



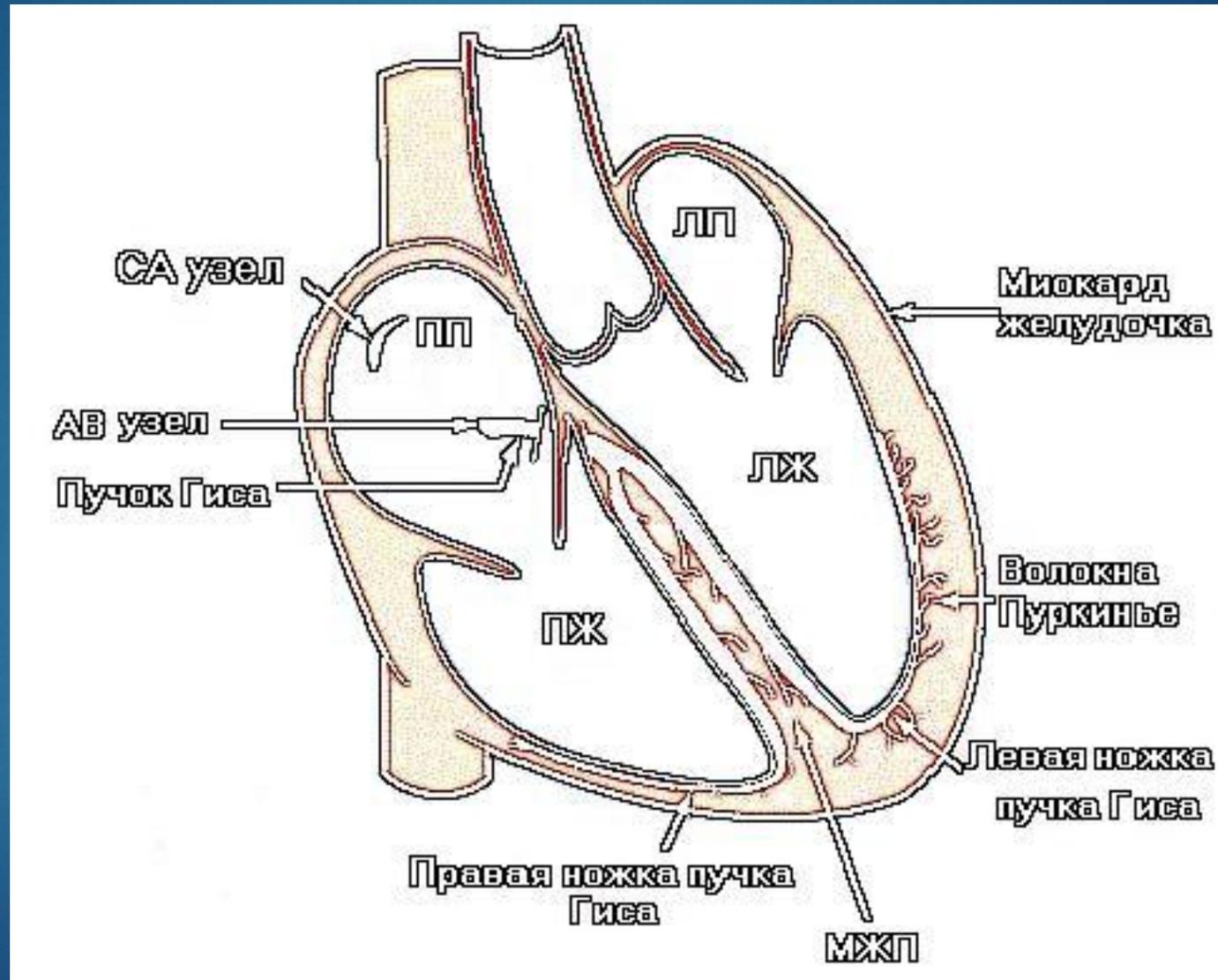
ЭКГ

Основные показатели,
нормальная ЭКГ

Проводящая система сердца

- ▶ Водителем ритма первого порядка, как всем известно, является синоатриальный (SA, или синусовый) узел. Расположен он в ушке правого предсердия и генерирует импульсы с частотой 60-90 в минуту.
- ▶ От SA-узла по 3 предсердным пучкам импульс поступает в водитель ритма второго порядка – атриовентрикулярный (AV) узел (или AV-соединение). Расположенный на пересечении перегородок между предсердиями и желудочками примерно на границе между левыми и правыми отделами сердца, сам AV-узел может генерировать импульсы с частотой 40-60 в минуту.
- ▶ От AV-соединения отходят ножки пучка Гиса. Различают левую (ЛНПГ) и правую (ПНПГ) ножки пучка Гиса. ЛНПГ делится на 3 ветви: переднюю (ПВЛНПГ), заднюю (ЗВЛНПГ) и медиальную ветвь левой ножки пучка Гиса – водители ритма третьего порядка. От ножек пучка Гиса по всему миокарду желудочков расходятся волокна Пуркинье – водитель четвертого порядка. Водители ритма третьего и четвертого порядков могут генерировать импульсы с частотой 20-40 в минуту.

Проводящая система сердца



Работа проводящей системы

Соотношение возбуждения водителей разного порядка

SA-узел



AV-узел



Глядя на представленную схему, кажется, что ритм в данном случае должен быть хаотичным. Но здесь надо учитывать то, что когда в SA-узле зарождается импульс и проходит по водителям более низких порядков, то он разряжает их. Поэтому в норме сокращения индуцируются только SA-узлом, и не возникает одновременно двух ритмов.

Работа проводящей системы

4

Соотношение возбуждения водителей разного порядка

SA-узел

AV-узел



Однако, при отказе SA-узла, импульсы из него не поступают в AV-соединение, и AV-узел сам начинает управлять ритмом сердца.

Подобно работает проводящая система и на более низких уровнях (ножки пучка Гиса, волокна Пуркинье).

Методика регистрации ЭКГ

На переднюю поверхность грудной клетки, предплечья (5-10 см от лучезапястного сустава) и голени (на уровне лодыжек) накладываются электроды. Предварительно на место соприкосновения кожи с электродом необходимо нанести электропроводящую пасту/гель или смочить мыльной водой – это производится для того, чтобы улучшить проведение через кожные покровы и уменьшить количество помех (артефактов) на записи.

Стандартные электроды (с зажимами) накладываются на конечности, начиная с правой руки по часовой стрелке по принципу «светофора»:

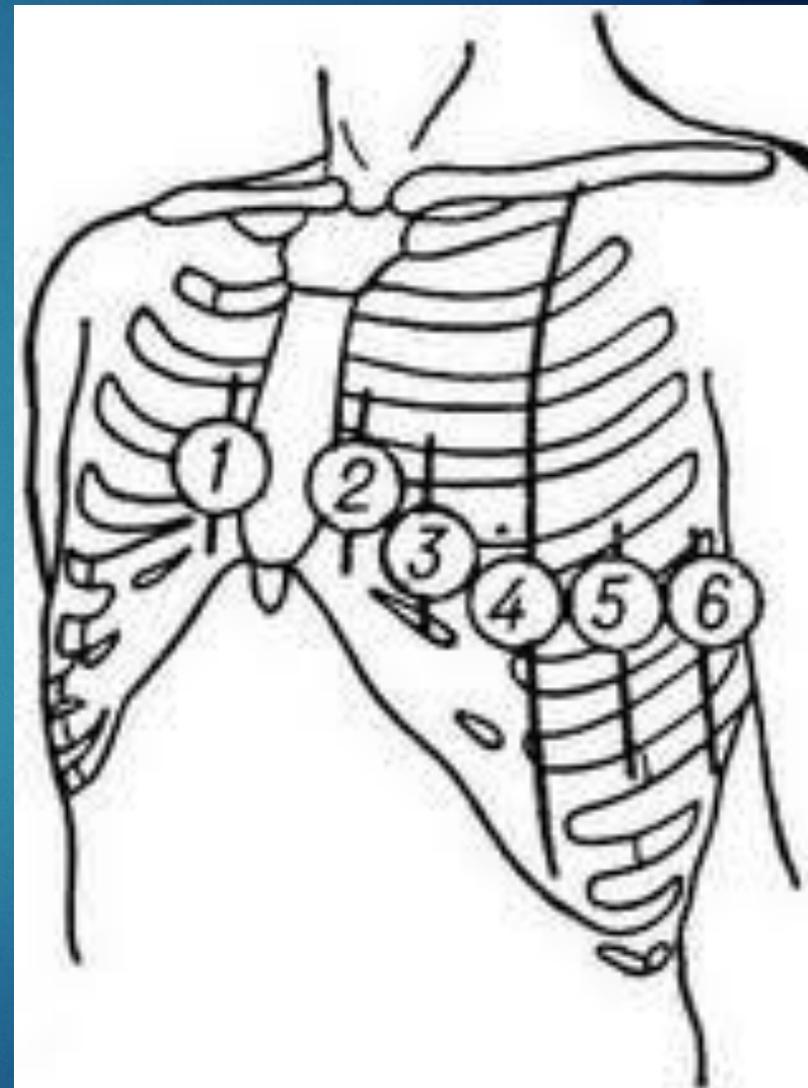
- красный электрод – правая рука
- жёлтый электрод – левая рука
- зелёный электрод – левая нога
- чёрный электрод – правая нога

