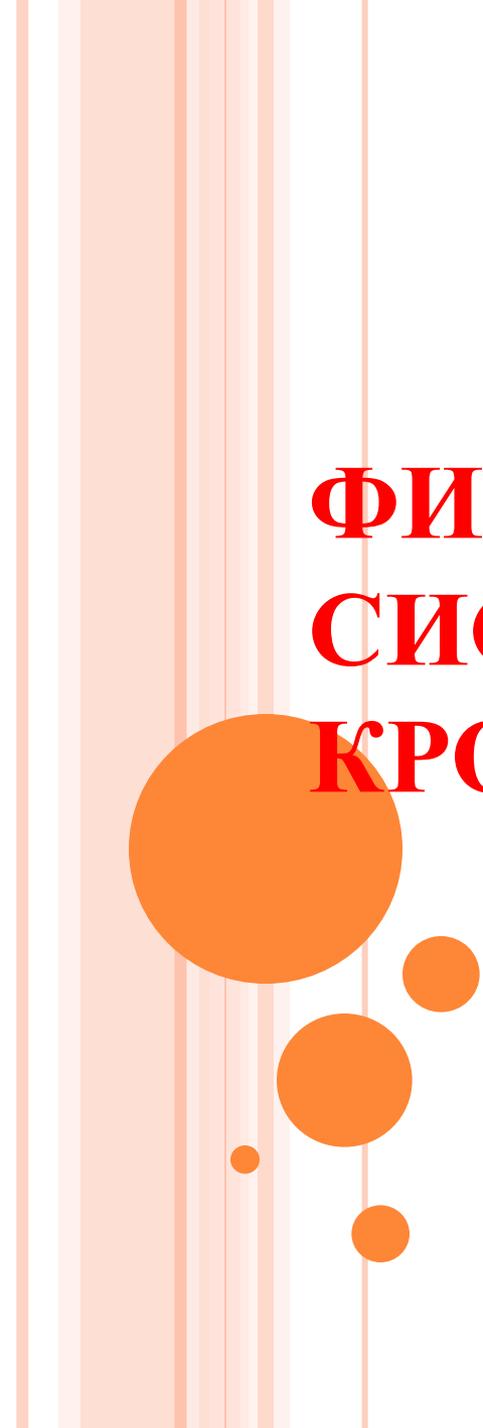
- повышает экскрецию почками ионов Na^+ , Cl^- и воды, подавляя их реабсорбцию в канальцах нефронов.
- увеличивает клубочковую фильтрацию.
- подавляет секрецию ренина и альдостерона.
- - расслабляет гладкие мышечные клетки мелких сосудов, способствуя снижению АД.
- уменьшает выделение катехоламинов.



ЭНДОКРИННАЯ ФУНКЦИЯ СЕРДЦА

- **Адреномедуллин** – продуцируется, в основном в желудочках сердца, гладкой мускулатурой стенок сосудов и эндотелиальными клетками, в мозге, почках, легких и в поджелудочной железе.
- **Белок, родственный паратиреоидному гормону (БрПТГ)** – секретируется, в основном, в предсердиях, а также гладкой мускулатурой всех исследованных органов, включая артерии.
- **Эндотелин 1, эндотелин 2, эндотелин 3** – образуются в эндотелии сосудов





ФИЗИОЛОГИЯ СИСТЕМНОГО КРОВООБРАЩЕНИЯ

**ФИЗИОЛОГИЯ СЕРДЕЧНО-
СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ**

ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ СОСУДОВ

- упругорастяжимые сосуды (амортизирующие) – аорта, легочные артерии, крупные артерии. Эти сосуды превращают ритмический выброс в равномерный кровоток;
- резистивные сосуды (сосуды сопротивления) артериолы с пре- и посткапиллярными отделами, которые все вместе создают общее сопротивление кровотоку;
- прекапиллярные сфинктеры (сосуды-сфинктеры) - контролируют число работающих капилляров;

ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ СОСУДОВ

- обменные сосуды (истинные капилляры) - в этих сосудах осуществляется обмен между кровью и тканями;
 - емкостные сосуды (вены)- это сосуды с большой растяжимостью, способные вмещать большой объем крови;
 - шунтирующие сосуды (почти во всех тканях) – это артерио-венозные анастомозы. Регулируют регионарный кровоток.
 - сердце – насос, ритмически, выбрасывающий кровь в сосуды.
- 

Движущей силой кровотока является разница давления между отделами сосудистого русла. Поэтому, главным фактором, обеспечивающим движение крови по сосудам, является перепад давления в каждом сегменте сосудистого русла.



Движение крови по сосудам обеспечивают:

- работа сердца
- наличие в венах клапанов
- присасывающее действие грудной клетки
- наличие мышечного насоса
- присасывающее действие правых отделов сердца



Время полного кругооборота крови - время, необходимое, чтобы кровь прошла через малый и большой круги кровообращения. У человека время полного кругооборота крови составляет в среднем 27 систол сердца; при ЧСС 70-80 = примерно 20-23 с.



КРОВЯНОЕ ДАВЛЕНИЕ, ЕГО ВИДЫ

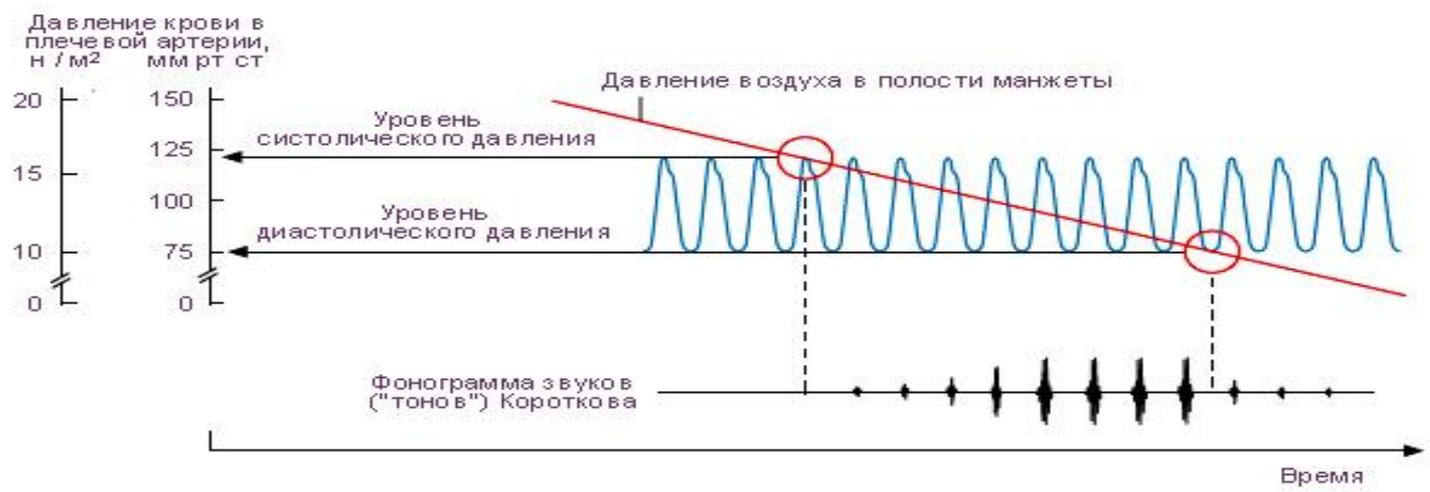
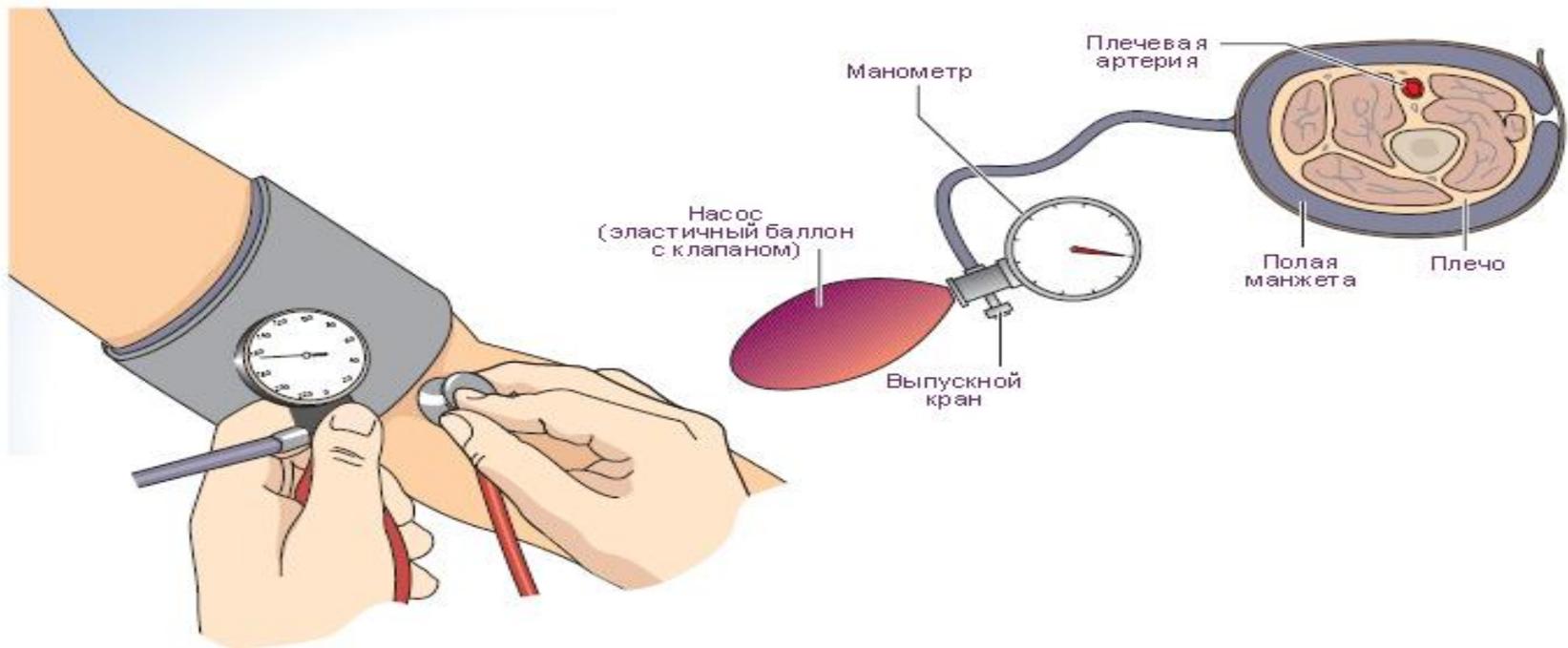
Давление крови движущейся по сосудам на их стенки называется кровяным давлением (артериальное и венозное).

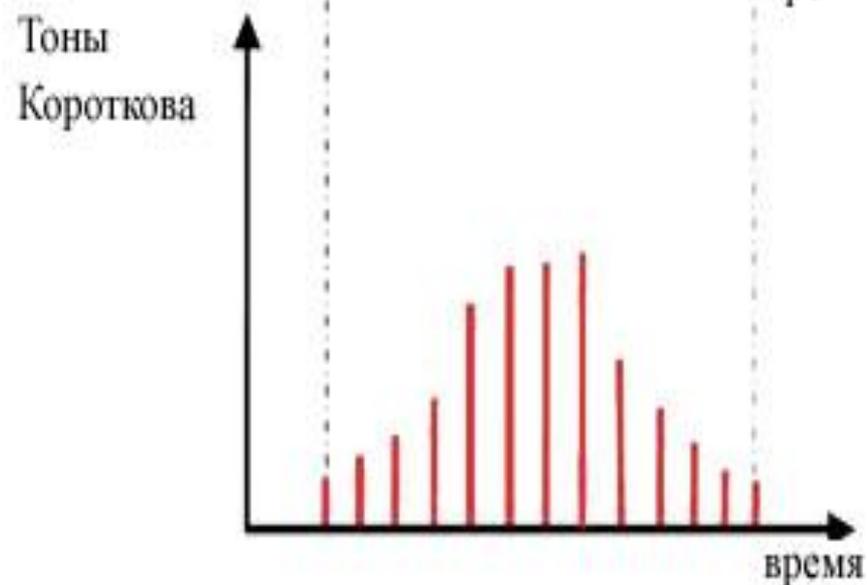
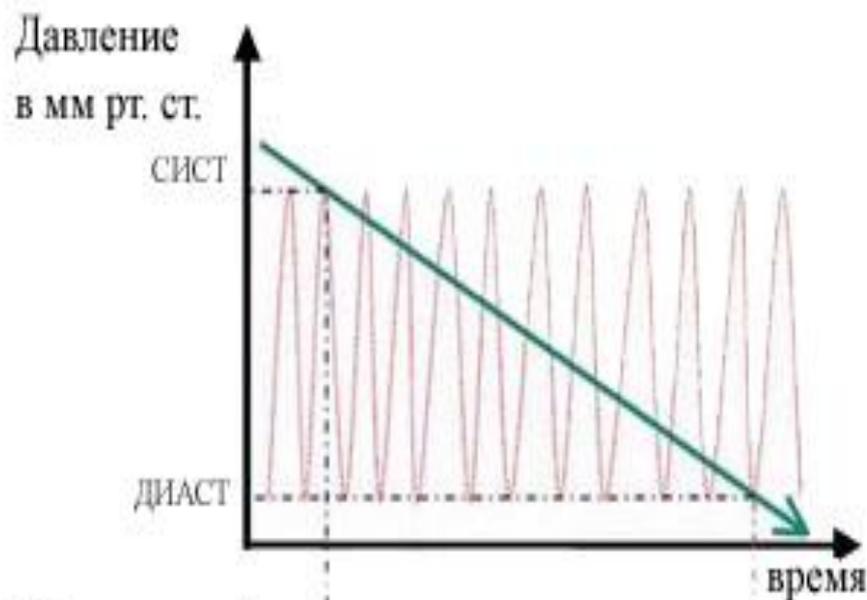
Артериальное давление – один из важнейших параметров системы кровообращения.

Отражающий:

- деятельность сердца;
- упругое сопротивление растяжению стенок аорты и артерий;
- суммарное сопротивление кровотоку;
- вязкость крови;
- гидростатическое давление крови.







- Снижение давления в манжете тонометра.
- Слышимость первого тона Короткова, который соответствует систолическому артериальному давлению.
- Сначала звучность тонов Короткова усиливается, а затем уменьшается.
- Последний различимый тон соответствует диастолическому артериальному давлению.

ВИДЫ АРТЕРИАЛЬНОГО ДАВЛЕНИЯ

- АД систолическое (в момент завершения систолы; отражает работу сердца и ригидность аорты) около 120 мм.рт.ст.(110-125)
- АД диастолическое (в момент диастолы; отражает периферическое сопротивление) около 80 мм.рт.ст.(60-80)
- АД пульсовое = АД сист. - АД диаст.(35-50)



ВИДЫ АРТЕРИАЛЬНОГО ДАВЛЕНИЯ

- АД среднединамическое (отражает динамическую энергию движения крови)

$$\text{АД} = \frac{\text{АД диаст.} + (\text{АД сист.} - \text{АД диаст.})}{2} \quad (\text{для центр. артерий})$$

$$\text{АД} = \frac{\text{АД диаст.} + (\text{АД сист.} - \text{АД диаст.})}{3} \quad (\text{для периф. артерий})$$

- 📧 АД среднее $(\text{АД сист.} + \text{АД диаст.}) : 2$
(90-95 мм.рт.ст.)

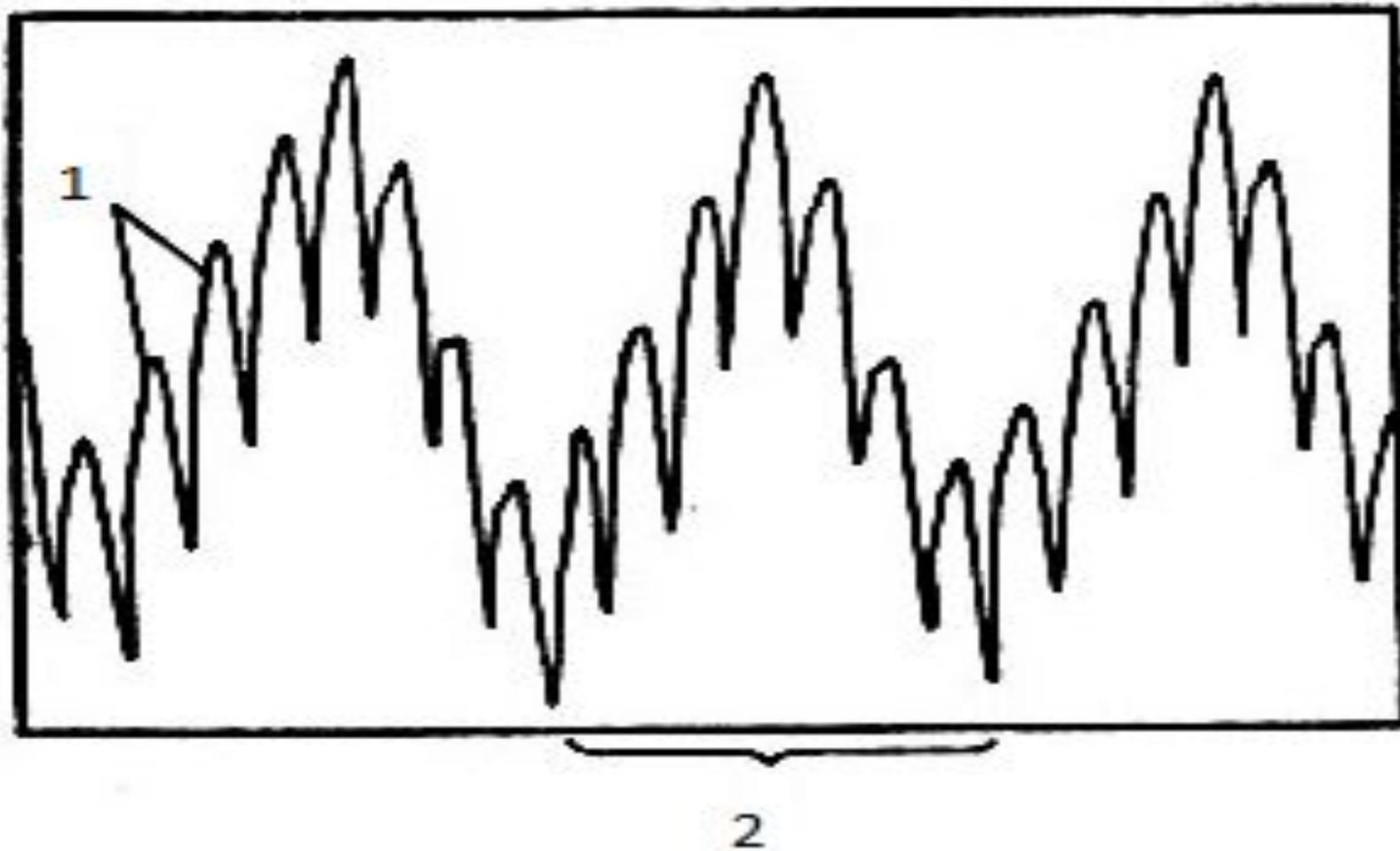


КРИВАЯ АД

- 1. **Волны первого порядка** (пульсовые)- обусловлены повышением давления в сосудах в систолу и снижением в диастолу.
- 2. **Волны второго порядка** – (дыхательные) у человека вдох сопровождается понижением АД, а выдох — повышением.
- 3. **Волны третьего порядка** - обусловлены периодическими изменениями тонуса сосудодвигательного центра.



КРИВАЯ АД



КРОВЯНОЕ ДАВЛЕНИЕ, ЕГО ВИДЫ

Венозное давление зависит от:

- объема крови, поступающей в венозную систему;
- изменений давления в правом желудочке;
- тонуса венозных сосудов;
- экстравазкулярных факторов (сокращение поперечнополосатой мускулатуры).

Центральное венозное давление – это давление в устьях полых вен (в норме приближается к 0)



Основными факторами, определяющими величину давления, являются **объемная скорость кровотока** и **величина общего периферического сопротивления сосудов (ОПСС)**.



ОСНОВНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ДВИЖЕНИЯ КРОВИ ПО СОСУДАМ

-  **Объемная скорость кровотока** - перемещение единицы объема крови через поперечное сечение сосуда в единицу времени. Зависит от:
- -разности давлений в данной сосудистой области;
 - -сопротивления в данной сосудистой области.

$$Q=(P1-P2)/R$$



□-**Линейная скорость кровотока** - характеризует движение частицы потока в единицу времени. Она равна объемной скорости, деленной на площадь поперечного сечения кровеносного сосуда.

□**Зависит:**

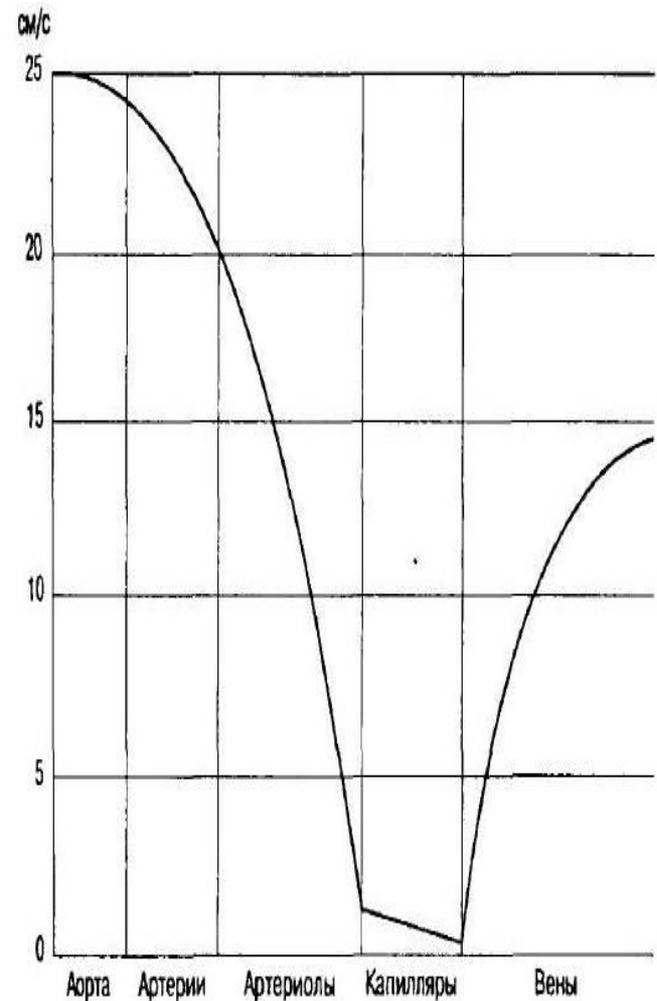
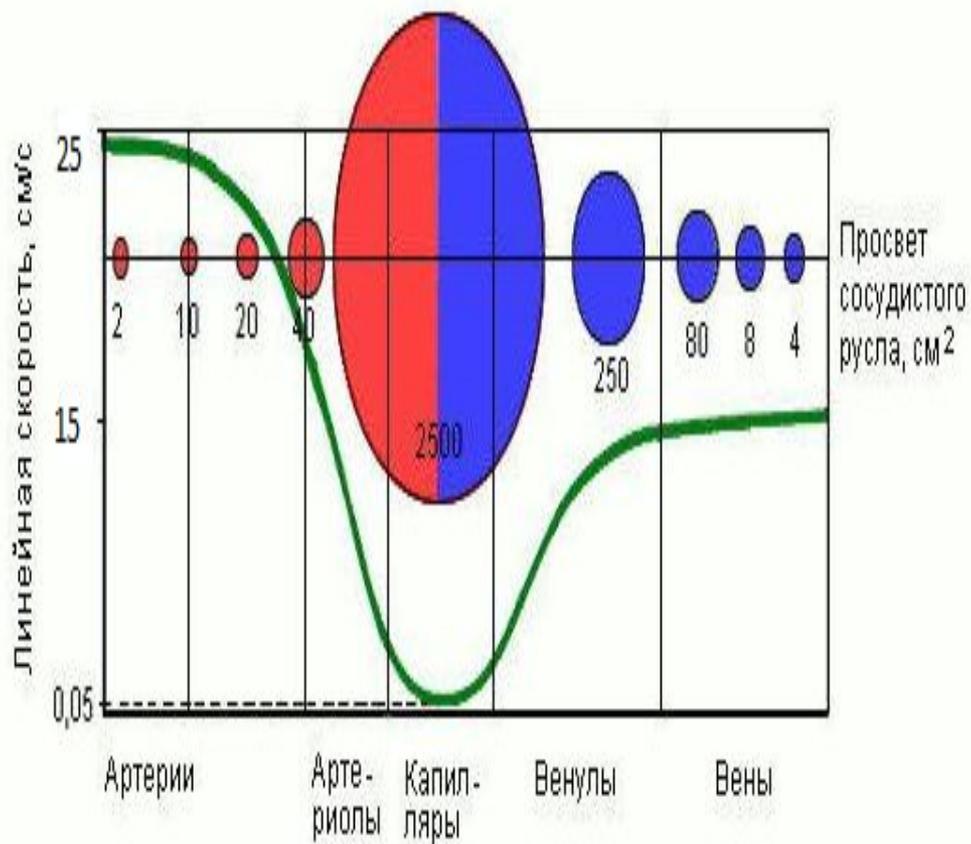
□- от поперечного сечения сосудистого русла;

□- объемной скорости кровотока

$$\square V = Q / \pi r^2$$

□ Линейная скорость кровотока максимальна в центре сосуда, у стенок приближается к 0.

ДИНАМИКА ИЗМЕНЕНИЙ ЛИНЕЙНОЙ СКОРОСТИ КРОВотоКА



АРТЕРИАЛЬНЫЙ ПУЛЬС

Артериальный пульс – это ритмические колебания стенки сосуда во время систолы, обусловленные повышением давления в результате выброса крови. Скорость распространения пульсовой волны больше, чем скорость кровотока.

Зависит: - от растяжения сосудов

 от отношения толщины их стенки к радиусу (чем ригиднее или толще сосуд, чем меньше его радиус, тем быстрее распространяется пульсовая волна). 

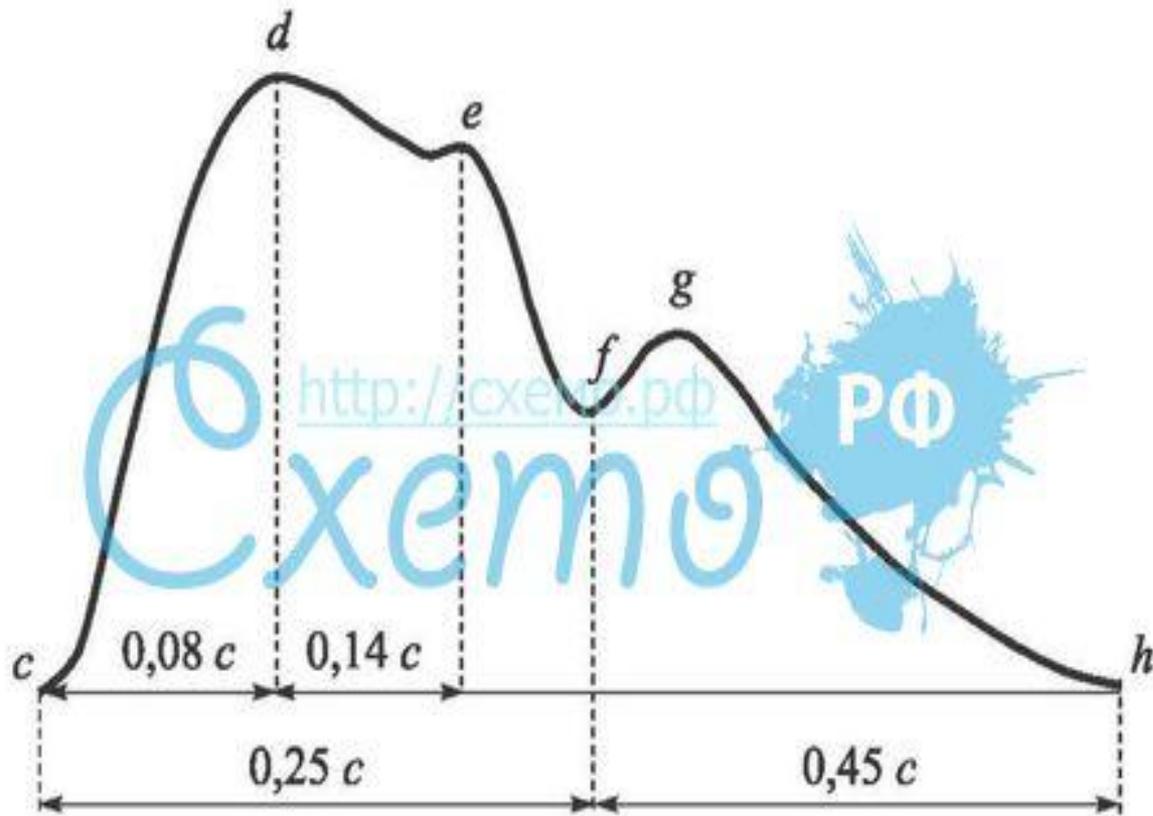
АРТЕРИАЛЬНЫЙ ПУЛЬС

Характеристика пульса: частота, ритм, высота, скорость, напряжение.....

Запись артериального пульса называют **сфигмограммой**.



5.7. Сфигмограмма



Графическая регистрация артериального пульса (сфигмограмма):
cd – анакрота; *de* – систолическое плато; *dh* – катакрота; *f* – инцизура; *g* – дикротическая волна



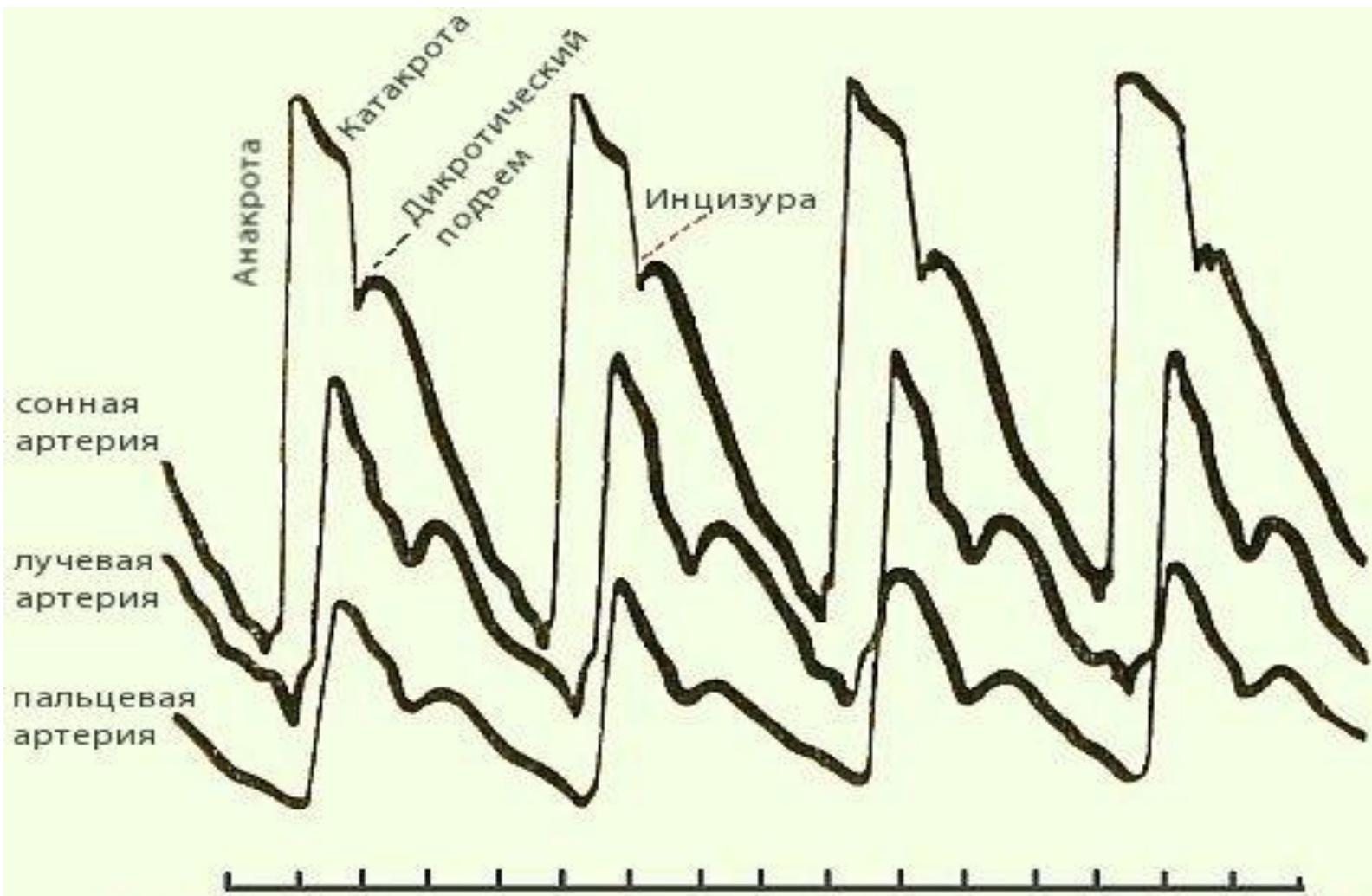
СФИГМОГРАММА

- - **анакрота** (подъем) – обусловлена повышением давления в артериях под влиянием крови, выброшенной из сердца в начале фазы изгнания.
- - **катакрота** (спад) - в конце систолы желудочка давление в нем начинает падать и происходит спад пульсовой кривой.



□ - **инцизура** - желудочек начинает расслабляться и давление в его полости становится ниже, чем в аорте, кровь, устремляется назад к желудочку; давление в артериях резко падает и на пульсовой кривой крупных артерий появляется глубокая выемка.

□ - **дикротический зубец (подъем)** - движение крови обратно к сердцу встречает препятствие в виде полулунных клапанов. Волна крови отражается от клапанов и создает вторичную волну повышения давления.



Сфигмограммы сонной, лучевой и пальцевой артерий, записанных синхронно

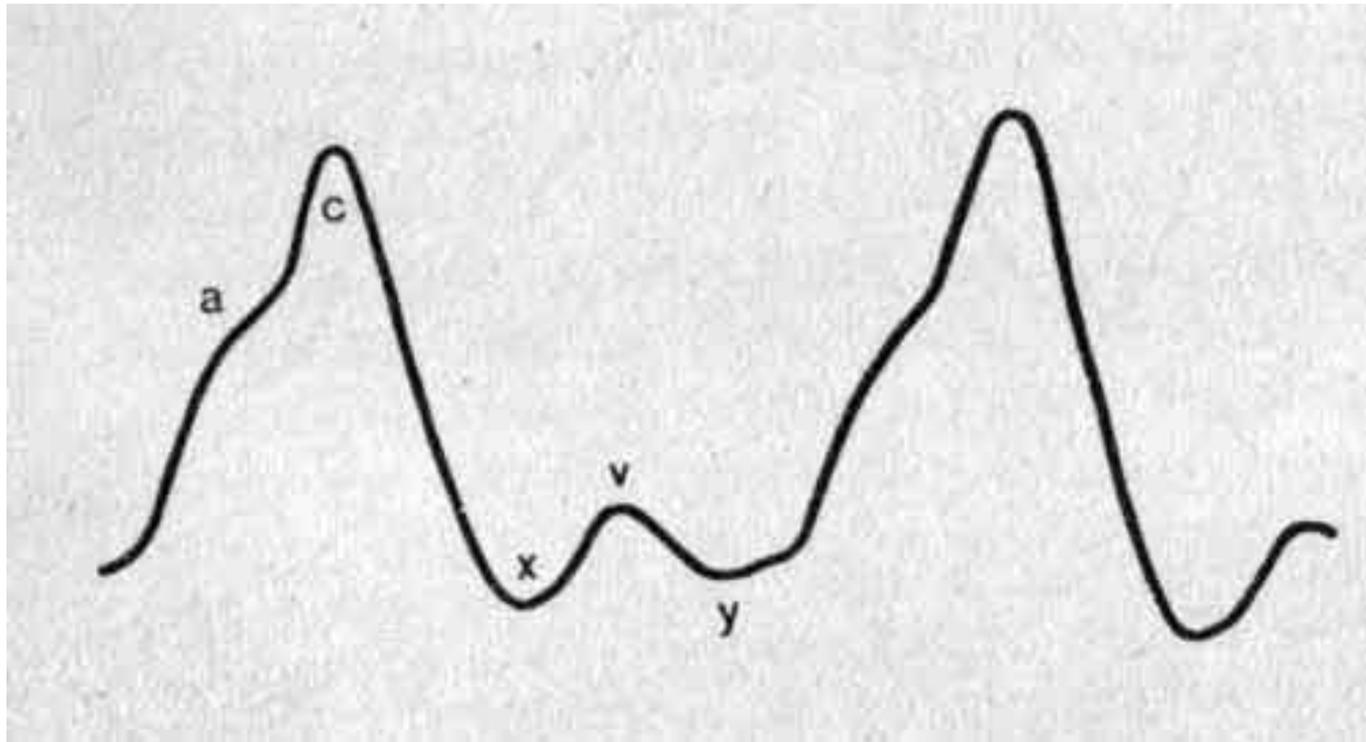
ВЕННЫЙ ПУЛЬС

- В крупных венах вблизи сердца отмечаются пульсовые колебания — **венный пульс**. Обусловлен затруднением притока крови из вен в сердце во время систолы предсердий и желудочков, давление внутри вен повышается и происходят колебания их стенок.
- Запись венного пульса называется **флебограммой**.



▣ Флебодиграмма

- ▣ а – систола правого предсердия, сопровождается затруднением оттока из вен
- ▣ с – возникает в начале систолы правого желудочка при закрытии трехстворчатого клапана

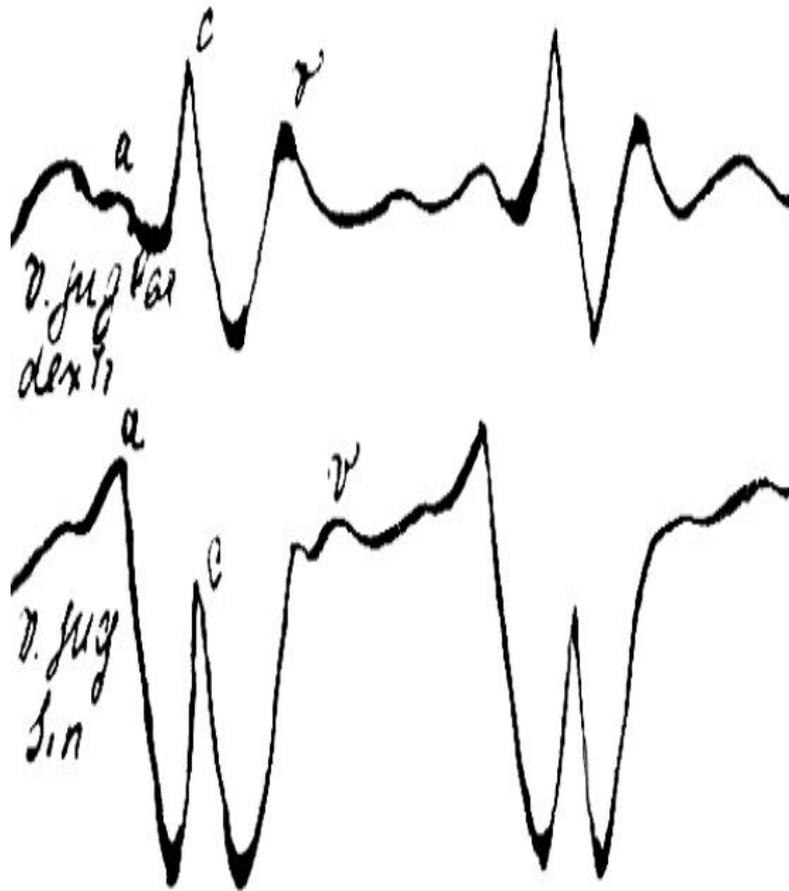


ФЛЕБОГРАММА

- X – отражает ускоренный отток крови из магистральных вен в расслабляющееся предсердие
- V – повышение давления при закрытом трехстворчатом клапане в результате наполнения правого предсердия и затруднения оттока крови из вен
- y – обусловлена быстрым поступлением крови из правого предсердия в желудочек во время общей диастолы сердца (волна диастолического коллапса)



ФЛЕБОГРАММА



- - а – систола предсердий;
- с - толчок пульсирующей сонной артерии на яремную вену;
- - V - предсердия наполнены кровью и дальнейшее поступление в них крови невозможно, давление в венах повышается.



МИКРОЦИРКУЛЯЦИЯ

- Под **микроциркуляцией** понимают процессы, происходящих в мельчайших кровеносных и лимфатических сосудах и окружающем их интерстиции (т.е. движение крови в артериолах, капиллярах и венулах, лимфотока в начальных отделах лимфатического русла, перемещение воды и других веществ между внутрисосудистым и интерстициальным пространством).



МИКРОЦИРКУЛЯЦИЯ

- Структурно-функциональная единица кровотока в мелких сосудах – **СОСУДИСТЫЙ МОДУЛЬ** – относительно обособленный в гемодинамическом отношении комплекс микрососудов, снабжающий кровью определенную клеточную популяцию органа.



ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА ОБМЕН ВЕЩЕСТВ И ЖИДКОСТИ МЕЖДУ КРОВЬЮ И МЕЖКЛЕТОЧНЫМ ПРОСТРАНСТВОМ

- **Двухсторонняя диффузия**
- - градиент концентрации
- - площадь поверхности на которой идет обмен
- - расстояние, на протяжении которого происходит процесс обмена
- - проницаемость капиллярной стенки для диффундирующего вещества



ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА ОБМЕН ВЕЩЕСТВ И ЖИДКОСТИ МЕЖДУ КРОВЬЮ И МЕЖКЛЕТОЧНЫМ ПРОСТРАНСТВОМ

- **Фильтрация и реабсорбция**
- гидростатического давления в капиллярах
- гидростатического давления в тканевой жидкости
- онкотического давления плазмы в капилляре
- онкотического давления тканевой жидкости



РЕГУЛЯЦИЯ ТОНУСА СОСУДОВ (НЕРВНЫЕ, ГУМОРАЛЬНЫЕ И МЕСТНЫЕ МЕХАНИЗМЫ)

Регуляция кровообращения направлена на поддержание в сосудистой системе градиентов давления.

Механизмы регулирующие кровообращение можно разделить на **центральные** (определяющие величину АД и системное кровообращение) и **местные** (определяющие величину кровотока через органы и ткани).



Гладкие мышцы сосудов постоянно, даже после устранения всех внешних нервных и гуморальных регуляторных влияний на сосуды, находятся на исходном уровне сокращения. Это называется **базальный тонус сосудов**.

Состоит из:

- **Структурная компонента** (пассивный тонус) - обусловлен физическими свойствами сосуда, создается жесткой сосудистой «сумкой», образованной коллагеновыми волокнами.
- **Мышечная компонента** (активный тонус) – обусловлен сокращениями мышечного слоя сосудов (в ответ на растягивающее усилие АД, играет главную роль в регуляции мышечного тонуса)

Мышечная компонента (миогенный тонус) в покое составляет до 80%. Обусловлен преимущественно сокращением пейсмекерных миоцитов сосудов, обладающих автоматией. Сохраняется при исключении нервных и гуморальных влияний.

Кроме того, в сосудодвигательном центре формируются симпатические влияния и поддерживают определенную степень сокращения гладкой мускулатуры сосудов.



ЦЕНТРАЛЬНЫЙ МЕХАНИЗМ РЕГУЛЯЦИИ

Сосудодвигательный центр СДЦ (Овсянников В.Ф. 1871г.) находится в продолговатом мозге на дне 4 желудочка. Различают прессорный и депрессорный отделы. На просвет сосудов также влияют структуры спинного мозга, промежуточного и коры больших полушарий головного мозга. Тонус этих центров находится под влиянием афферентных сигналов поступающих от рецепторов, расположенных в различных областях сосудистого русла, на поверхности тела, а также гуморальных влияний.



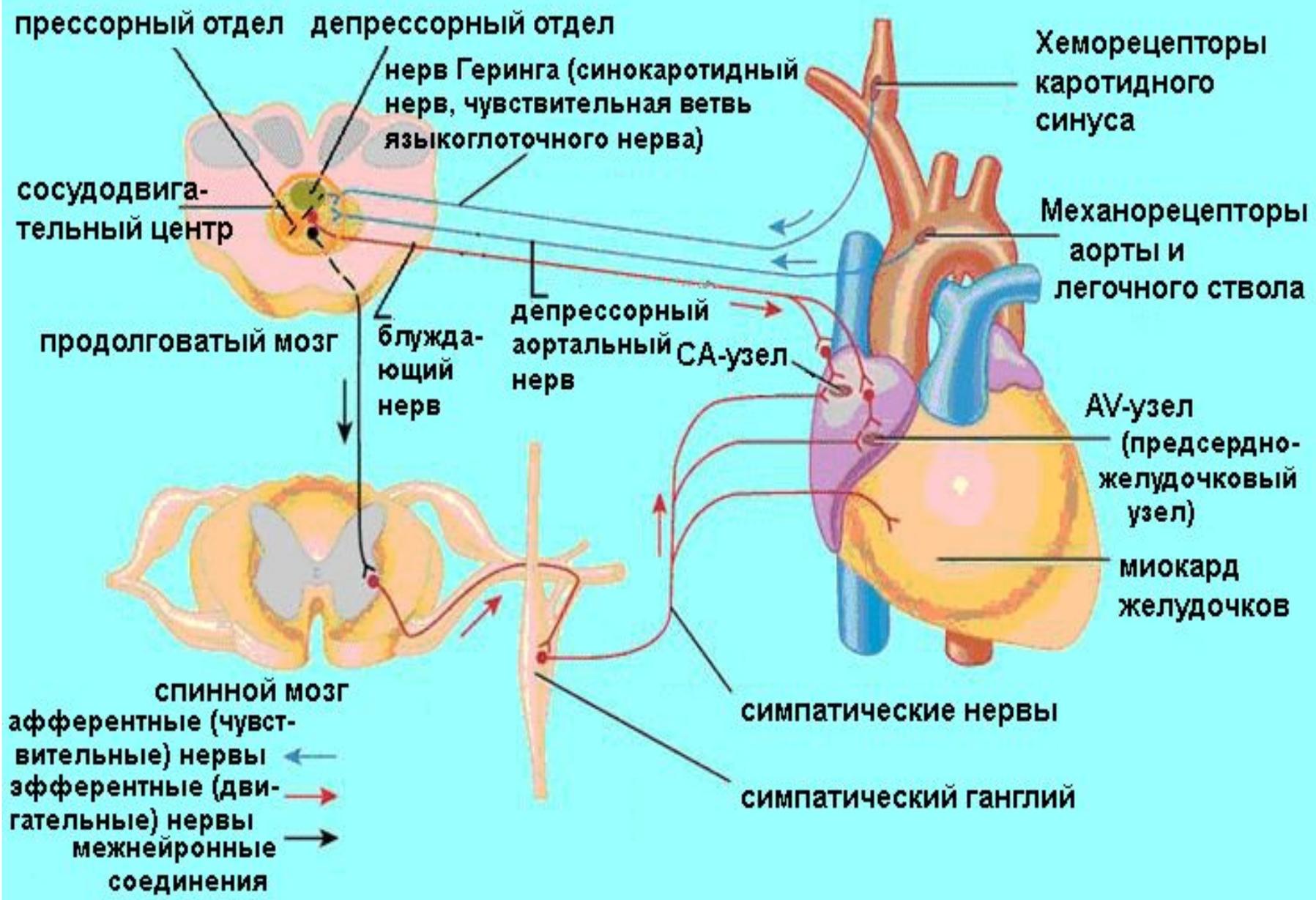
СОСУДИСТЫЕ РЕФЛЕКСЫ (ПО В. Н. ЧЕРНИГОВСКОМУ) :

- - **собственные** - **вызываются сигналами от рецепторов самих сосудов.** Особенно важное физиологическое значение имеют рецепторы, сосредоточенные в сосудистых рефлексогенных зонах.
- **сопряженные** - **это рефлексy, возникающие в других системах и органах, проявляются преимущественно повышением АД.**

РЕФЛЕКСОГЕННЫЕ ЗОНЫ.

- **дуга аорты** (Цион, Людвиг) – импульсы поступают в ЦНС в составе аортального нерва (депрессора) – снижение тонуса СДЦ и повышение тонуса блуждающего нерва - снижение АД);
- **синокаротидный синус** (Геринг) – центростремительно в составе синокаротидного нерва (Геринга) – снижение тонуса СДЦ и повышение тонуса блуждающего нерва - снижение АД).





РЕФЛЕКТОРНАЯ (НЕРВНАЯ) РЕГУЛЯЦИЯ

- барорецептивные рефлексы (раздражение барорецепторов – снижение АД);
- хеморецептивные рефлексы (раздражение хеморецепторов - повышение АД);
- рефлексы с рецепторов растяжения сердца (с предсердий - в результате наполнения предсердий изменяется деятельность сердца и АД - р. Бейнбриджа; с желудочков - отрицательный хронотропный эффект);
- реакция на ишемию ЦНС (возбуждение сосудодвигательных центров, приводит преимущественно к повышению АД) .

ГУМОРАЛЬНАЯ РЕГУЛЯЦИЯ

АцХ, АТФ, брадикинин, гистамин, каллидин – вазодилатация.

Адреналин: альфа-адренорецепторы –
вазоконстрикция

бета-адренорецепторы – вазодилатация

НА - альфа-адренорецепторы –
вазоконстрикция

Серотонин – вазоконстрикция.



СИСТЕМА

□ Выделение ренина связано с почками: уменьшение кровоснабжения почек любой этиологии приводит к выделению ренина.



□ Ренин крови расщепляет ангиотензиноген - ангиотензин 1 - ангиотензин 2 – сильное прямое сосудосуживающее действие на артерии, в меньшей степени на вены, возбуждает центральные и периферические симпатические структуры - **повышение АД.**



□ увеличение выработки альдостерона (задержка натрия – жажда – повышение объема циркулирующей жидкости + повышение чувствительности к прессорным веществам).

МЕСТНЫЕ МЕХАНИЗМЫ РЕГУЛЯЦИИ

1. Метаболическая ауторегуляция периферического кровообращения -

приспособление местного кровотока к функциональным потребностям органа.

- снижение напряжения кислорода в крови приводит к вазодилатации;

- местное повышение CO_2 или ионов H^+ - вазодилатация;

- при физической нагрузке повышение содержания молочной кислоты - непрямой сосудорасширяющий эффект через изменения pH.

МЕСТНЫЕ МЕХАНИЗМЫ РЕГУЛЯЦИИ

- ▣ **2. Миогенная регуляция** - способность некоторых сосудов к сокращению гладких мышц при увеличении давления и их расслабление при снижении давления (эффект Бейлиса – чем выше внутрисосудистое давление, тем сильнее сокращаются гладкие мышцы).



**СПАСИБО ЗА
ВНИМАНИЕ!!!**

