



● **ФГБОУ ВО ИвГМА Минздрава России**

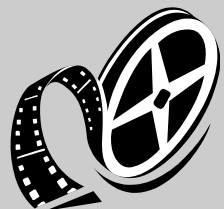
◆ **Кафедра нормальной физиологии**

**ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ
ОСНОВЫ
ЭКГ И РЕОГРАФИИ**

Доцент кафедры нормальной физиологии Блохина Т.А.

Иваново





Электрокардиография

Электрокардиография (ЭКГ)

– метод оценки функционального состояния миокарда путем графической регистрации с поверхности тела биоэлектрических потенциалов, генерируемых сердечной мышцей.



Электрокардиография

Кривая изменений биоэлектрических потенциалов сердца и графическая ее запись называется - Электрокардиограмма

Электрокардиография



ЭКГ – регистрируется с помощью электрокардиографа.

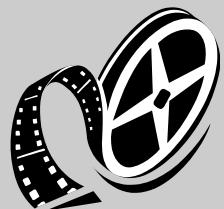
Они бывают по числу каналов:

- Одноканальные (для последовательной записи ЭКГ в каждом отведении)



- Многоканальные (-3, -6, -12)

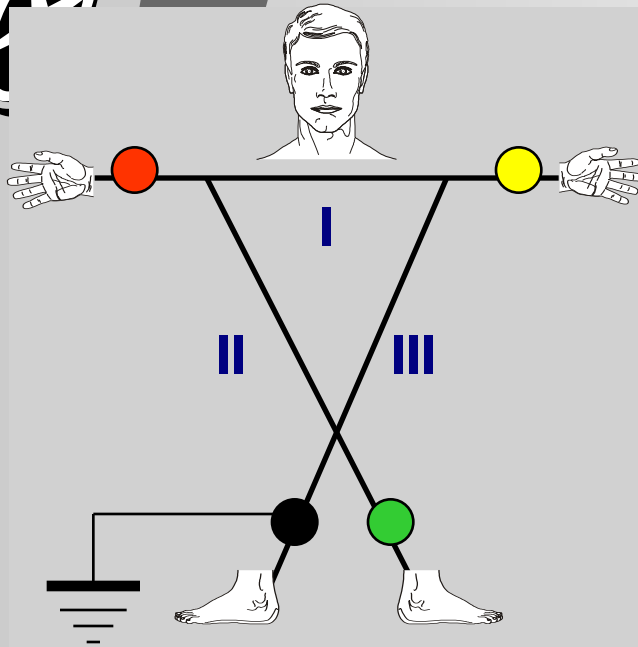
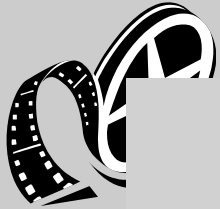




Электрокардиография

- ◆ Регистрацию ЭКГ проводят в различных отведениях.
- ◆ **Отведение** – способ наложения электродов на тело обследуемого и их соединение с электрокардиографом.
- ◆ **Виды отведений ЭКГ:**
 1. Стандартные I, II, III (по Эйтховену)
 2. Усиленные однополюсные от конечностей aVR, aVL, aVF (по Гольдбергу)
 3. Грудные однополюсные V1, V2, V3, V4, V5, V6 (по Вильсону)
 4. Биполярные D, A, I (по Небу)

Стандартные отведения

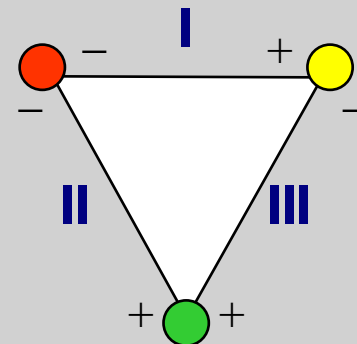


Стандартное положение электродов:

- правая рука
- левая рука
- левая нога
- правая нога

двухполюсные **отведения** регистрируют разность потенциалов между:

- I** - правой рукой (-)
и левой рукой (+)
- II** - правой рукой (-)
левой ногой (+)
- III** - левой рукой (-)
левой ногой (+)



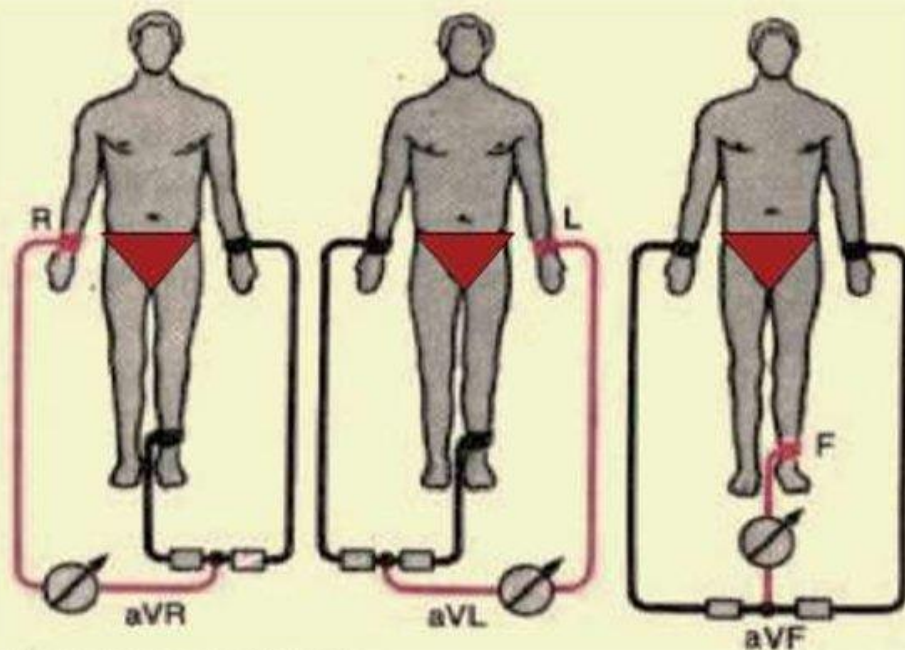
Треугольник Эйнтовена

Схема усиленных отведений от конечностей

aVR-разница потенциалов, измеренная между правой рукой и объединенным электродом левой рукой и левой ногой

aVL-между левой рукой объединенными правой рукой и левой ногой

aVF-между левой ногой и объединенными руками

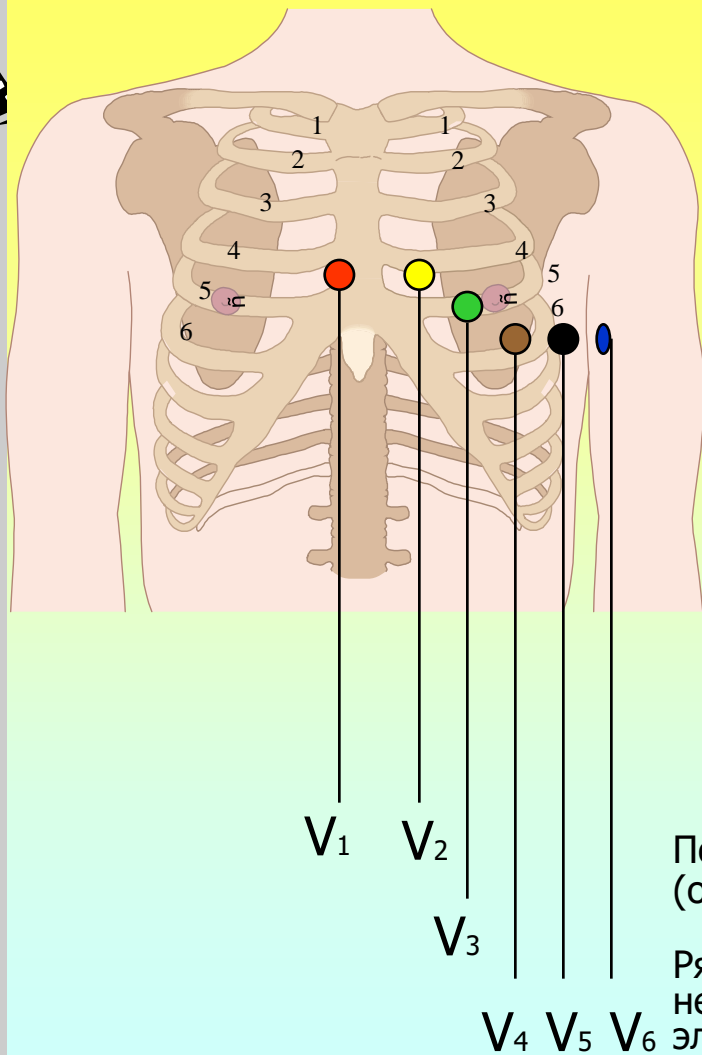


Отведения Гольдбергера

Грудные

однополюсные **отведения** с активным (+) электродом на поверхности грудной клетки:

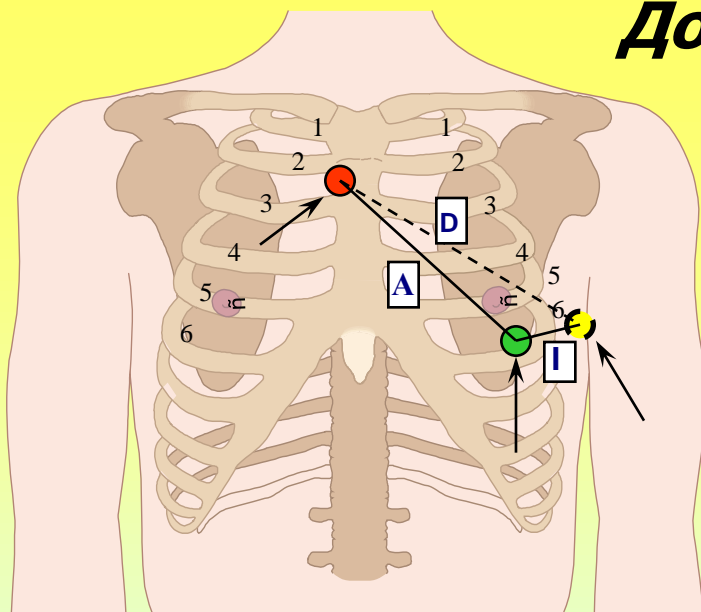
- **V₁** - правый край грудины в IV межреберье
- **V₂** - левый край грудины в IV межреберье
- **V₃** - точка на равном расстоянии между V₂ и V₄
- **V₄** - левая срединно-ключичная линия в V межреберье
- **V₅** - левая передняя подмышечная линия на уровне V₄
- **V₆** - левая средняя подмышечная линия на уровне V₄



Потенциал индифферентного (-) электрода (объединенного от трех конечностей) приближается к нулю

Ряд стран в последней серии электрокардиографов не соблюдают общепринятую цветовую маркировку электродов, в связи с чем следует делать акцент на буквенную маркировку.

Дополнительные отведения



Запись ЭКГ
(переключатель электрокардиографа
в положении):

- I стандартного отведения
- **отведение D (dorsalis)**
- **задне-базальная область**
(**задняя стенка**) **левого желудочка**

- II стандартного отведения
- **отведение A (anterior)**
- **передняя стенка**
и **верхушка** **левого желудочка**

- III стандартного отведения
- **отведение I (inferior)**
- **передне-диафрагмальная**
стенка **левого желудочка**

По Небу

Электроды от конечностей переносят:

● **красный электрод**
(с правой руки)

→ II межреберье справа от грудины

○ **желтый электрод**
(с левой руки)

→ задняя подмышечная линия на уровне V4

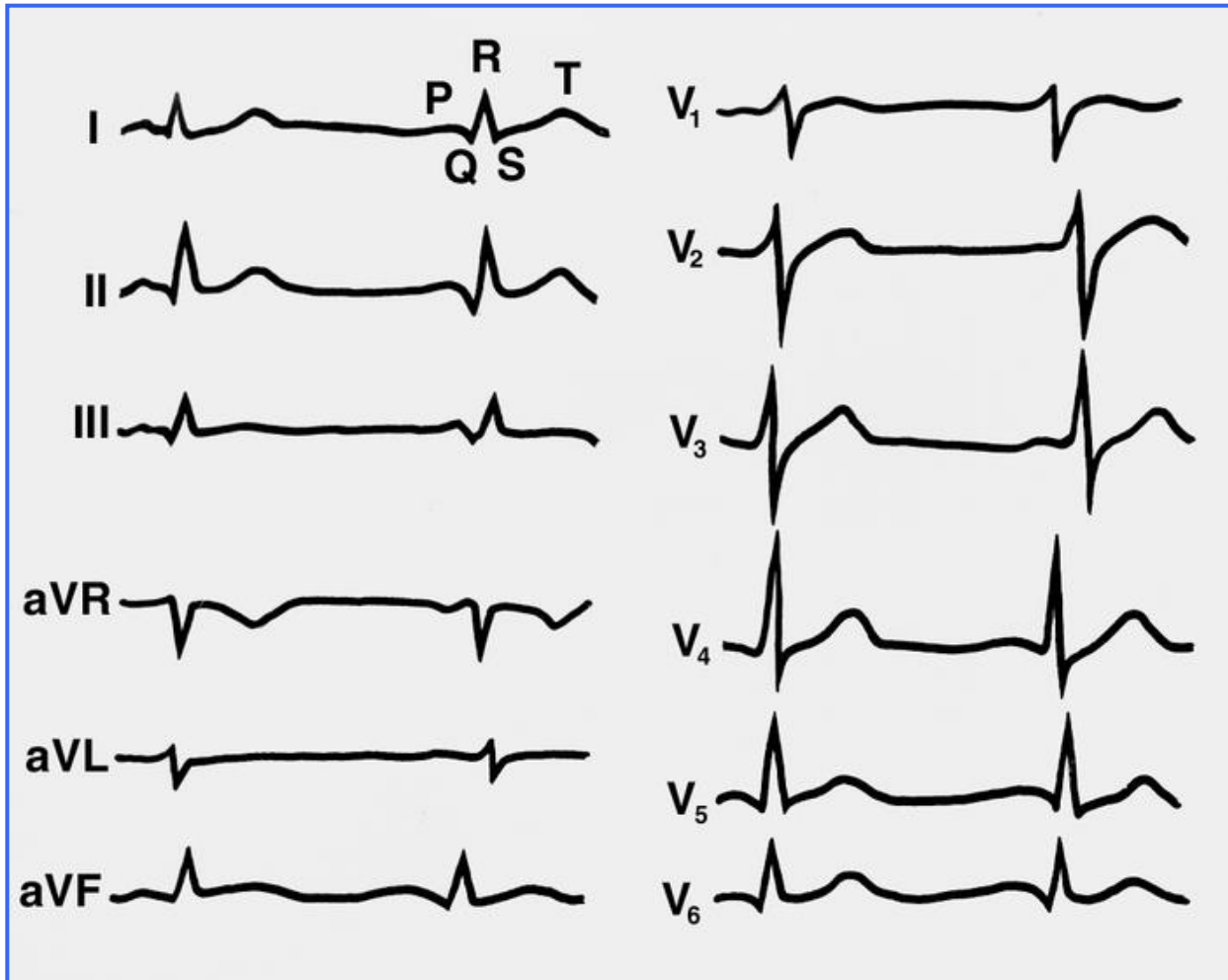
● **зеленый электрод**
→ V4 (с левой ноги)

показания к регистрации:

исключение очаговых изменений
в задне-базальной области,
нижней стенке **левого желудочка**



Нормальная ЭКГ





ЭЛЕМЕНТЫ ЭКГ

Запись кривой регистрируется как правило при скорости **25 мм/с (1 мм – 0,04 с.)** либо **50 мм/с (1 мм – 0,02 с.)**.

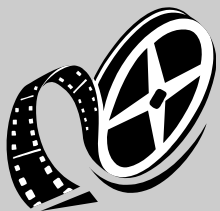
◆ В начале каждой кривой показан калибровочный сигнал в **10 мм – 1 мВ**.

◆ В **ЭКГ** выделяют следующие элементы:

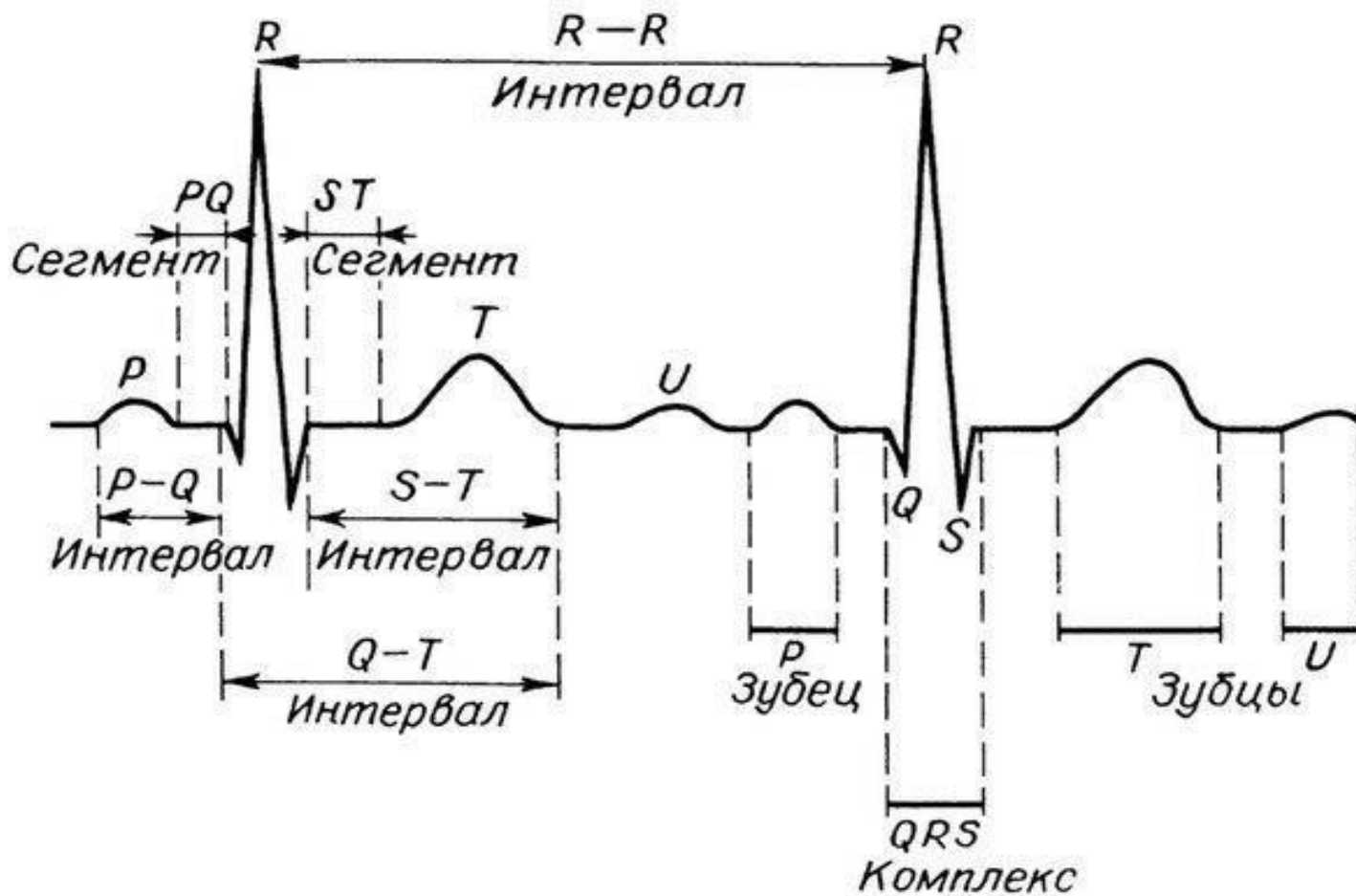
1 Зубцы – **P, Q, R, S, T**

2 Интервалы – **R-R, P-Q, Q-T**

3 Сегменты – **P-Q, S-T, T-P**



ЭЛЕМЕНТЫ ЭКГ





ЭЛЕМЕНТЫ ЭКГ

Критерии оценки **Зубцов**:

- наличие зубца,
- полярность (положительный или отрицательный),
- вольтаж (амплитуда) в мВ,
- ширина (продолжительность) в секундах,
- форма (двугорбый, двухфазный и др.)



ЭЛЕМЕНТЫ ЭКГ

Критерии оценки **Интервалов:**

- продолжительность в секундах

Критерии оценки **Сегментов:**

- положение сегмента на изолинии.
- продолжительность в секундах

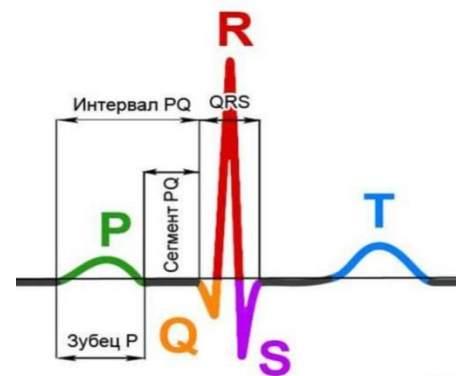


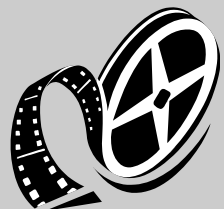
ЭЛЕМЕНТЫ ЭКГ

◆ Характеристики зубцов:

Зубец Р (Деполяризация предсердий) Отражает процесс возбуждения миокарда правого и левого предсердий и является алгебраической суммой потенциалов, возникающих при их возбуждении. **Реполяризация предсердий сливается с желудочковым комплексом QRS и практически не видна.**

- куполообразная форма,
- длительность не более 0,1 с,
- амплитуда не более 0,25 мВ.



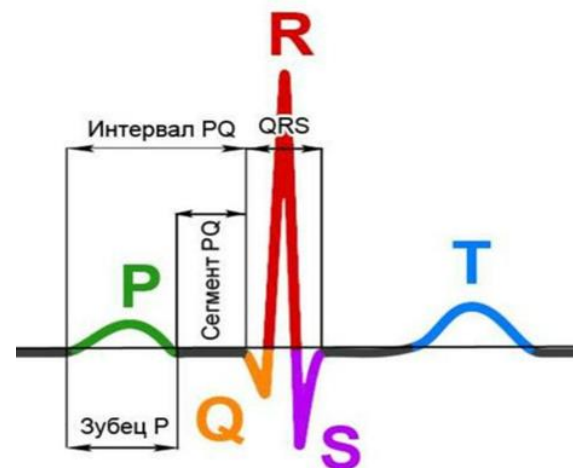


ЭЛЕМЕНТЫ ЭКГ

◆ Характеристики зубцов:

Зубец Q (возбуждение межжелудочковой перегородки)

- не обязательный элемент на ЭКГ,
- продолжительность Q в первом и втором стандартных отведениях до 0,03с, в третьем стандартном отведении – до 0,04с,
- амплитуда Q в норме (зависит от отведения) не более 2 мм или не более 25 % амплитуды зубца R.

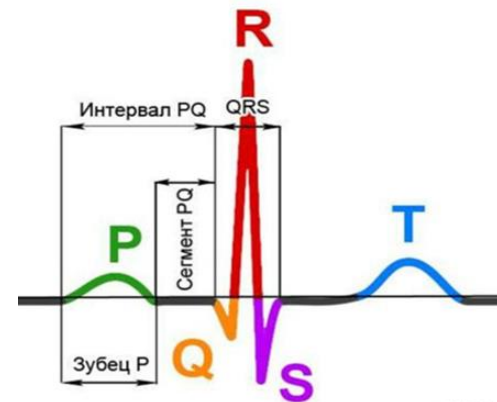


ЭЛЕМЕНТЫ ЭКГ

Характеристики зубцов:

Зубец R (обусловлен деполяризацией желудочков, имеет восходящее колено, вершину, нисходящее колено. Время от Q (R) до перпендикуляра из вершины R указывает на нарастание скорости деполяризации)- соотношение амплитуд зубцов **R** в разных отведениях определяется направлением ЭОС (электрической оси сердца).

Соотношение **P : R** у взрослого человека равно **1:8**



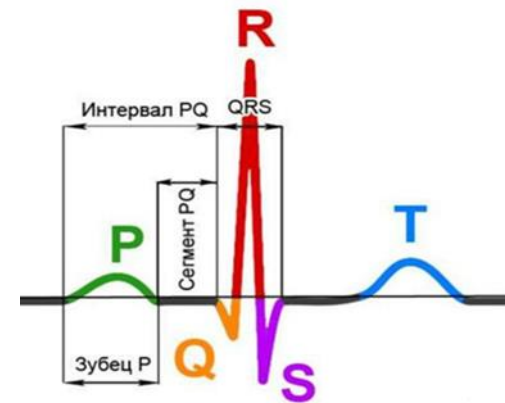
ЭЛЕМЕНТЫ ЭКГ

◆ Характеристики зубцов:

Зубец S (необязательный отрицательный зубец) отражает процесс возбуждения правого желудочка.

— длительность 0,03 – 0,04 с,

- наличие и амплитуда зубца зависит от направления ЭОС.

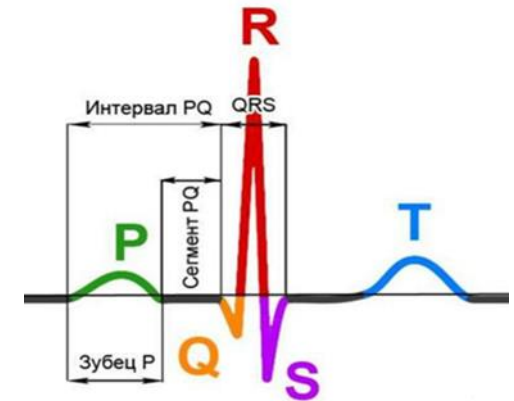


ЭЛЕМЕНТЫ ЭКГ

◆ Характеристики зубцов:

Зубец Т (отражает процессы реполяризации желудочков). В норме Т в первом и втором стандартных отведениях положительный 3-5 мм или $1/3$ – $1/4$ амплитуды зубца R.

Длительность комплекса **QRS – Т** – **называется электрической систолой желудочков.**





ЭЛЕМЕНТЫ ЭКГ

Характеристика интервалов:

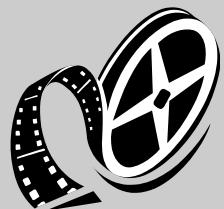
◆ Интервал R-R:

Продолжительность интервала R-R соответствует длительности сердечного цикла. По его величине можно вычислить ЧСС в минуту.

$$◆ \text{ЧСС} = 60/R-R$$

◆ Интервал P-Q:

Продолжительность интервала P-Q отражает время проведения возбуждения от предсердий (от сино-атриального узла) к желудочкам 0,12 – 0,2 с. (Если интервал P-Q менее 0,06 с., то импульсы возникают не в сино-атриальном узле, а в предсердии).



ЭЛЕМЕНТЫ ЭКГ

Характеристика интервалов:

◆ Интервал Q-T:

Продолжительность интервала Q-T соответствует продолжительности электрической систолы желудочков. Продолжительность интервала обратно пропорциональна ЧСС. В норме:

- у женщины: 0,35-0,40 с.
- у мужчины: 0,32-0,37

Рассчитывают систолический показатель (СП)

$$◆ \text{СП} = \text{Q-T} / \text{R-R} \times 100$$



ЭЛЕМЕНТЫ ЭКГ

Характеристика сегментов:

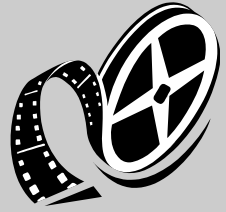
- ◆ Сегмент **P-Q** – от конца зубца P до начала желудочкового комплекса QRS. Отражает время физиологической задержки в АВ-узле.
- ◆ Сегмент **S-T** – от конца желудочкового комплекса QRS до начала зубца T. Отражает фазу полного возбуждения желудочков.
- ◆ Сегмент **T-P** – от конца зубца T до начала зубца P. Отражает процесс общей диастолы сердца. Иногда за зубцом T следует зубец U. Этот зубец наименее постоянный.



Механизм возникновения ЭКГ

В зависимости от функциональных и морфологических особенностей в миокарде различают три типа клеток:

- ◆ 1. **атипичные кардиомиоциты**, которые генерируют возбуждение (пейсмекеры) и проводят его к клеткам рабочего миокарда.
- ◆ 2. **типичные кардиомиоциты** (клетки рабочего миокарда предсердий и желудочков), которые составляют основную массу сердца и обеспечивают насосную функцию.
- ◆ 3. **секреторные кардиомиоциты**, которые секретируют натрийуретический гормон. Эти клетки не принимают участие в механизме возникновения ЭКГ.



Механизм возникновения ЭКГ

Автоматия сердца – способность миокарда возбуждаться и сокращаться под влиянием процессов, происходящих в нем самом.

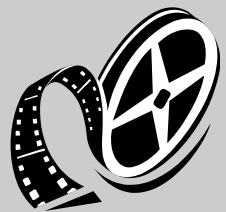
Проводящая система сердца:

СА – узел является водителем ритма **первого порядка** и вырабатывает электрические импульсы с частотой **60 – 80** в минуту.

АВ – узел является водителем ритма **второго порядка** и вырабатывают электрические импульсы с частотой **40 – 60** в минуту.

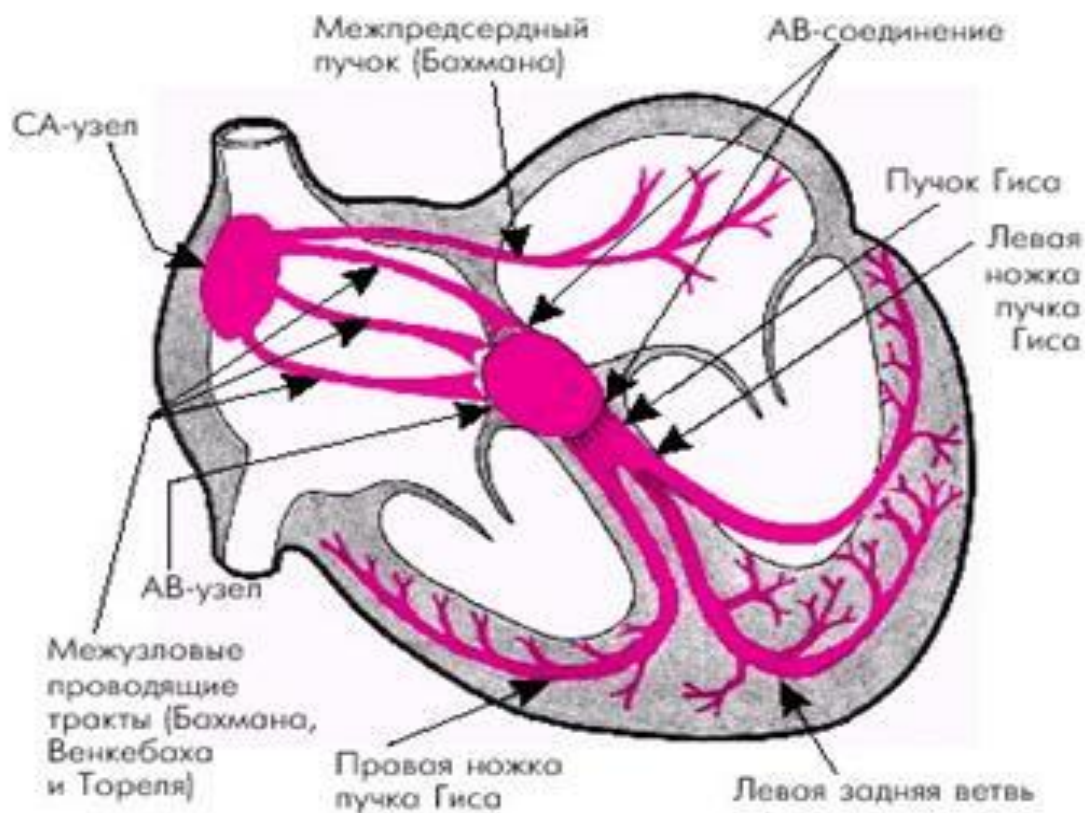
Центрами автоматии **третьего порядка** являются **нижняя часть пучка Гиса, его ветви и волокна Пуркинье.**

Они вырабатывают электрические импульсы с частотой **20 – 40** в минуту.



Механизм возникновения ЭКГ

Проводящая система сердца.





Механизм возникновения ЭКГ

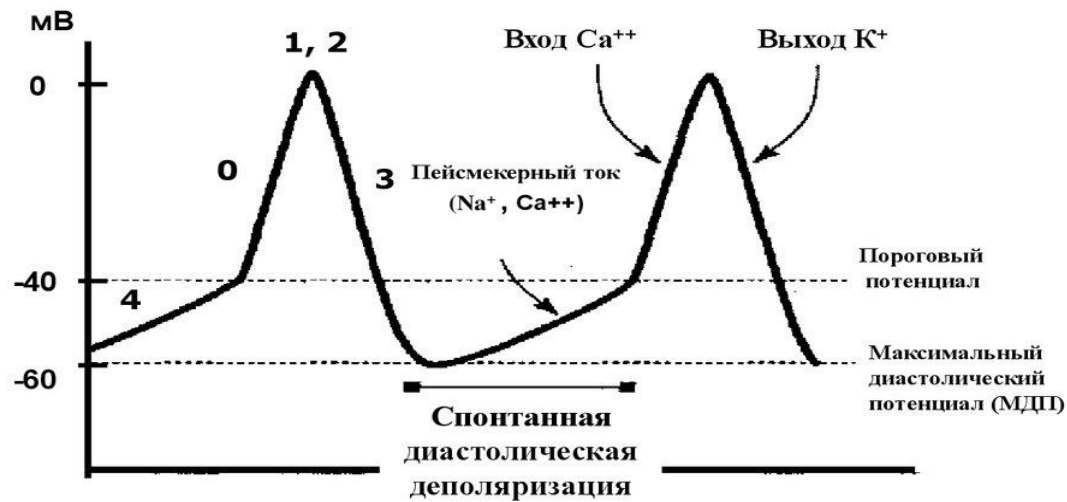
- ◆ **Теоретической основой ЭКГ** является мембранная теория возбуждения миокарда.
- ◆ Согласно этой теории возникновение электрических потенциалов сердечной мышцы связано с движением ионов через клеточную мембрану кардиомиоцитов.
- ◆ В **пейсмекерных** клетках после окончания фазы реполяризации наблюдается спонтанная медленная диастолическая деполяризация (МДД), обусловленная входом в клетку ионов Na^+ и Ca^{+2} по натрий-кальциевым каналам утечки.
- ◆ Результат МДД - достижение КУД.

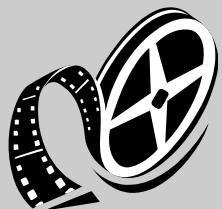


Механизм возникновения ЭКГ

Результат МДД - достижение КУД

Потенциал действия пейсмекерных («медленных») клеток



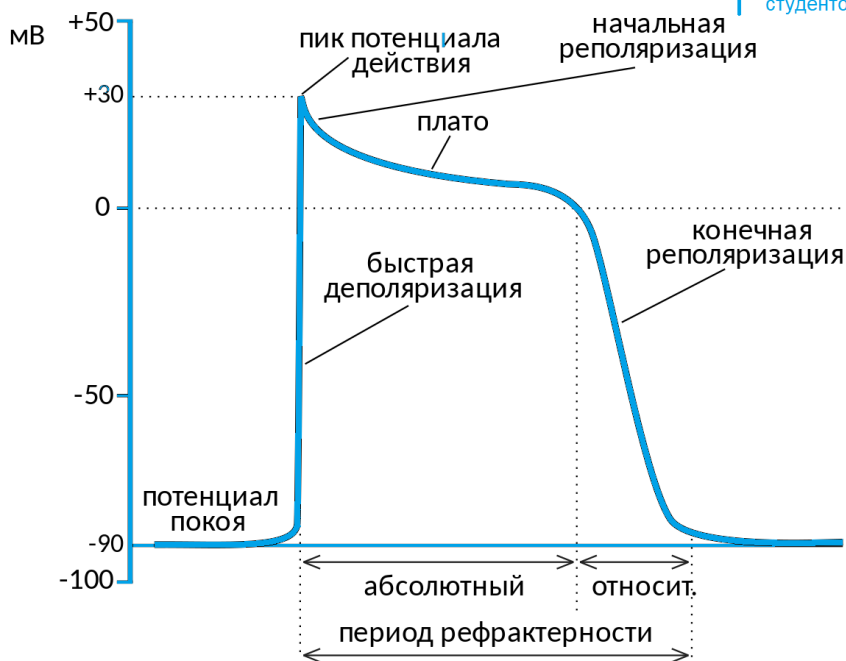


Механизм возникновения ЭКГ

Потенциал действия рабочих кардиомиоцитов (отличается от ПД пейсмекерных клеток) имеет фазу **медленной реполяризации**, когда ионы Ca^{+2} , необходимые для процесса электро-механического сопряжения, входят в клетку.

Фазы потенциала действия желудочков сердца

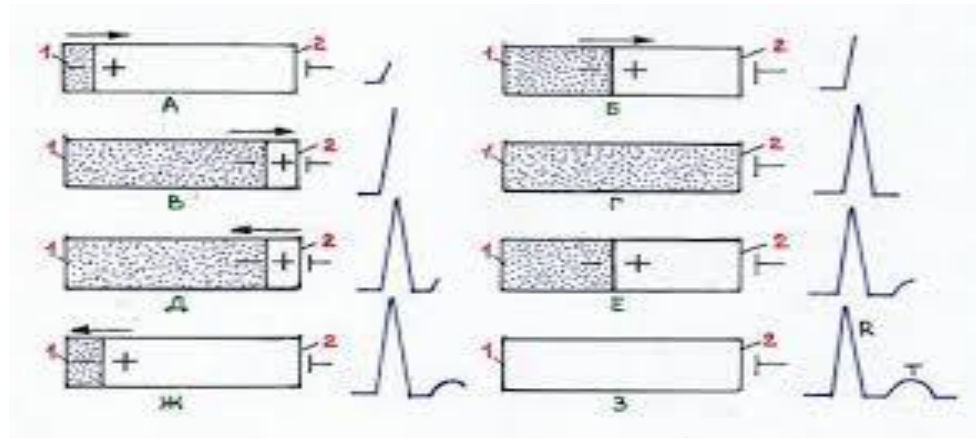
MedFsh.ru -
все для
студентов





Механизм возникновения ЭКГ

- ◆ **1. Общее электрическое поле сердца** образуется в результате сложения полей многочисленных отдельных волокон сердца.
- ◆ **2.** Каждое возбужденное волокно представляет собой **диполь**, обладающий элементарным дипольным вектором определенной величины и направления.





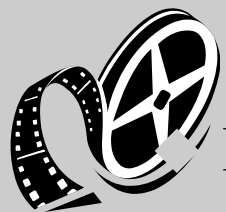
Механизм возникновения ЭКГ

- ◆ Распространение волны деполяризации и реполяризации по сердцу является более сложным процессом, чем движение фронта возбуждения по одиночному мышечному волокну.
- ◆ Это объясняется тем, что в сердце одновременно функционирует большое число элементарных источников тока - **сердечных диполей**, каждый из которых обусловлен возбуждением отдельных **миокардиальных волокон** и отличается от других таких же диполей как по величине, так и по направлению



Механизм возникновения ЭКГ

- ◆ В каждый момент процесса возбуждения миокарда отдельные векторы суммируются и образуют **интегральный вектор** (по правилу параллелограмма).
- ◆ Интегральный вектор в каждый момент процесса возбуждения представляет собой результирующую (сумму) отдельных векторов.
- ◆ Среднее направление интегрального вектора в течение всего периода деполяризации желудочков называется **электрической осью сердца** (ЭОС).

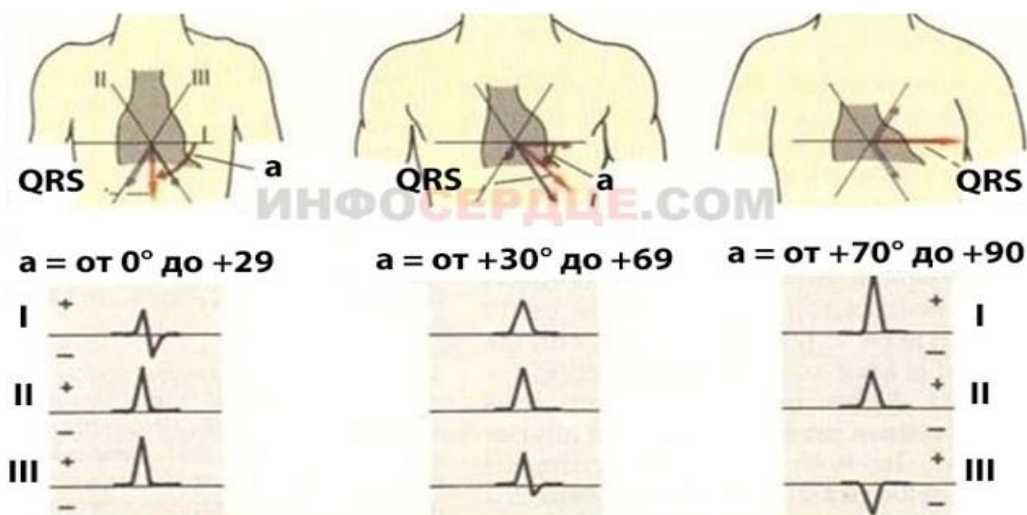


Механизм возникновения ЭКГ

Положение электрической оси сердца характеризует положение сердца в грудной полости и изменяется при заболеваниях сердца.

Различают следующие положения оси сердца:
горизонтальное, нормальное и вертикальное.

ВАРИАНТЫ ПОЛОЖЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ОСИ СЕРДЦА В НОРМЕ





По ЭКГ можно оценить

- ◆ 1. **Автоматия:** расположение водителя ритма у данного пациента, степень его автоматии (по частоте сердечных сокращений).
- ◆ 2. **Возбудимость,** точнее характер процесса возбуждения в различных отделах миокарда (по форме, направлению и амплитуде зубцов).
- ◆ 3. **Проводимость:** время проведения возбуждения по различным участкам проводящей системы сердца (по длительности интервалов ЭКГ).
- ◆ ЭКГ отражает процесс возбуждения миокарда, а не **СОКРАЩЕНИЯ!**



Особенности ЭКГ новорожденных

- ◆ **1.** Отклонение электрической оси сердца вправо (угол составляет 90-180, в среднем 150).
- ◆ **2.** Зубец Р высокий, в отличии от взрослых, у которых отношение амплитуды зубца Р к амплитуде зубца R составляет **1:8**, у новорожденных и детей в возрасте до 3 лет оно равно **1:3**. (Причина - в этом возрасте преобладает развитие правого предсердия в сравнении с левым).
- ◆ **3.** Интервал Р-Q у новорожденного укорочен до 0,11 с, а интервал Q-T до 0,22-0.32 с, что связано с высокой частотой сердечных сокращений.
- ◆ **4.** Комплекс QRS вариабелен по форм, его продолжительность укорочена до 0,05 с.
- ◆ **5.** Зубец Т низкий, непостоянный.



Особенности ЭКГ новорожденных

- ◆ Последующая динамика изменения показателей ЭКГ у детей заключается в следующем:
- ◆ **1.** Электрическая ось сердца смещается влево в связи с тем, что сердце занимает в грудной полости обычное положение.
- ◆ **2.** Зубец Р принимает округлую форму по мере развития миокарда левого предсердия.
- ◆ **3.** Интервалы ЭКГ удлиняются пропорционально увеличению длительности сердечного цикла.
- ◆ **4.** Появляется дыхательная аритмия (учащение сердечных сокращений во время вдоха) в связи с возникновением центрального тонуса блуждающего нерва.

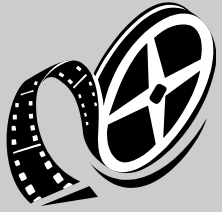


Особенности ЭКГ у пожилых

- ◆ 1. Удлинение интервала P-Q до верхней границы норма (0,18-0,20 с) в следствие замедления атриовентрикулярного проведения возбуждения;
- ◆ 2. уширение комплекса QRS в результате замедления проведения возбуждения по желудочкам;
- ◆ 3. Увеличение интервала Q-T , что отражает удлинение электрической систолы сердца.
- ◆ 4. Отклонение электрической оси сердца влево.

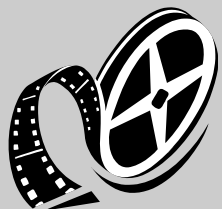
Вопрос о изменениях ЭКГ в пожилом возрасте нельзя считать решенным, так как трудно выявить собственно возрастные изменения в ЭКГ в связи с большой распространенностью заболеваний сердечно-сосудистой системы (ишемическая болезнь сердца. артериальная гипертензия и др.) в этой возрастной группе.

ЭКГ при физиологических состояниях организма



♦ Вопрос о закономерностях изменения ЭКГ при мышечных нагрузках имеет значение как для физиологии мышечной деятельности так и для клинической диагностики заболеваний сердца. Это связано с тем, что пробы с мышечной нагрузкой широко используются с диагностической целью. Поэтому данные о закономерностях изменения ЭКГ при мышечной нагрузке позволяют отличить физиологические сдвиги от патологических.

ЭКГ при физиологических состояниях организма

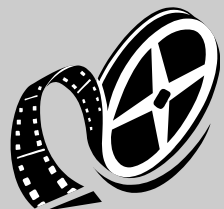


◆ При однократной мышечной нагрузке наблюдаются закономерные изменения ЭКГ:

1. Укорочение интервала R-R и Q-T , связанное с развитием тахикардии.
2. Увеличение амплитуды зубца Р в I и III стандартных отведениях.
3. Разнонаправленные отклонения амплитуды зубца Т в результате изменения тонуса центров вегетативной нервной системы.

(Патологическим изменением ЭКГ при мышечной нагрузке считают смещение сегмента S-T вверх или вниз от изоэлектрической линии на 1 мм или более).

ЭКГ при физиологических состояниях организма



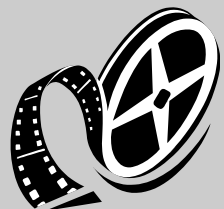
◆ Как изменяется ЭКГ при длительных мышечных тренировках?

При мышечной тренировке развивается гипертрофия миокарда (*преимущественно левого желудочка*), что проявляется отклонением электрической оси сердца влево и увеличением амплитуды зубцов R в отведениях V5 и V6.

◆ Как изменяется ЭКГ при гипоксии?

У жителей высокогорья при электрокардиографическом обследовании выявляются признаки гипертрофии миокарда правого желудочка; отклонение оси сердца вправо и увеличение амплитуды зубца R в отведении V1.

ЭКГ при физиологических состояниях организма



- ◆ **В чем состоит клиническое диагностическое значение ЭКГ?**
 - 1.** Выявление нарушений автоматии (определение локализации водителя ритма).
 - 2.** Выявление нарушений проводимости (диагностика блокад сердца).
 - 3.** Выявление нарушений процесса возбуждения (определение локализации и характера повреждения ткани миокарда).

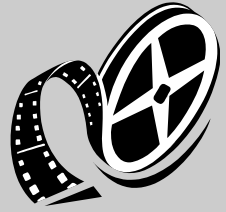


Методика анализа ЭКГ

Анализ сердечного ритма.

Критерий синусового ритма: зубцы Р имеют нормальную форму и направление и предшествуют каждому комплексу QRS.

- 1. Оценка регулярности интервала R-R во всех зарегистрированных циклах ЭКГ.
- ◆ 2. Расчет частоты сердечных сокращений.
- ◆ 3. Определение локализации водителя ритма (источника автоматии) по отношению к зубцов Р к комплексам QRS.



Методика анализа ЭКГ

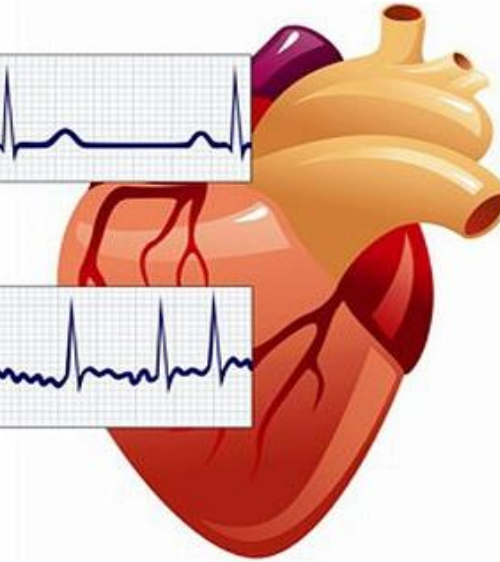
- ◆ **Аритмия - ARRHYTHMIA** - любой сердечный ритм, отличающийся от регулярного синусового.



Нормальный ритм сердца



Мерцательная аритмия

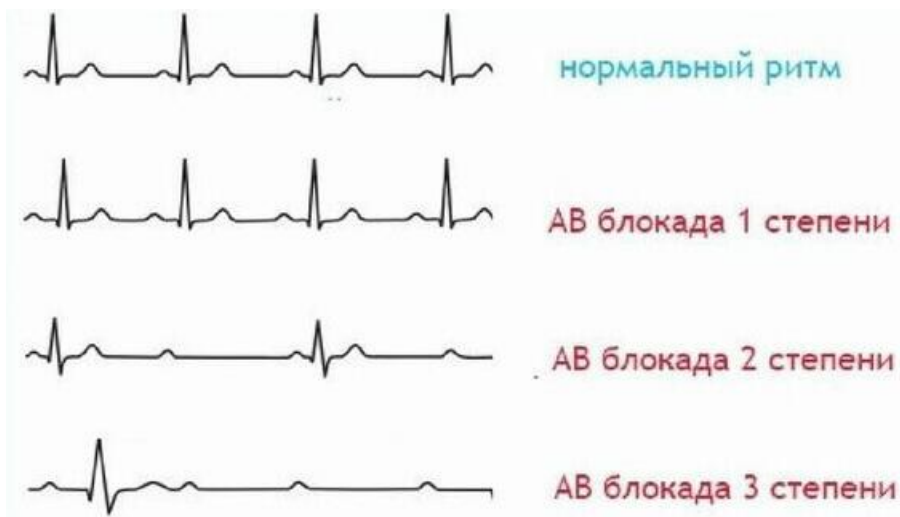




Методика анализа ЭКГ

Анализ проводимости (диагностика блокад).

Блокада - BLOCР - задержка прохождения импульса или его не прохождения.





Методика анализа ЭКГ

Анализ проводимости (диагностика блокад).

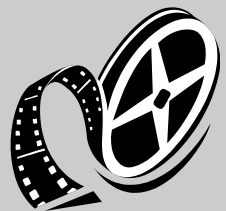
- ◆ **1.** Оценка ширины зубцов Р (проведение возбуждения по предсердиям).
- ◆ Задержка внутри предсердного проведения - **INTRAATRIAL CONDUCTION DELAY** - задержка проведения импульса внутри предсердий (из правого предсердия в левое), вызывающая расширение и / или деформацию зубца Р.



Методика анализа ЭКГ

Анализ проводимости (диагностика блокад).

- ◆ **2.** Оценка интервала P-Q (проведение возбуждения от сино-атриального узла к миокарду желудочков, включая время задержки возбуждения в атриовентрикулярном узле).
- ◆ Атриовентрикулярная блокада (АВ) блокада - **ATRIOVENTRICULAR (av) BLOCK**
- задержка или **не** прохождение импульса из предсердий в желудочки.

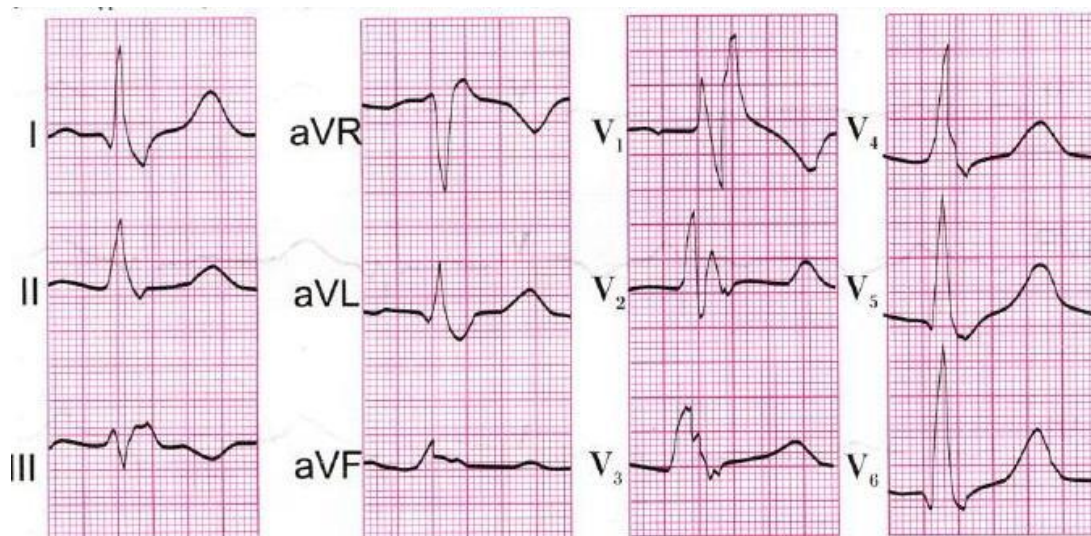


Методика анализа ЭКГ

Анализ проводимости (диагностика блокад).

- ◆ **3.** Оценка ширины комплекса QRS (проведение возбуждения по желудочкам).

Блокада ножки предсердно-желудочкового пучка (Гиса) - **BUNDLE BRANCH BLOCK**- задержка проведения импульса или его **не** прохождения по ножке предсердно-желудочкового пучка (Гиса).





Методика анализа ЭКГ

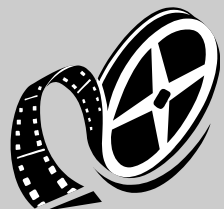
Определение положения ЭОС.

Определение направления электрической оси сердца производится путем анализа соотношения амплитуд зубцов комплекса QRS в I и III стандартных отведениях по схеме Дьеда.

1. В отведениях I и III отдельно определяется алгебраическая сумма зубцов Q, R, S.

Например, в I отведении $Q = 4$, $R = 9$, $S = 2$. Тогда $Q+R+S = (-4) + 9 + (-2) = 3$.

2. На схеме Дьеда откладывают полученные значения алгебраической суммы зубцов комплекса QRS для I и III отведений, соответственно. Прямая, проходящая через центр квадрата и точку пересечения перпендикуляров, укажет угол электрической оси сердца.

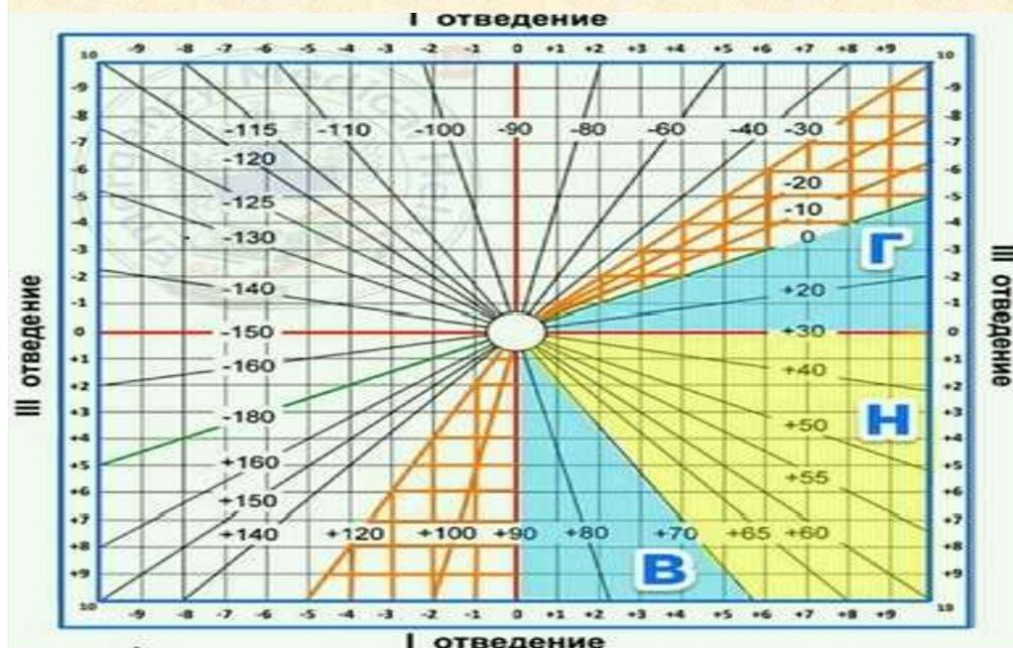


Методика анализа ЭКГ

Положение электрической оси сердца:

горизонтальная (от 0 до +40); нормальное (от + 40 до + 70);
вертикальное (от 70 до 90).

Таблица для определения электрической оси сердца в градусах (по Дьеду)





Реография

- ◆ **Реография** – это **неинвазивный метод исследования сердечно-сосудистой системы, в основе которого лежит регистрация изменений сопротивления тканей электрическому току (импеданса).**
- ◆ Из курса физики известно, что импеданс складывается из *емкостного* и *омического* сопротивления.



Реография

- ◆ **Емкостное** сопротивление оказывают клеточные структуры, а **омическое** бесклеточные образования (плазма крови, тканевая жидкость).
- ◆ Следовательно, чем больше в ткани жидкости, тем меньше омическое сопротивление она имеет.



Реография

- ◆ При работе сердца в период изгнания крови из желудочков увеличивается кровенаполнение тканей, а значит, уменьшается омическое сопротивление ткани (снижается и импеданс ткани, так как емкостное сопротивление практически не меняется!). В диастолу, наоборот, омическое сопротивление ткани возрастает.



Реография

- ◆ **Достоинства метода:**
- ◆ неинвазивность
- ◆ возможность проводить исследования практически в неограниченном числе сосудистых зон
- ◆ безболезненность и безвредность для пациента
- ◆ информативность
- ◆ оперативность получения данных
(отсутствие длительного цикла измерения)



Реография

Разновидности метода.

Реография:

- ◆ головного мозга (реоэнцефалография)
- ◆ легких (реопульмонография)
- ◆ сердца (реокардиография)
- ◆ печени (реогепатография)
- ◆ глаз (реофтальмография)
- ◆ мышц (реомиография)
- ◆ нижних и верхних конечностей (реовазография) и др..



Реография

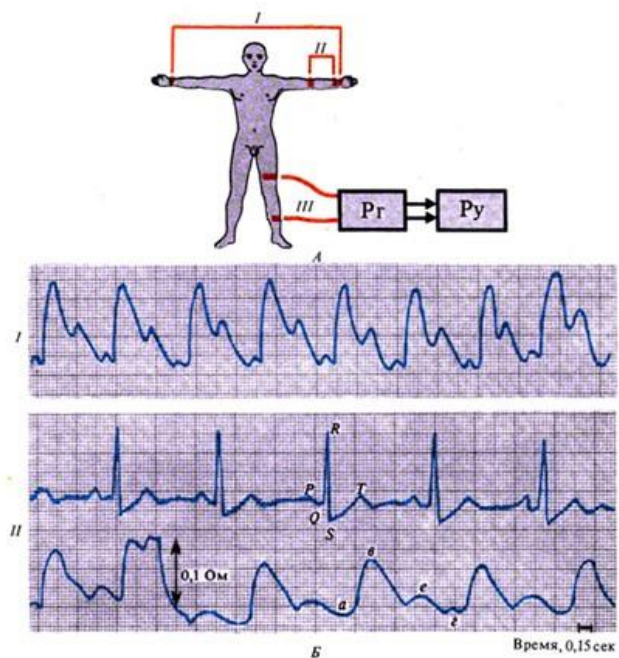
Техника выполнения:

- ◆ электроды диаметром 1.5см крепятся на коже над областью прохождения интересующих сосудов.
- ◆ Место контакта обрабатывается электропроводным гелем.
- ◆ Информация поступает в регистрирующий прибор и выводится на экран компьютера или пишущее устройство.



Реография

- ◆ Вид реограммы напоминает сфигмограмму



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



Реография

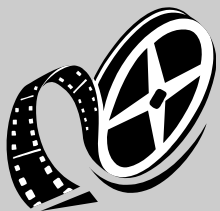
- **Качественная и количественная оценка** реограмм сводится к измерению и описанию амплитудных и временных отрезков кривой, которые отражают состояние тонуса сосудов, их эластичность, величину ударного объема. Кроме того, вычисляются специальные реографические показатели.



Реография

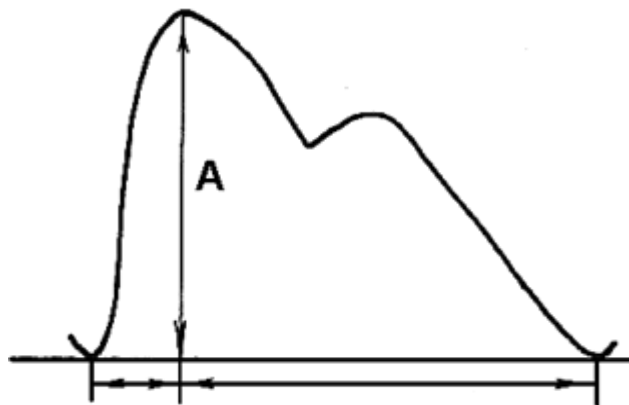
По реограмме рассчитывается достаточно много показателей, из которых мы познакомимся, прежде всего, со следующими:

- 1. амплитуда реограммы (A)** – характеризует величину пульсового кровенаполнения, а значит, силу сокращения желудочка, степень кровенаполнения сосудов и их тонус.
- 2. время максимального систолического наполнения сосудов (a)** (*восходящая часть кривой*) – характеризует силу сердечных сокращений, эластичность и тонус артериальных сосудов.



Реография

3. длительность нисходящей части реограммы (β)
– зависит преимущественно от состояния вен, характеризует эластичность артериальных сосудов, очень зависит от продолжительности диастолы (частоты сердечных сокращений).





Реография

4. по реограмме можно определить ЧСС.

Нужно измерить длину отрезка от начала α и до конца β и, зная, скорость лентопротяжного механизма можно рассчитать время сердечного цикла (СЦ). А по формуле найти ЧСС:

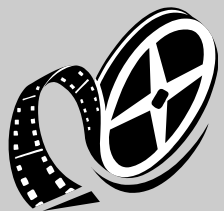
$$\text{ЧСС} = 60/\text{СЦ}$$



- ◆ **5.** Реографический индекс (систолический — РСИ и диастолический—РДИ)— отношение систолической (диастолической) волны к стандартному калибровочному сигналу (0,1 Ом =10 мм), выражается в относительных единицах. Этот показатель характеризует величину и скорость притока (оттока) крови в исследуемой зоне.

Благодарю за внимание !





После изучения лекции **необходимо** пройти тестирование при помощи сервиса Гугл-формы.

Пожалуйста, корректно заполняйте поля ФИО, факультет и номер группы.

◆ **ТЕСТ**