Методика регистрации ЭКГ

6

Грудные электроды (с грушами) располагаются на передней стенке грудной клетки следующим образом:

- V₁ (красный) – в четвертом межреберье справа от грудины (парастернальная линия)
- V₂ (желтый) – в четвертом межреберье слева от грудины (парастернальная линия)
- V₄ (коричневый) – в пятом межреберье по среднеключичной линии слева
- V₃ (зелёный) – между V₂ и V₄
- V₅ (чёрный) – в пятом межреберье по передне-аксилярной линии слева
- V₆ (фиолетовый) – в пятом межреберье по средне-аксилярной линии слева



Методика регистрации ЭКГ

Запись ЭКГ отражается в 12-и отведениях:

- стандартные – I, II, III
- усиленные (однополюсные) от конечностей – aVR, aVL, aVF
- грудные – V1-6 (грудные отведения можно разделить на правые грудные V1-2, левые грудные V5-6, переходная зона V3-4)

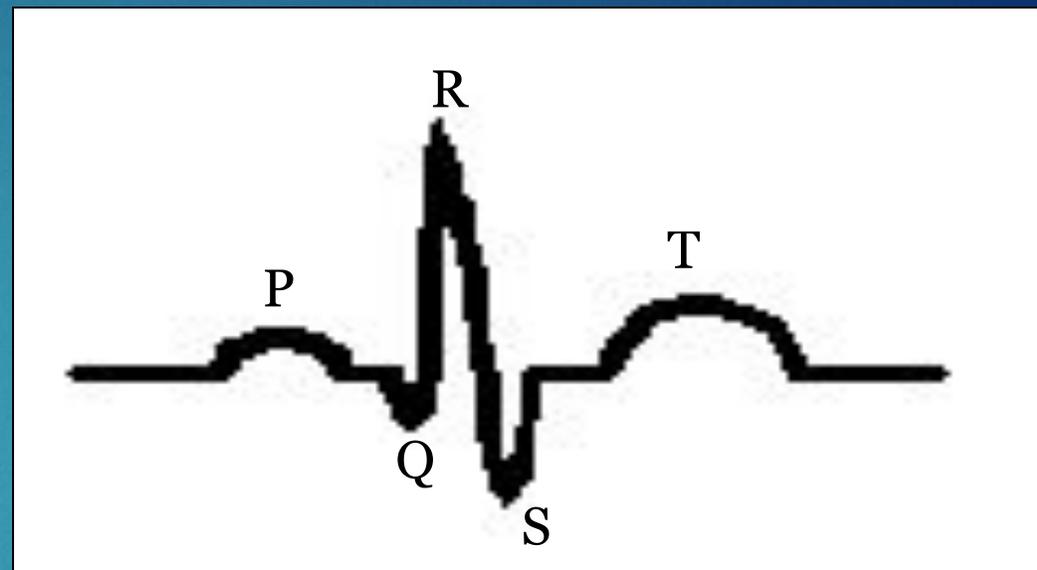
При регистрации ЭКГ каждый электрод отражает процессы возбуждения в определенном отделе сердца, поэтому стенки сердца имеют свою презентацию на ЭКГ:

- I, aVL – высокая боковая область левого желудочка (ЛