

*Электронное пособие по
теме:*

ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАФИЯ

Цель занятия:

***Научить технике
регистрации и
расшифровке ЭКГ***

Задачи семинара:

- Систематизировать знания по генезу зубцов и интервалов ЭКГ, электрокардиографическим отведениям, анализу нормальной ЭКГ и при патологии
- Освоить технику регистрации ЭКГ

Вопросы семинара:

- Техника регистрации ЭКГ
- Электрокардиографические отведения
- Происхождение зубцов и интервалов ЭКГ
- Нормальная ЭКГ
- Анализ ЭКГ
- Электорокардиограмма при инфаркте миокарда

Электрокардиография-

метод исследования сердечно-сосудистой системы, основанный на графической регистрации биотоков, возникающих в процессе деятельности сердца

ЭКГ регистрирует следующие функции сердца:

- *автоматизм
- *проводимость
- *возбудимость

Основные показания для записи ЭКГ:

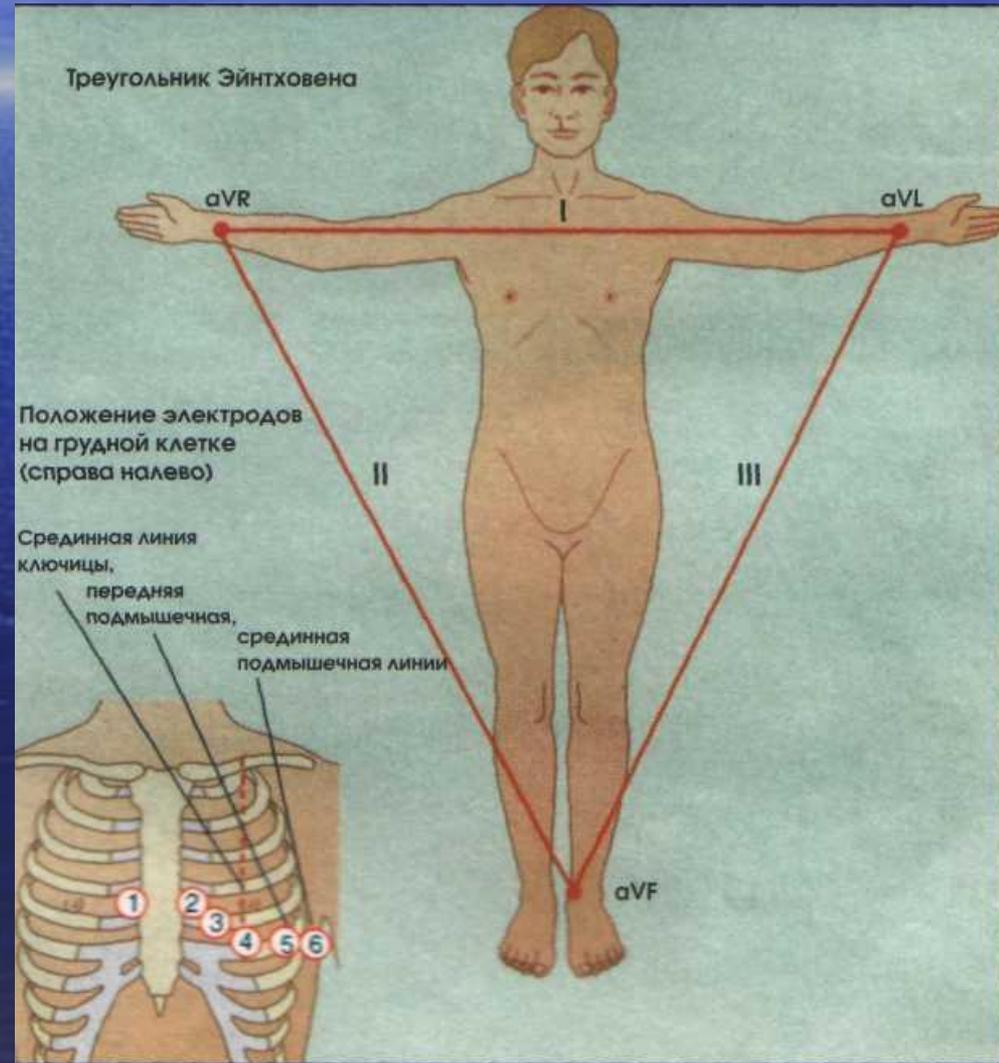
- *подозрение на заболевание сердечнососудистой системы, боли в области грудной клетки, коллапс в анамнезе, обмороки, ощущаемое трепетание в области сердца или аритмия;*
- *нестабильная гемодинамика;*
- *состояния, способные влиять на деятельность сердечно-сосудистой системы (гипотермия, почечная недостаточность или нарушение электролитного баланса);*
- *лечение медикаментами, влияющими на сердечно-сосудистую систему*
- *ЭКГ является рутинным исследованием при подготовке к анестезии или другим инвазивным процедурам.*
- *Часто диагностика и лечение опираются на данные ЭКГ, поэтому особенно важно чтобы запись проводилась тщательно и была как можно более четкой. Для оценки и сравнения проводят серию ЭКГ за несколько дней, так как даже небольшое смещение электродов может исказить информацию. При применении многоразовых металлических электродов необходимо нанести на кожу тонкий слой геля для ЭКГ*

Электрокардиограф —

устройство для записи электрической активности сердца. С помощью электродов, наложенных на конечности и грудную клетку пациента, данные о деятельности различных участков сердца передаются на монитор в виде информации, которую можно анализировать (электрокардиограмма — ЭКГ). Электроды располагаются в соответствии с треугольником Эйнтховена

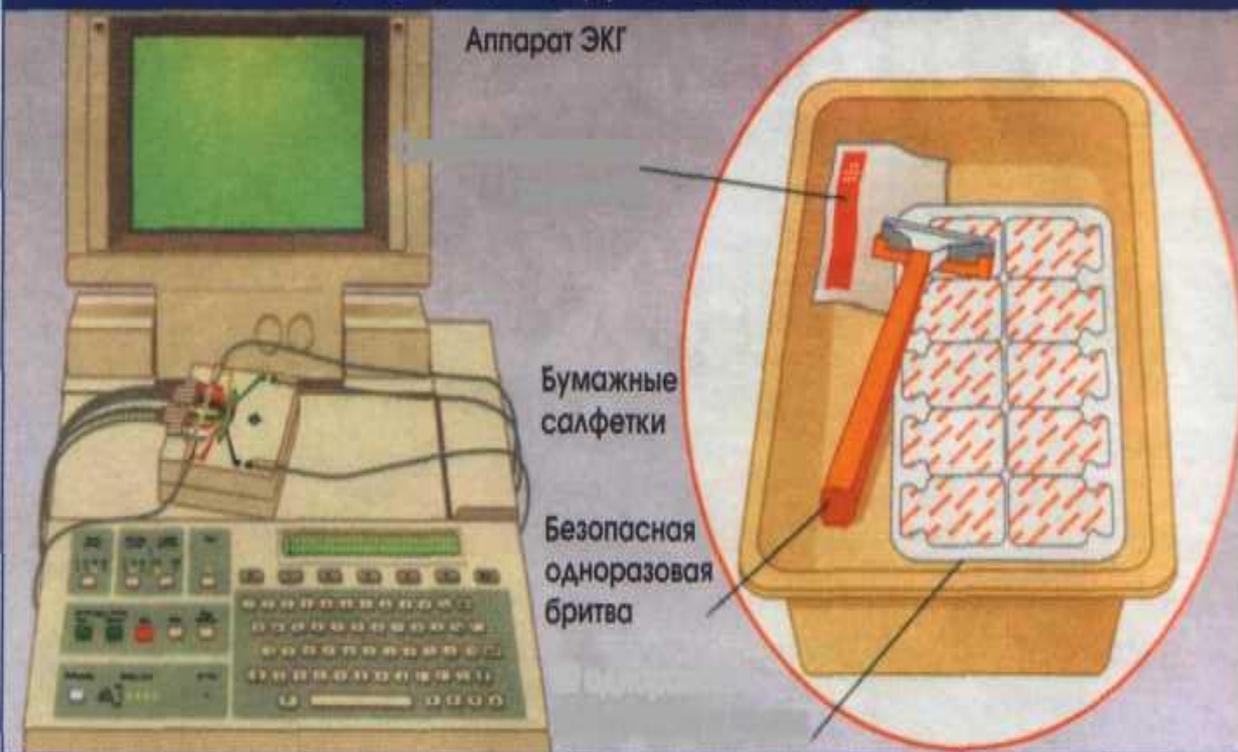
Положение электродов при 12-канальной ЭКГ

- правая рука — расширенный правый вектор (*augmented vector right*) — **aVR**
- левая рука — расширенный левый вектор (*augmented vector left*) — **aVL**;
- левая нога — расширенный вектор (*augmented vector foot*) — **aVF**;
- правая нога — заземление



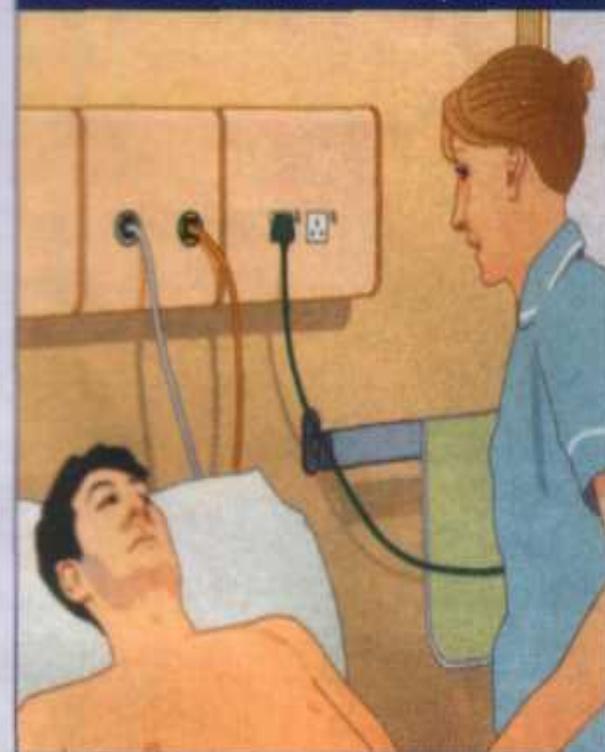
Этапы записи ЭКГ- 1

ОБОРУДОВАНИЕ



Соберите оборудование, разъясните пациенту ход процедуры и получите его согласие на ее проведение. Пациент должен вести себя спокойно и не двигаться. Для получения достоверной записи браслеты и наручные часы снимают

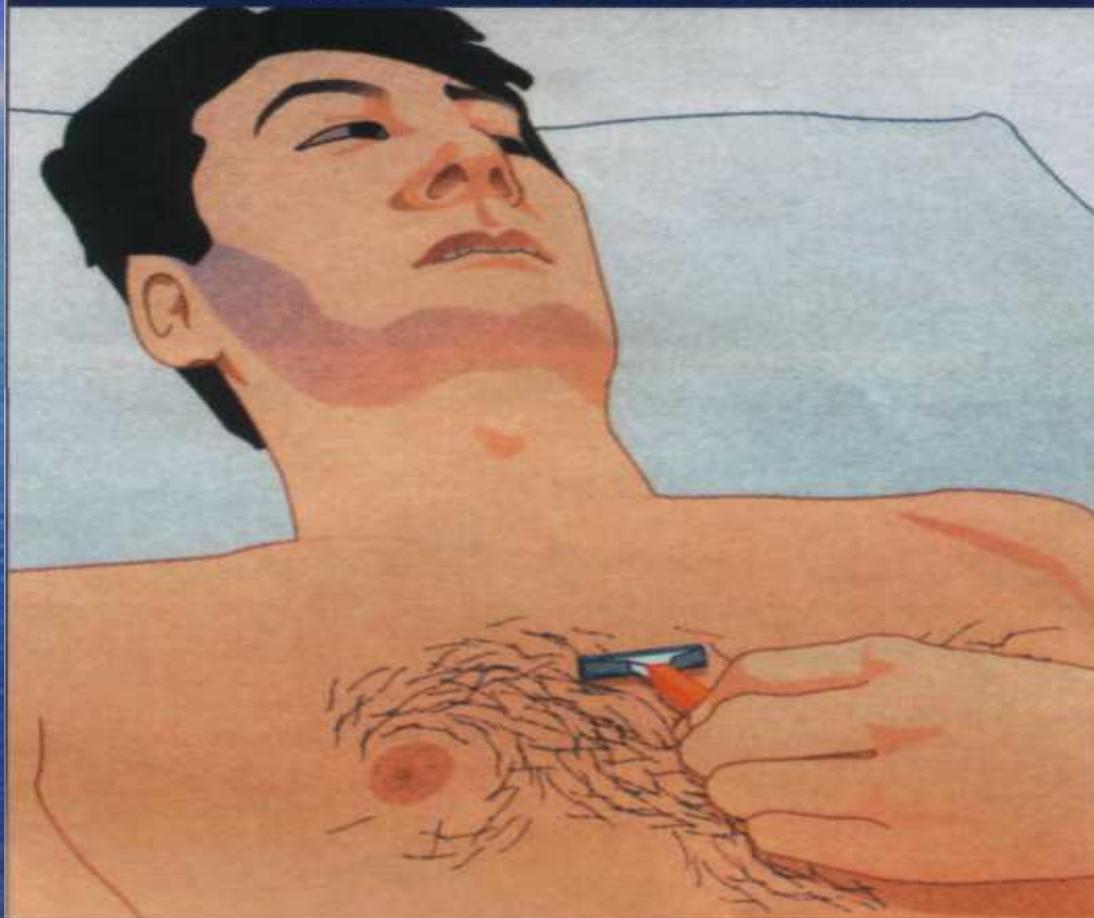
ПОЛОЖЕНИЕ ПАЦИЕНТА



Обеспечьте пациенту удобное положение. Важно, чтобы ему не было холодно, так как дрожь искажает результат

Запись ЭКГ

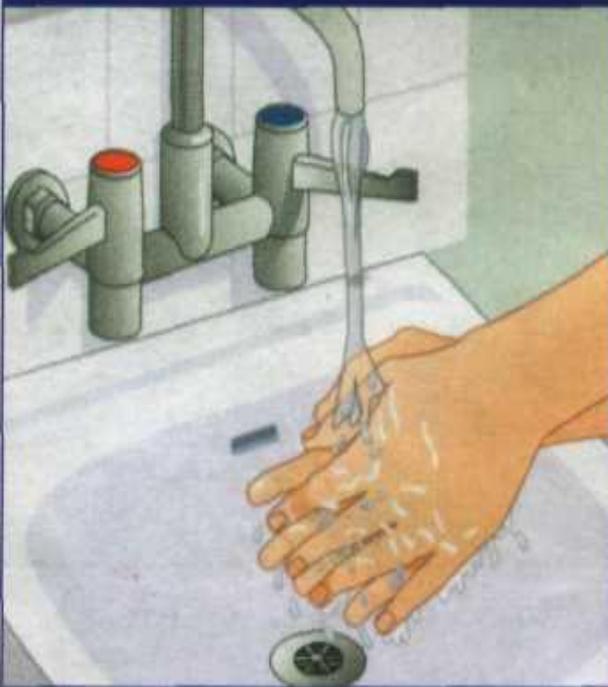
ПОДГОТОВКА КОЖИ



При чрезмерном оволосении необходимо побрить кожу безопасной одноразовой бритвой в местах наложения электродов. Кожа должна быть чистой и сухой; при необходимости протрите ее спиртсодержащей салфеткой до порозовения в месте наложения электрода (это улучшит контакт кожи с электродом)

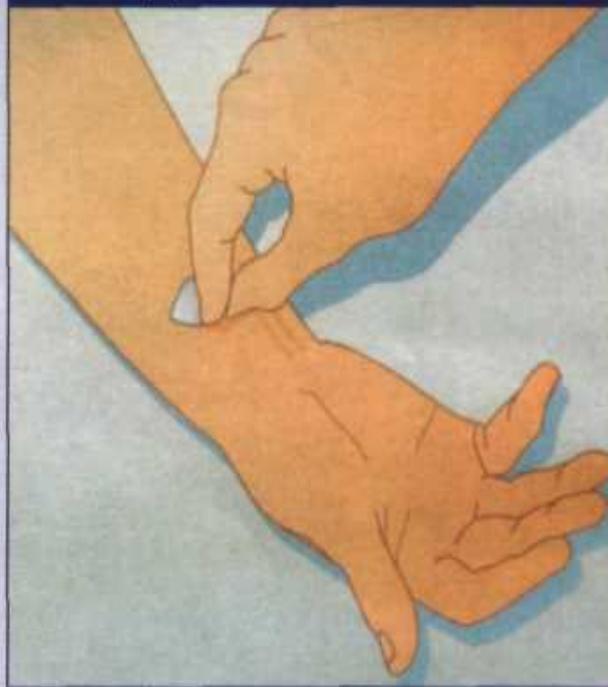
Этапы записи ЭКГ- 2

МЫТЬЕ РУК



Вымойте руки

ПОДГОТОВКА КОЖИ



Чтобы обеспечить наилучший контакт электрода с кожей, протрите небольшие ее участки на периферии с внутренней стороны рук и ног салфеткой до порозовения. Если кожа загрязнена, используйте спиртосодержащую салфетку. Не накладывайте электроды на костные выступы — это ухудшает запись

НАЛОЖЕНИЕ ЭЛЕКТРОДА (a)



Наложите электрод на правое запястье с внутренней стороны в соответствии с инструкцией производителя

Этапы записи ЭКГ- 3

(б)



Наложите электрод на левое запястье

(в)



Наложите электрод на левую лодыжку

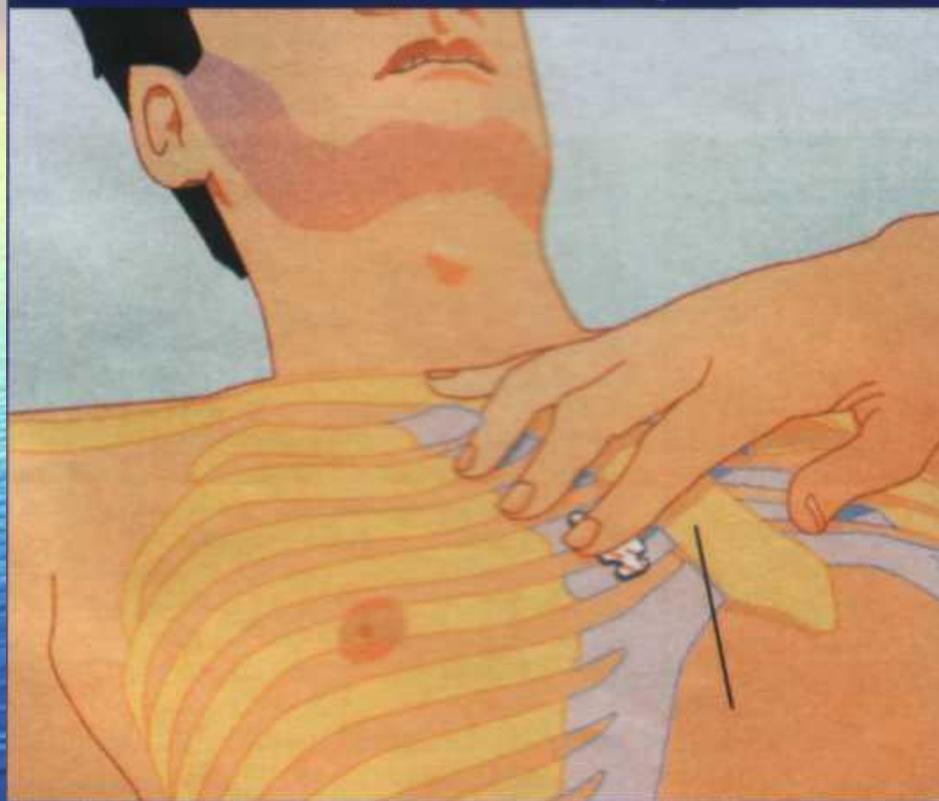
(г)



Наложите электрод на правую лодыжку

Постановка электродов

ОТВЕДЕНИЕ 1 (V_1)



Справа от грудины отсчитайте 4 межреберных промежутка (без учета промежутка между ключицей и I ребром). Поместите электрод у правого края грудины над межреберным промежутком. Это — 1-й канал (отведение V_1)

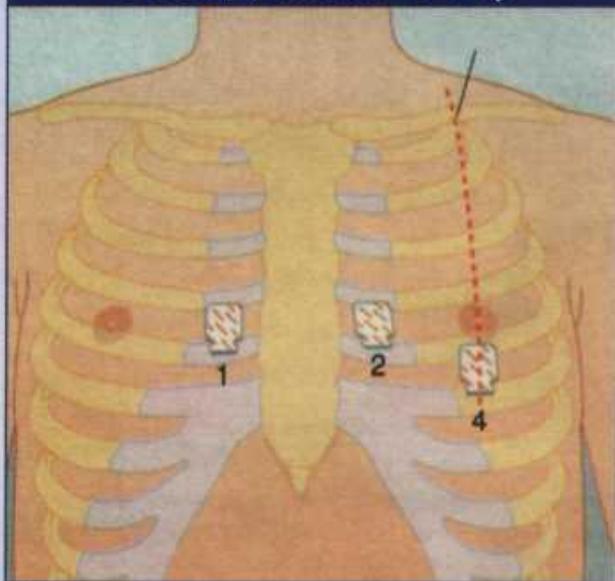
ОТВЕДЕНИЕ 2 (V_2)



Слева от грудины отсчитайте 4 межреберных промежутка (без учета промежутка между ключицей и I ребром). Поместите электрод у левого края грудины над межреберным промежутком. Это — 2-й канал (отведение V_2)

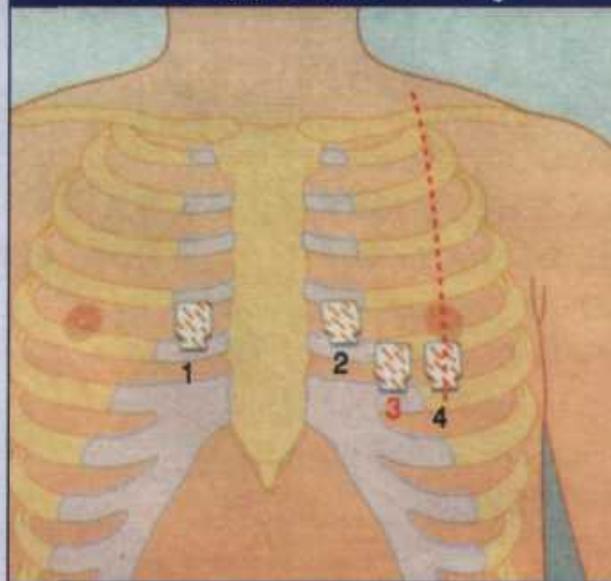
Постановка электродов

ОТВЕДЕНИЕ 4 (V₄)



Слева от грудины отсчитайте 5 межреберных промежутков (без учета промежутка между ключицей и I ребром) и зафиксируйте электрод над межреберным промежутком по среднеключичной линии. Это — 4-й канал (отведение V₄)

ОТВЕДЕНИЕ 3 (V₃)



Зафиксируйте еще 1 электрод над 5-м межреберным промежутком между V₂ и V₄. Это — 3-й канал (отведение V₃)

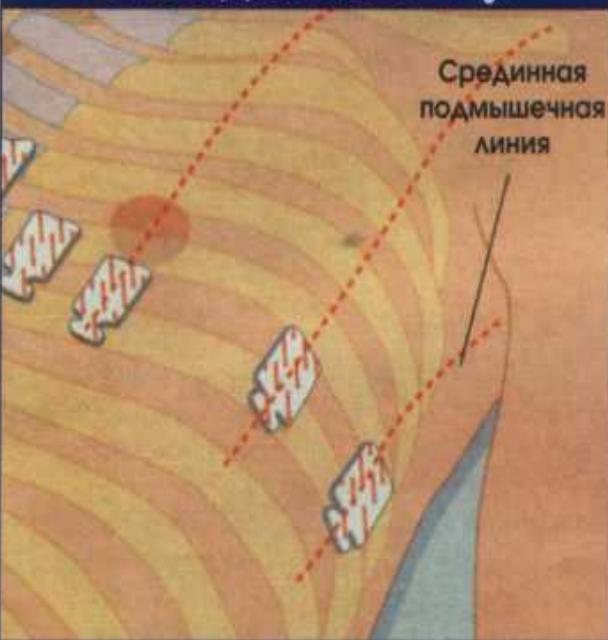
ОТВЕДЕНИЕ 5 (V₅)



Поместите электрод по передней подмышечной линии над 5-м межреберным промежутком (не учитывая промежутка между ключицей и I ребром). Это — 5-й канал (отведение V₅)

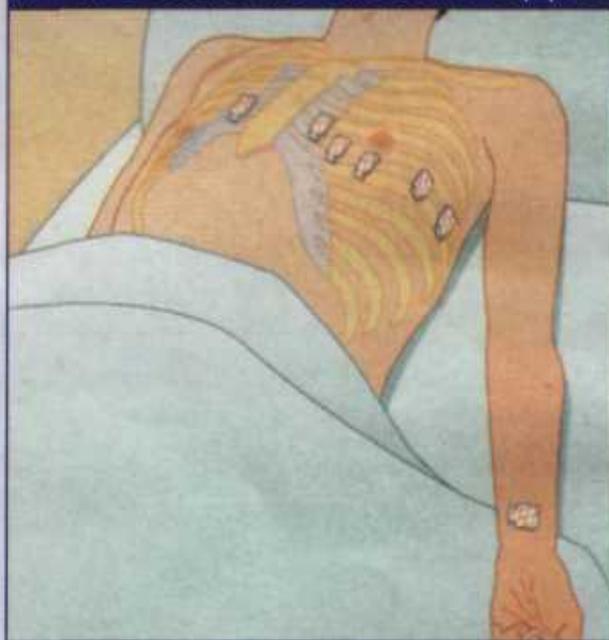
Постановка электродов

ОТВЕДЕНИЕ 6 (V_6)



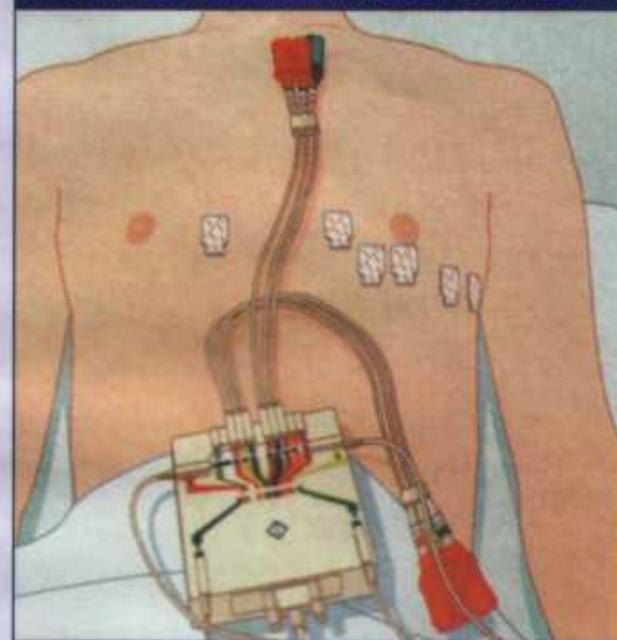
Поместите электрод по срединной подмышечной линии над 5-м межреберным промежутком (не учитывая промежуток между ключицей и I ребром). Это — 6-й канал (отведение V_6)

ПОЛОЖЕНИЕ ЭЛЕКТРОДОВ



Перед присоединением электродов к разветвителю убедитесь в том, что все они хорошо закреплены на коже

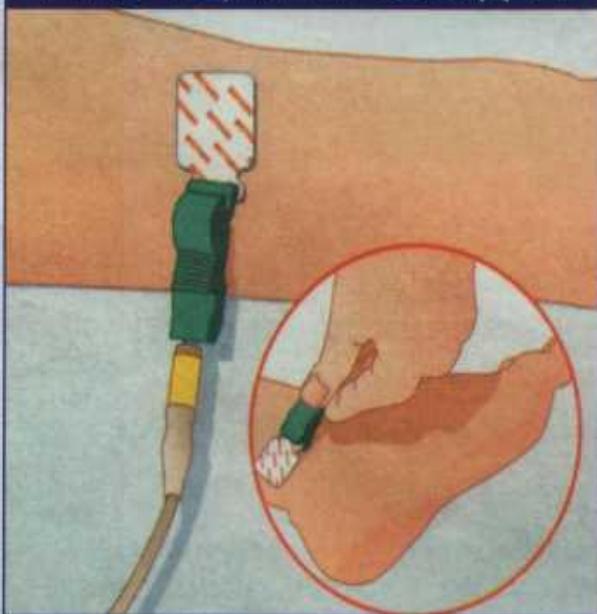
ПОЛОЖЕНИЕ РАЗВЕТВИТЕЛЯ



Разветвитель помещают на животе пациента. Разложите провода таким образом, чтобы не происходило их скручивания и перегибания, так как это может нарушить фиксацию электродов и влиять на достоверность ЭКГ

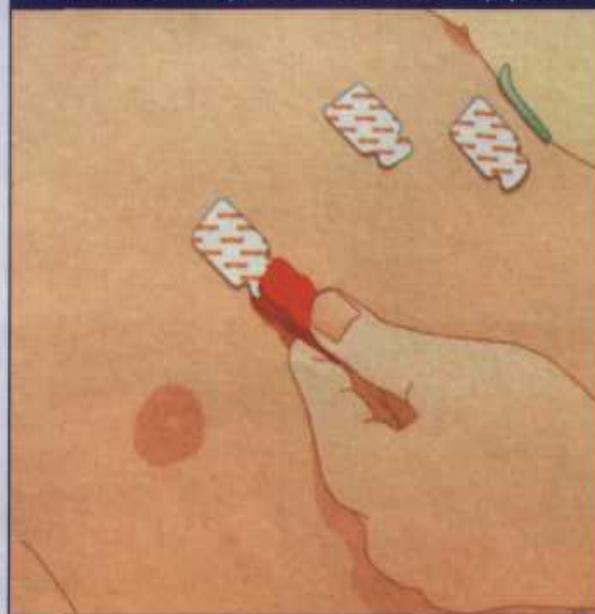
Постановка электродов

ФИКСАЦИЯ ПРОВОДОВ



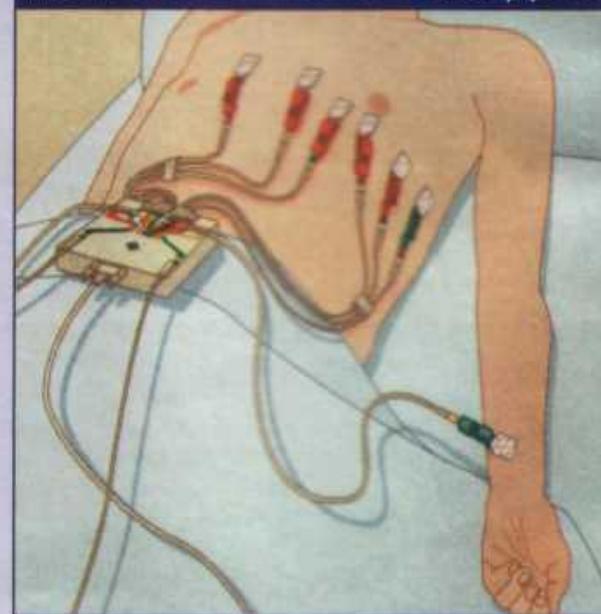
Прикрепите провода к электродам на конечностях, соблюдая полярность

ФИКСАЦИЯ ПРОВОДОВ



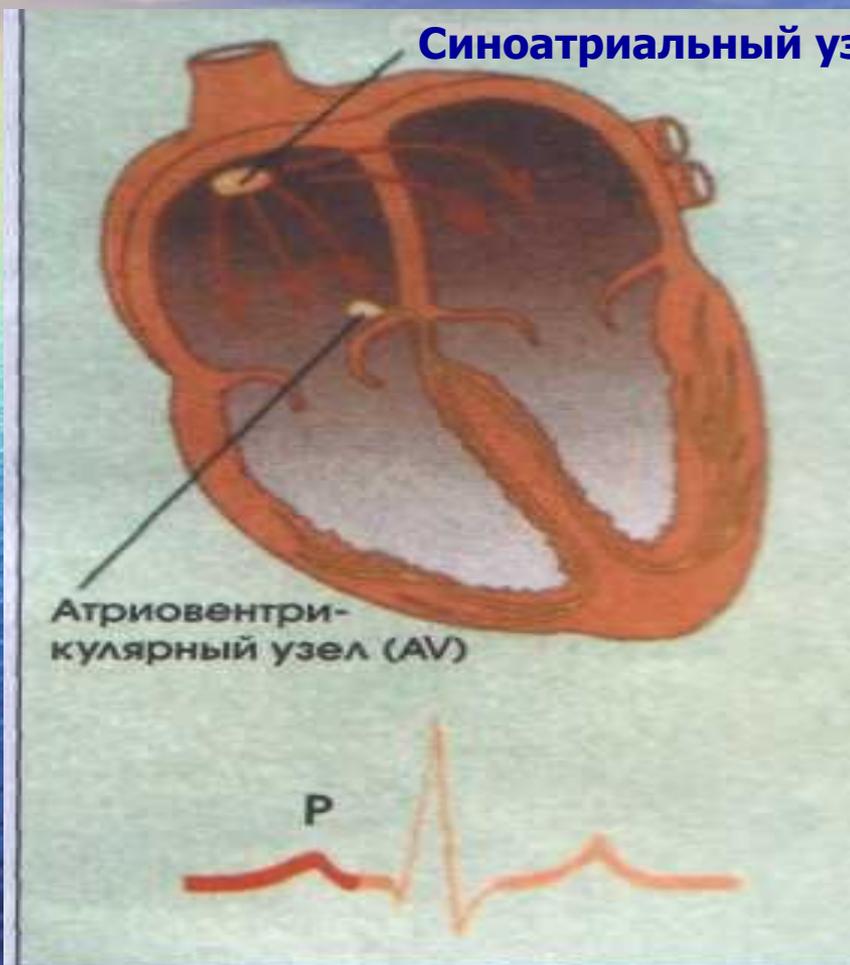
Прикрепите провода к электродам, расположенным на грудной клетке, соблюдая полярность. Некоторые аппараты имеют цветную маркировку проводов, но медсестры должны уметь ориентироваться и по названиям отведений

ПОЛОЖЕНИЕ ПРОВОДОВ



Когда все провода прикреплены к электродам, их положение должно выглядеть так же, как на рисунке. Целесообразно скрепить некоторые провода между собой, чтобы избежать их деформации, влияющей на достоверность ЭКГ

Формирование нормальной электрокардиограммы

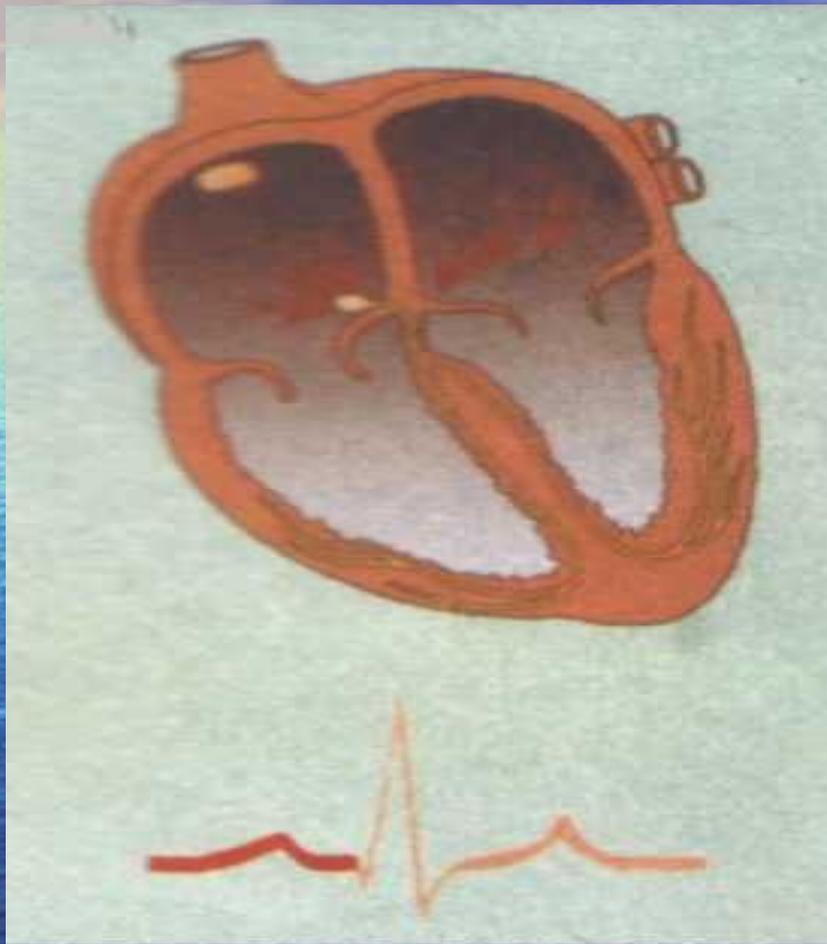


Зубец P отражает деполяризацию предсердий

Деполяризация предсердий.

- Зубец P отражает процесс деполяризации правого и левого предсердий. В норме зубец P положительный во II стандартном отведении. В отведении aVR зубец P всегда отрицательный, а в aVL - низкоамплитудный или отсутствует вообще.
- Амплитуда зубцов P не превышает 1,5-2,5 см, а продолжительность - 0,1 с.

Пути проводимости

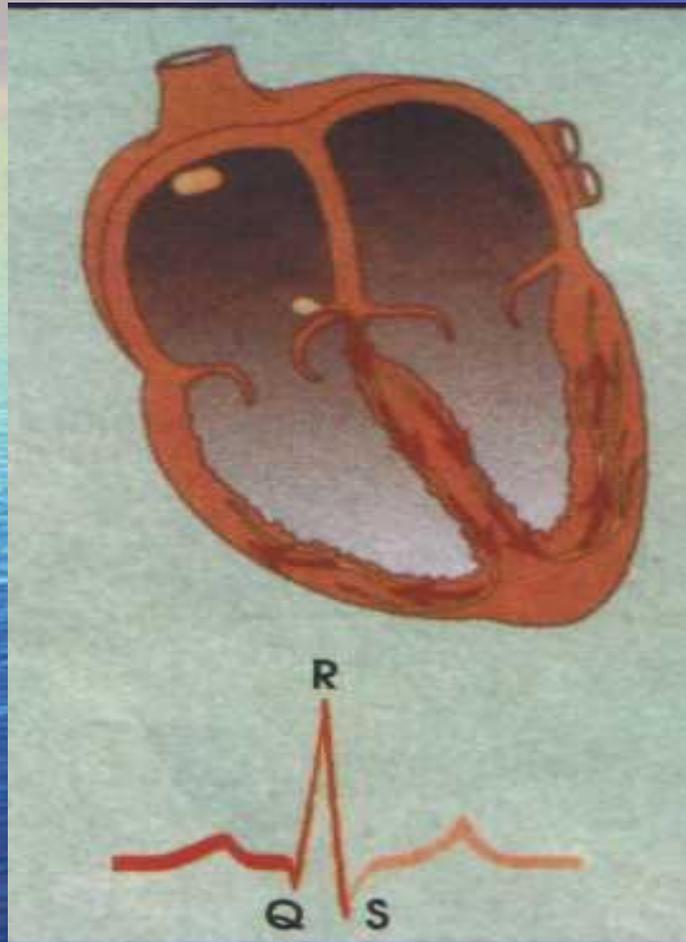


Когда импульс достигает узла AV, происходит небольшая задержка, предшествующая проведению импульса

Сегмент P-Q(R).

- Сегмент P-Q(R) измеряется от окончания зубца P до начала комплекса QRS (зубца Q или R). Он соответствует времени распространения возбуждения по атриовентрикулярному узлу, пучку Гиса и его разветвлениям. Величина разности потенция-лов, возникающая в сердце в этот период, очень мала. Поэтому на ЭКГ обычно записывается изоэлектрическая линия.
- Длительность интервала P-Q(R) у здорового человека зависит от частоты сердечных сокращений (ЧСС) и в норме колеблется от 0,12 до 0,20 с.

Пути проводимости

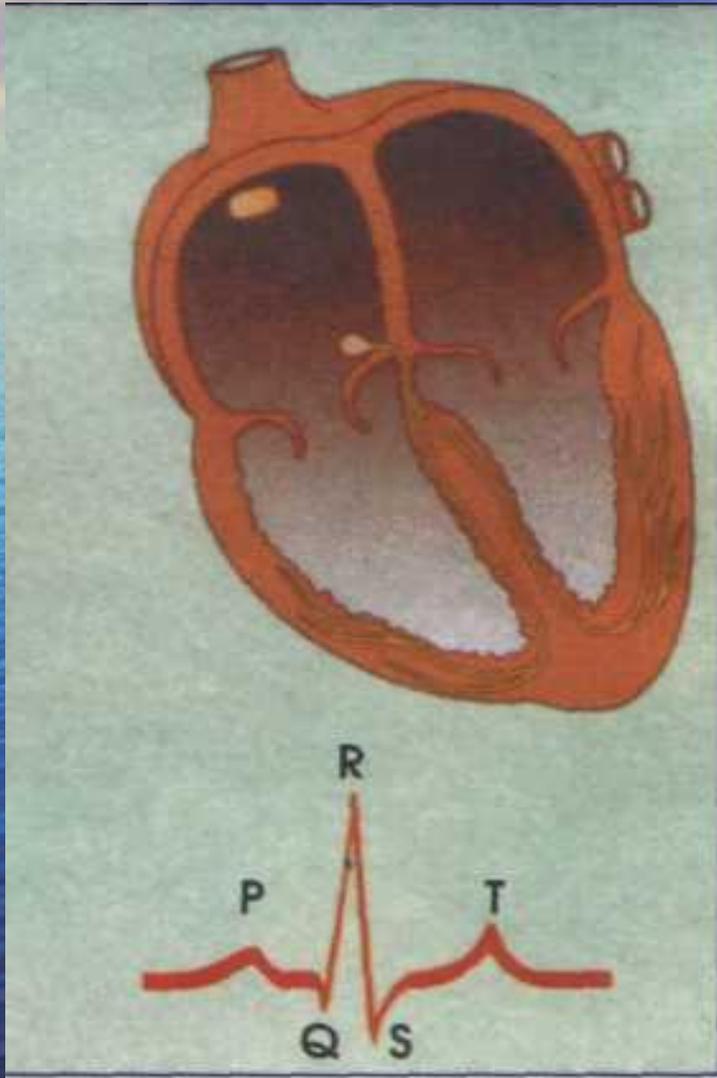


Комплекс QRS отражает
деполяризацию желудочков

Депольяризация желудочков.

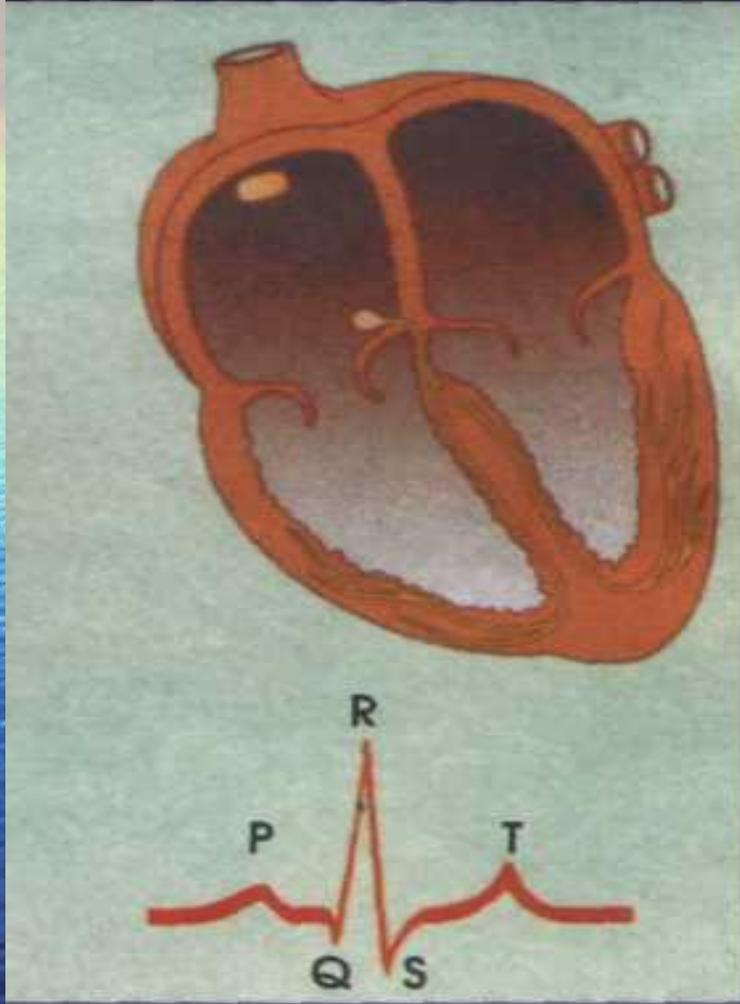
- Депольяризацию желудочков отражает комплекс QRS.
- В грудном отведении V3 зубцы R и S обычно равны по амплитуде. Это так называемая переходная зона.
- Общая продолжительность комплекса QRS составляет 0,08-0,1 с.

Пути проводимости



- **Сегмент RS-T.**
- Сегмент RS-T соответствует периоду полного охвата возбуждением обоих желудочков, когда разность потенциалов между разными участками сердечной мышцы очень мала.
- В норме в стандартных и усиленных отведениях от конечностей сегмент RS-T расположен на изолинии ($\pm 0,5$ мм).

Пути проводимости

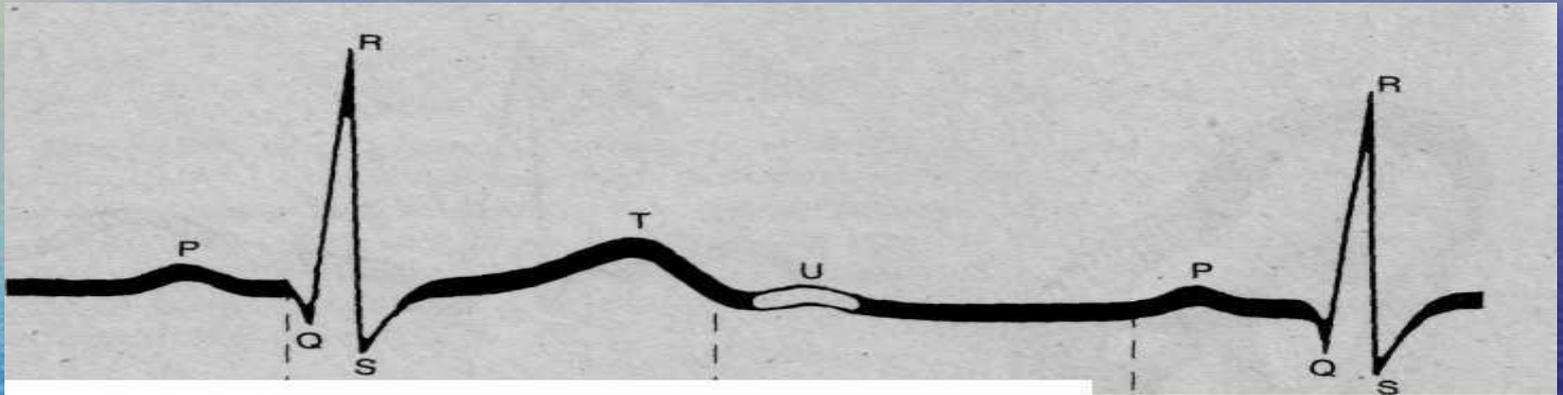


Зубец Т отражает реполяризацию желудочков (восстановление исходного потенциала)

Реполяризация желудочков.
Зубец Т отражает процесс быстрой конечной реполяризации миокарда желудочков. В большинстве отведений, где регистрируется зубец R, зубец Т имеет положительное значение. В зависимости от положения электрической оси сердца в отведениях III, aVL и V1 зубец Т может быть положительным, двухфазным или отрицательным. В отведении aVR зубец Т всегда отрицательный.

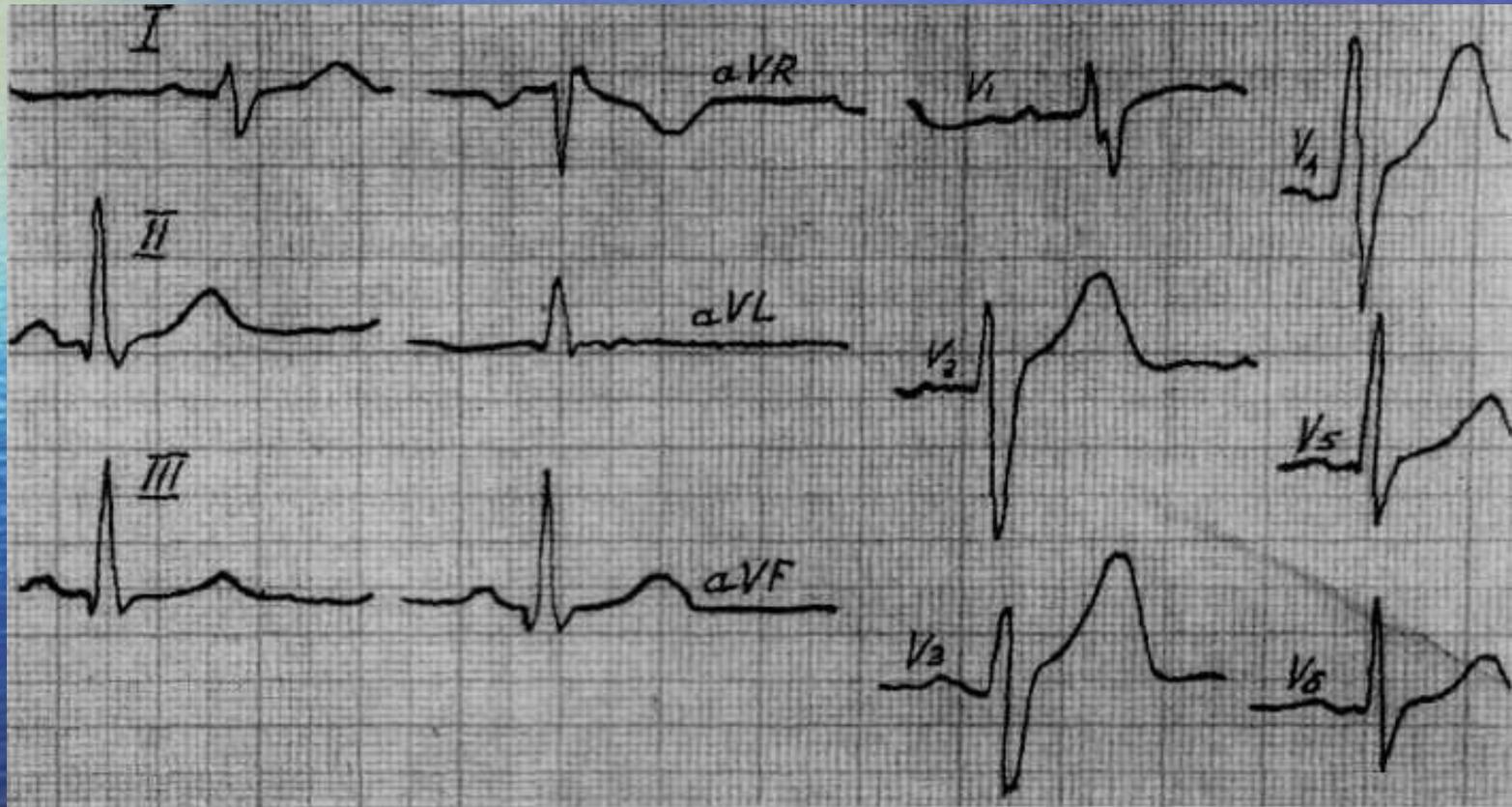
Амплитуда зубца Т в отведениях от конечностей у здорового человека не превышает 5-6 мм, а в грудных -15-17 мм.

Интервал Q-T



- **Электрическая систола желудочков (интервал Q-T).**
- Интервал Q-T измеряется от начала комплекса ORS до конца зубца T. Его продолжительность в первую очередь зависит от частоты ритма: чем больше ЧСС, тем короче интервал Q-T.

ЭКГ здорового мужчины 35 лет, высокого роста, астенического сложения. Угол α равен 90°



Общая визуальная оценка ЭКГ

При анализе ЭКГ необходимо учитывать несколько важных принципов.

- Во-первых, оценить, правильно ли снята ЭКГ технически, нет ли артефактов, верно ли отрегулирован прибор, при каком уровне усиления и при какой скорости сделана запись. Технически некачественную ЭКГ нельзя использовать для точной диагностики.
- Во-вторых, оценить правильность ритмической деятельности сердца. При этом помимо качественной оценки важна еще и тактическая, прикладная: безопасные для жизни, потенциально опасные и смертельно опасные нарушения ритма.
- Безопасные нарушения ритма можно встретить у большинства людей в разные периоды жизни - это дыхательная аритмия, редкие экстрасистолы, умеренное замедление и ускорение сердечной деятельности и пр. К потенциально опасным относятся нарушения ритма, которые могут перейти к более серьезным формам, например, "ранние" экстрасистолы, проявления электрической нестабильности желудочков сердца, остро возникающие нарушения проводимости в синоаурикулярном или атриовентрикулярном узлах. В этих случаях обязательно немедленно применяют превентивную терапию.

Общая визуальная оценка ЭКГ (продолжение)

- *Смертельно опасные нарушения ритма (фибрилляция желудочков, асистолия, пароксизмы тахикардии с нарушениями гемодинамики и др.) требуют немедленных действий для спасения жизни больного.*

Полезна прикладная оценка изменений желудочкового комплекса:

- *неопасные для жизни: позиционные изменения, признаки гипертрофии отделов сердца, проксимальных блокад ножек пучка Гиса, вторичные нарушения реполяризации;*
- *потенциально опасные: признаки рубцовых изменений миокарда, аневризм сердца, дистальных внутрижелудочковых блокад;*
- *смертельно опасные: инфаркты миокарда, острые перегрузки правого желудочка, признаки электролитных расстройств. Эти формы требуют немедленных действий.*
- *В-третьих, необходимо оценить формы и структуры желудочкового комплекса, его начальной (QRS) и конечной (ST-T) частей. Это дает возможность выявить нарушения внутрижелудочковой проводимости, синдромы предвозбуждения, инфаркты миокарда, тромбоэмболии, обменные и токсические поражения сердечной мышцы.*

Визуальная оценка технической пригодности ЭКГ



На верхнем рисунке, в центре, правильно записанный контрольный милливольт. На нижнем рисунке - записи, снятые на 25 мм/с (верхняя) и 50 мм/с (нижняя)

В условиях оказания неотложной медицинской помощи не всегда удастся получить достаточно четкую запись, пригодную для анализа. В этом кроется опасность диагностических ошибок. Вероятность их снижается при соблюдении следующих требований:

- Наличие контрольного милливольта высотой 10 мм обязательно. При необходимости он может быть уменьшен вдвое, но это должно быть отмечено знаком (1:2). Форма записи контрольного милливольта должна быть строго прямоугольной. Наличие "хвостиков" на углах, закруглений указывает на неисправность прибора: сделанные им записи искажены. Правильность наложения электродов проверяется по зубцам Р_i (при синусовом ритме всегда положительные) и Р_{aVR} (при синусовом ритме всегда отрицательные). Оценить скорость записи, если она не оговорена, можно по интервалу Q-T, он должен быть равен 5-4 большим делениям координатной сетки при скорости 50 мм/с. Это наиболее удобная скорость для изучения морфологии зубцов ЭКГ. Для изучения нарушений ритма удобно пользоваться скоростью 25 мм/с: все интервалы сокращаются вдвое.

Наиболее частые помехи в ходе записи ЭКГ

- **Мышечный тремор.** При некоторых неврологических заболеваниях, например паркинсонизме, при выраженном тиреотоксикозе, снятии показаний в прохладной комнате записи ЭКГ искажаются наложением потенциалов сокращающихся скелетных мышц: вместо ровной нулевой линии - беспорядочные мелкие колебания.
- **Переменный ток частотой 50 Гц.** При плохом контакте электродов с кожей пациента нулевая линия искажается вследствие наложения регулярных колебаний переменного электрического тока городской сети. В этих случаях следует проверить контакты, тщательно обезжирить кожу спиртом, проверить заземление.

Этапы анализа ЭКГ

- Правильная интерпретация ЭКГ требует строгого соблюдения методики ее анализа, т. е. проведения расшифровки по определенной схеме. Анализ ЭКГ должна предшествовать проверка правильности ее регистрации (отсутствие помех, вызывающих искажение элементов кривой, соответствие амплитуды **КОНТРОЛЬНОГО МИЛЛИВОЛЬТА** 10 мм и т. д.). Предварительно следует также оценить скорость движения бумаги при регистрации ЭКГ. Для этого можно ориентироваться на комплекс *QRS*: при скорости записи 50 мм/с ширина его составляет **ОКОЛО** 5 мм, при скорости 25 мм/с - 2-3 мм.
- Расшифровка ЭКГ включает в себя следующие этапы:
- анализ ритма сердца и проводимости;
- определение положения электрической оси сердца;
- анализ зубцов и сегментов;
- формулировка электрокардиографического заключения.

Анализ ритма сердца и проводимости

- **Регулярность сердечных сокращений** оценивается по продолжительности интервалов $R-R$ (или $P-P$). Регулярный, или *правильный*, ритм сердца диагностируется в том случае, если продолжительность измеренных интервалов $R-R$ одинакова и разброс полученных величин не превышает $\pm 10\%$ от средней продолжительности интервалов $R-R$. В остальных случаях диагностируется *неправильный* (нерегулярный) сердечный ритм. В случае нерегулярности ритма уточняется ее причина (синусовая аритмия, экстрасистолия, фибрилляция предсердий и т. д.).
- **Частоту сердечных сокращений (ЧСС)** при правильном ритме определяют по таблице (табл. 1) или подсчитывают по формуле:
 - $ЧСС = 60:(R-R)$,
 - где 60 - число секунд в 1 мин, $R-R$ - длительность интервала, выраженная в секундах.
 - Например, при $R-R = 0,4$ с $ЧСС = 60:0,4 = 150$. При скорости записи 25 мм/с 1 мм (одно маленькое деление) = 0,04 с, 5 мм (одно большое деление) = 0,2 с; при скорости 50 мм/с - 0,02 и 0,1 с соответственно.

Анализ ритма сердца и проводимости (продолжение)

- Для определения источника возбуждения, или так называемого водителя ритма, необходимо оценить ход возбуждения по предсердиям и установить отношение зубцов P к желудочковым комплексам QRS: **синусовый ритм** - нормальный ритм сердца. Электрические импульсы, приводящие к сокращению сердца, возникают в синусовом узле, который является водителем ритма для всего сердца. Из синусового узла импульсы распространяются по предсердиям и через атриовентрикулярный (АВ) узел - по желудочкам. Характерным признаком синусового ритма на ЭКГ является наличие положительной волны P, предшествующей QRS, форма всех зубцов P в одном и том же отведении одинакова. Интервалы. R-R и P-P при синусовом ритме одинаковы. **предсердные ритмы** (из нижних отделов). Характерные признаки: зубцы PII отрицательные, за каждым зубцом P следуют неизмененные комплексы QRS;

Анализ ритма сердца и проводимости (продолжение)

- **ритмы из АВ-соединения.** При таком ритме, если импульс одновременно достигает предсердий и желудочков, на ЭКГ отсутствуют зубцы P , которые сливаются с обычными неизменными комплексами QRS . Если импульс вначале достигает желудочков и только потом предсердий, на ЭКГ регистрируются отрицательные P и P в II, которые располагаются после обычных неизменных комплексов QRS ;
желудочковый (идиовентрикулярный ритм). Характерные признаки : все комплексы QRS расширены и деформированы, закономерная связь комплексов QRS и зубцов P отсутствует, ЧСС не превышает 40-45 уд. в мин. Для предварительной оценки функции проводимости необходимо измерить: *длительность зубца P* , которая характеризует скорость проведения
- электрического импульса по предсердиям (в норме не более 0,1 с); *длительность интервалов P - $Q(R)$* во II стандартном отведении, отражающую общую скорость проведения по предсердиям, АВ-соединению и системе Гиса(в норме от 0,12 до 0,2 с); *длительность желудочковых комплексов QRS* (проведение возбуждения по желудочкам), которая в норме составляет от 0,06 до 0,10 с.
- Увеличение длительности перечисленных зубцов и интервалов указывает на замедление проведения в соответствующем отделе проводящей системы сердца.

Быстрая визуальная оценка ЧСС

- ЧСС - простой, но важный гемодинамический показатель. Рассчитать его можно, разделив величину 600 на число больших делений интервала *R-R*.
- Тревожными являются показатели ЧСС свыше 160 и ниже 40. В первом случае нужно думать о пароксизмальной тахикардии, во втором - о блокаде проведения импульсов от предсердий к желудочкам.

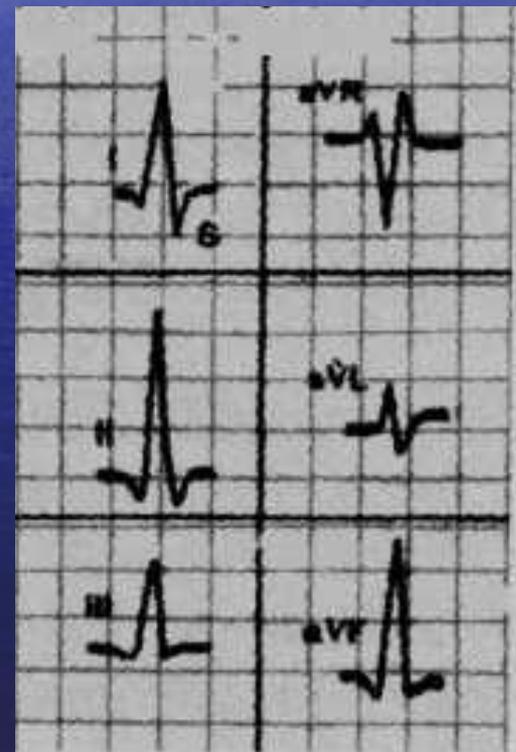
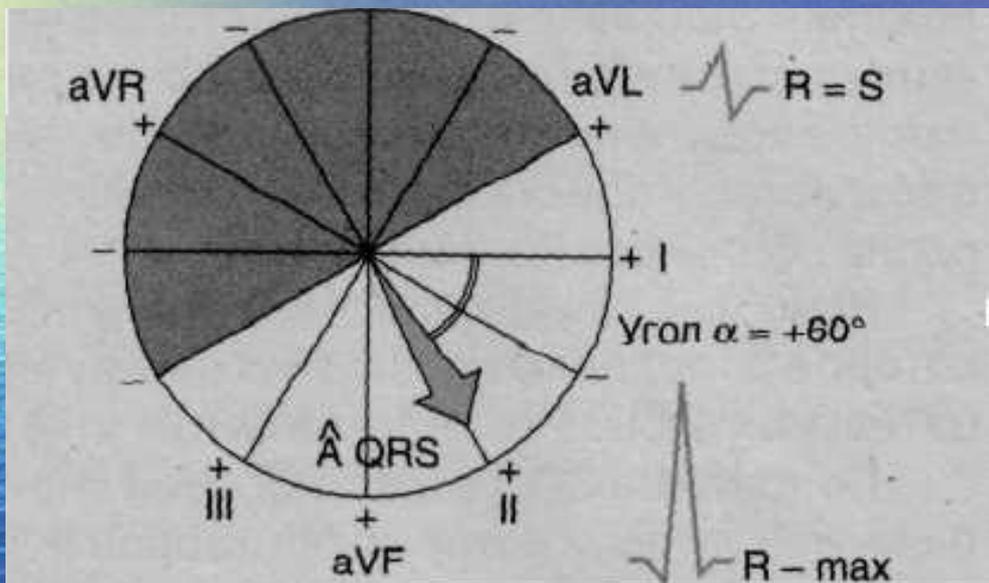
Определение положения электрической оси сердца

- Электрической осью сердца (ЭОС) называют среднее направление суммарного вектора возбуждения желудочков. Положение ЭОС дает представление о положении сердца в грудной клетке. Изменение положения ЭОС является диагностическим признаком ряда патологических СОСТОЯНИЙ, поэтому регулярная оценка этого показателя имеет важное практическое значение.
- Положение ЭОС может также меняться с возрастом и при определенных механических воздействиях (например, после обильного приема пищи).
- Наиболее важна оценка положения ЭОС во фронтальной плоскости, которое определяют по соотношению величин положительных и отрицательных зубцов комплекса *QRS* в отведениях от конечностей.

Определение положения электрической оси сердца (продолжение)

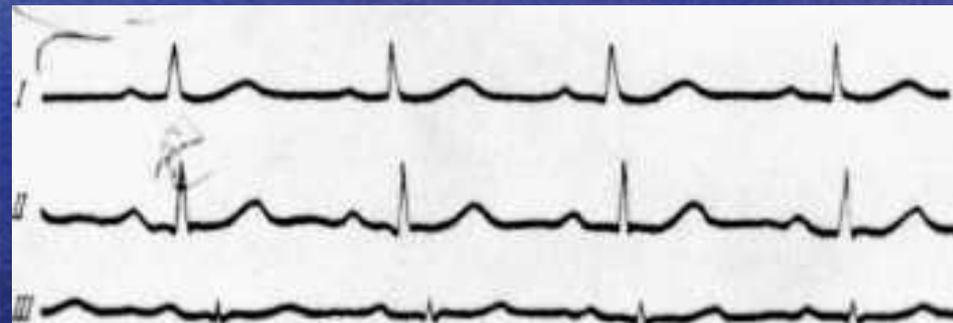
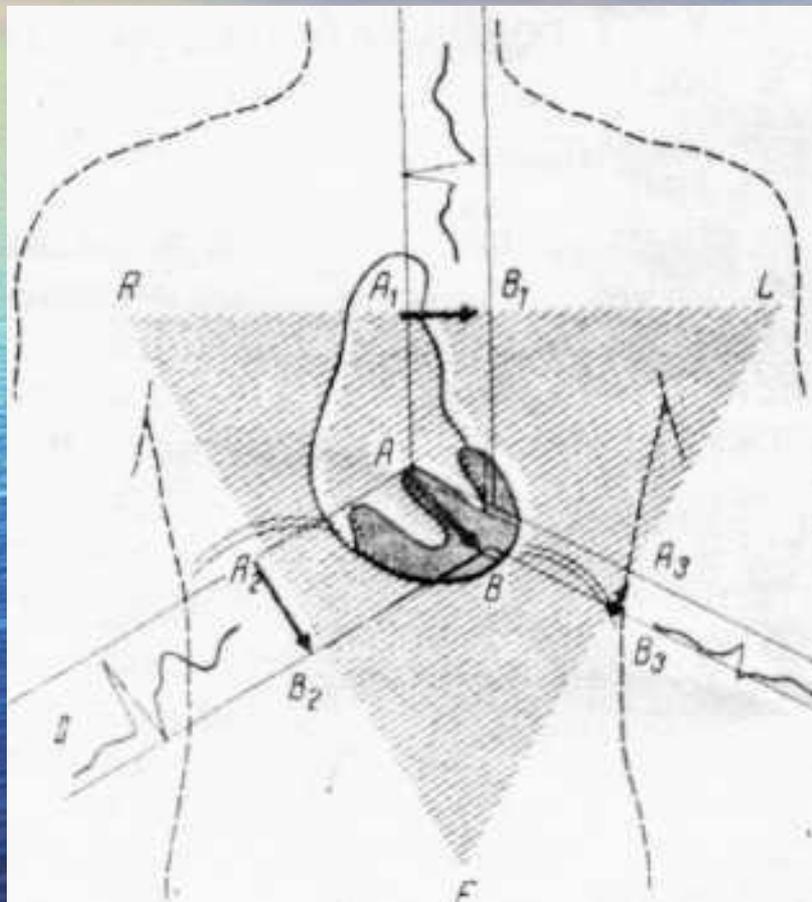
- Положение ЭОС в шестисековой системе Bayley количественно выражается углом α , который образован ЭОС и положительной половиной оси I стандартного отведения.
- Различают следующие варианты положения ЭОС (рис. 1):
- нормальное положение, когда угол α составляет от $+30$ до $+69^\circ$;
- вертикальное положение - угол α от $+70$ до $+90^\circ$;
- горизонтальное - угол α от 0 до $+29^\circ$;
- отклонение оси вправо - угол α от $+91$ до $\pm 180^\circ$;
- отклонение оси влево - угол α от 0 до -90° .
- Для определения положения ЭОС можно воспользоваться простым способом визуальной оценки угла α . Метод основан на двух принципах:
- *Максимальное положительное (или отрицательное) значение алгебраической суммы величины углов зубцов комплекса QRS регистрируется в том ЭКГ-отведении, ось которого приблизительно совпадает с расположением ЭОС, и средний результирующий вектор QRS откладывается на положительную (или, соответственно, на отрицательную) часть оси этого отведения.*
- *Комплекс типа RS или QR, где алгебраическая сумма зубцов равна нулю ($R = S$ или $R = Q + S$), записывается в том отведении, ось которого перпендикулярна ЭОС.*

Определение положения электрической оси сердца (продолжение)

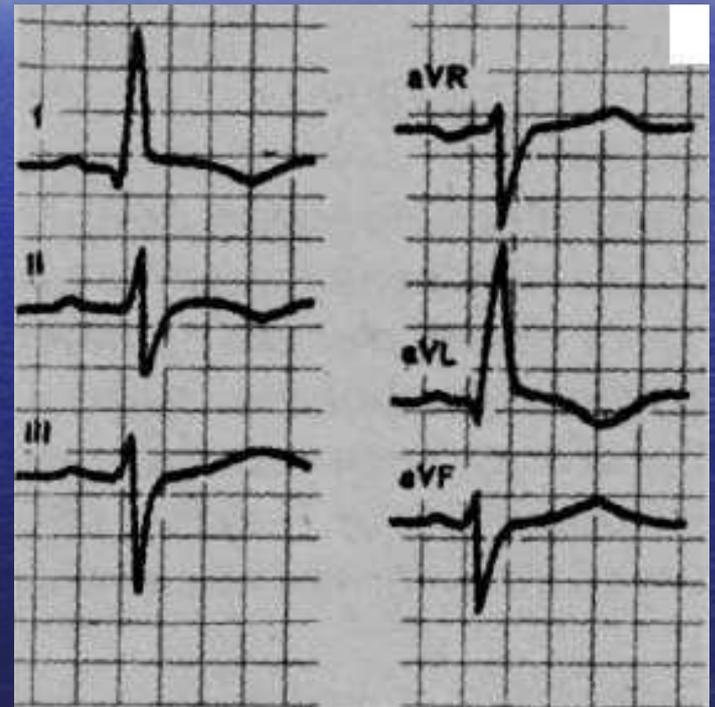
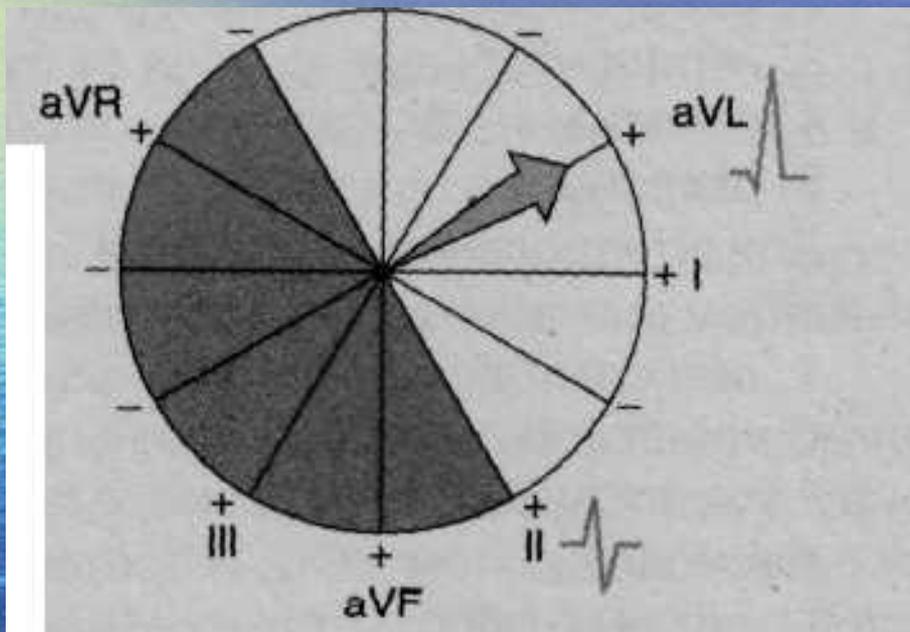


Нормальное положение ЭОС (угол $\alpha = +60^\circ$)

Нормальное расположение электрической оси сердца

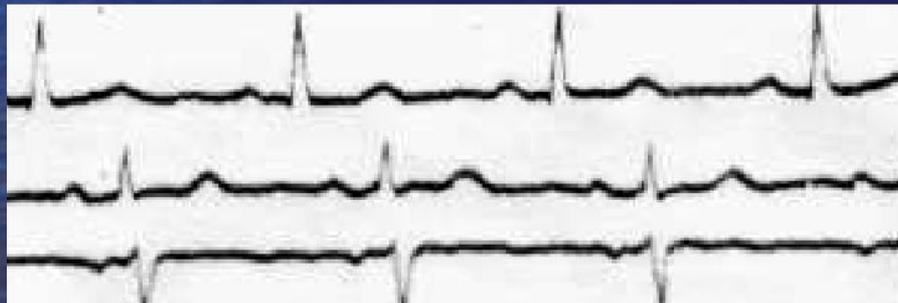
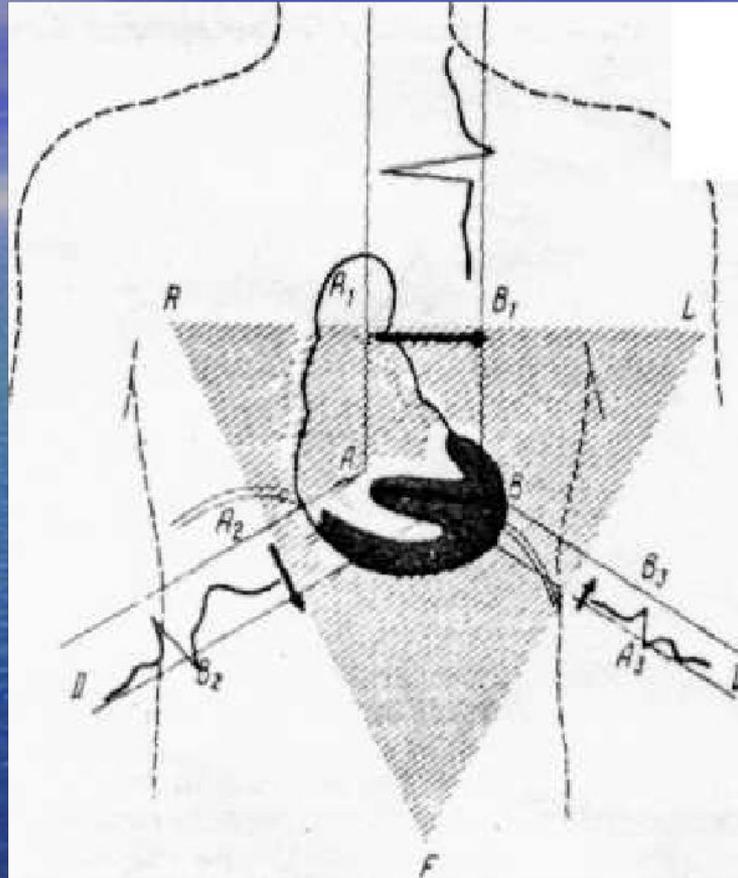


Определение положения электрической оси сердца (продолжение)

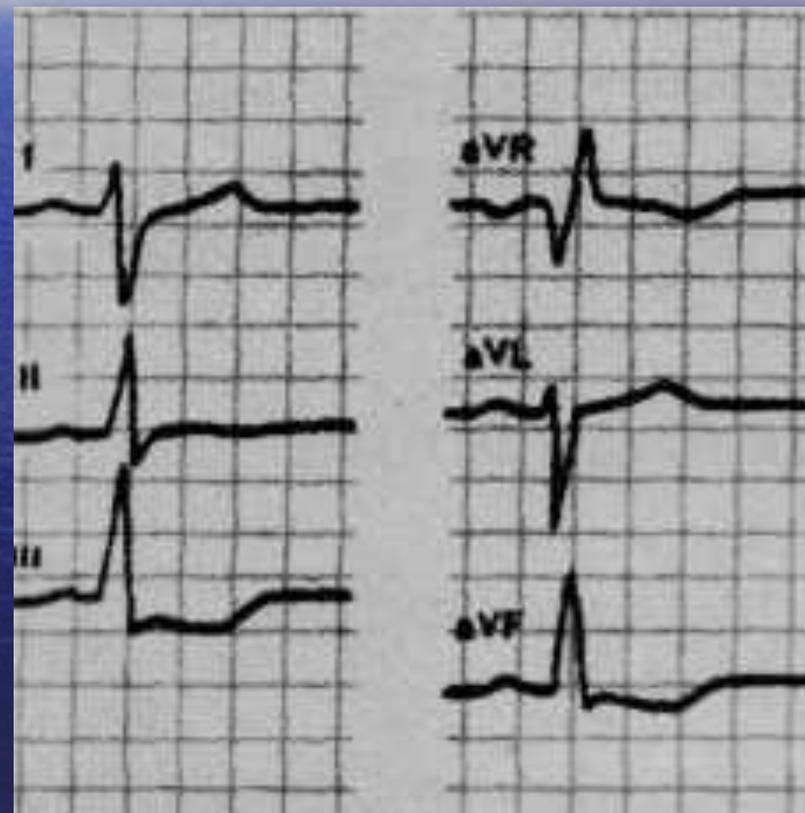
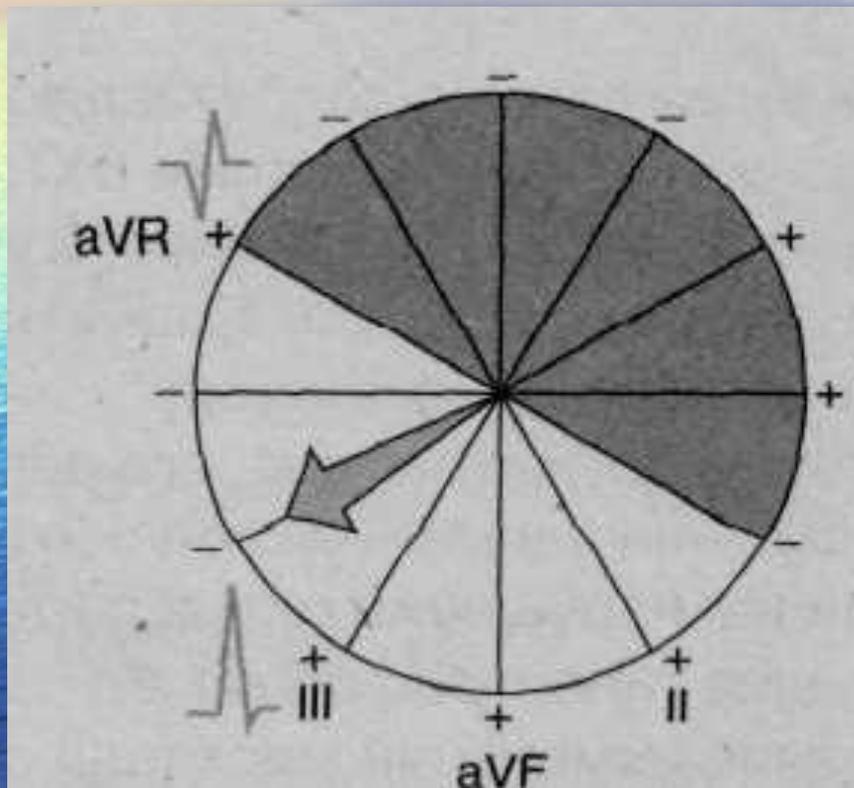


Отклонение ЭОС влево (угол $\alpha = -30^\circ$)

Горизонтальное расположение ЭОС

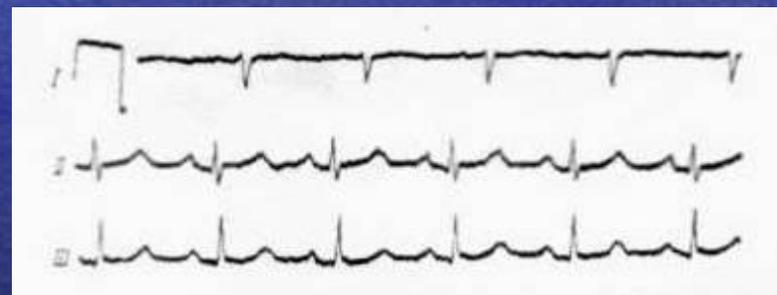
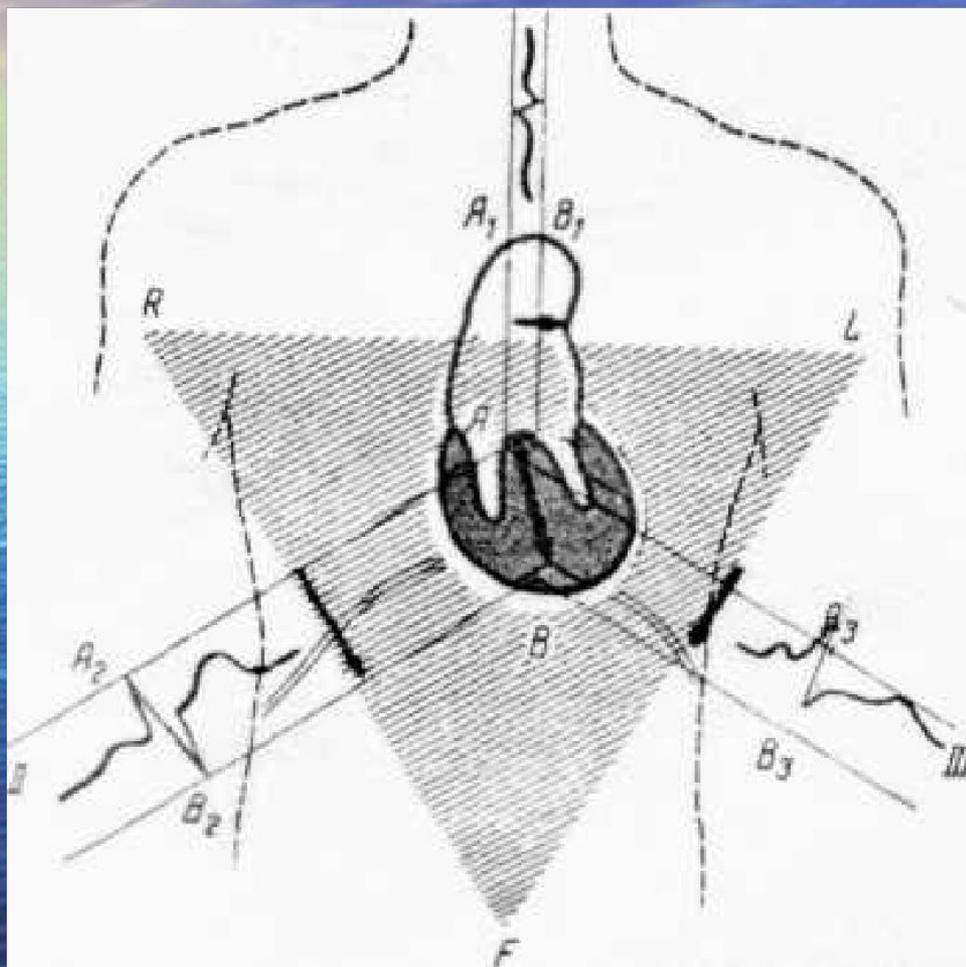


Определение положения электрической оси сердца (продолжение)



Отклонение ЭОС вправо (угол $\alpha = +120^\circ$)

Вертикальное положение ЭОС



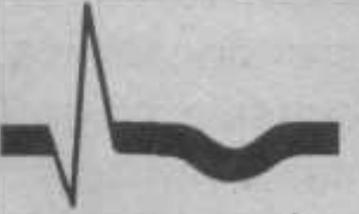
Визуальное определение направления ЭОС

Положение ЭОС	Суммарная амплитуда QRS			Причины
	I	aVF	II	
Нормальное положение ЭОС (от 0 до +90°)	+	+		
Отклонение ЭОС вправо (> +90°)	-	+		Хроническая обструктивная болезнь легких, легочное сердце, гипертрофия правого желудочка, блокада правой ножки пучка Гиса, декстрокардия, синдром WPW
Отклонение ЭОС влево (от -30 до -90°)	+	-	-	Блокада передней ветви левой ножки пучка Гиса, нижний инфаркт миокарда, гипертрофия левого желудочка, гиперкалиемия
Резкое отклонение ЭОС вправо (от -90 до +180°)	-	-		Тромбоэмболия легочной артерии, острое легочное сердце, блокада задней ветви левой ножки пучка Гиса

Анализ зубцов и сегментов и формирование заключения

- Проводится анализ предсердного зубца Р, желудочкового комплекса *QRST*: комплекса *QRS*, сегмента *RS-T*, зубца Т, интервала *Q-T*.
- Полученные данные сопоставляют с клиникой и анамнезом заболевания, а также с предыдущими ЭКГ, после чего формулируют электрокардиографическое заключение и предварительный диагноз.
- Формулировка электрокардиографического заключения должна содержать следующие сведения:
 - источник ритма сердца, его регулярность, частота;
 - положение электрической оси сердца;
 - наличие нарушений ритма сердца и проводимости;
 - наличие гипертрофии камер сердца;
 - наличие изменений миокарда очагового или диффузного характера (ишемия, повреждение, некроз, электролитные нарушения и т. д.).
- Пример электрокардиографического заключения при отсутствии патологических изменений:
- "Ритм синусовый, регулярный, с частотой 72 в минуту. Вертикальное положение электрической оси сердца.
- ЭКГ без отклонений от нормы".

Динамика ЭКГ при инфаркте миокарда

Тип изменения ЭКГ	Описание ЭКГ	Стадия ИМ	Срок от начала заболевания
	Сегмент ST и зубец T слиты в одну волну (монофазная кривая)	Острейшая	Часы, сутки
	Появляется патологический зубец Q, сегмент ST приподнят, формируется отрицательный зубец T	Острая	1–2 нед.
	QRS типа QR типа QS, сегмент ST изоэлектричен, в динамике увеличивается амплитуда отрицательного зубца T	Подострая	2–5 нед.
	Уменьшается амплитуда патологического зубца Q, сегмент ST изоэлектричен, уменьшается амплитуда отрицательного зубца T	Рубцовая	2–3 мес.



Варианты электрокардиограмм

Ранняя правожелудочковая экстрасистолия типа тригеминии

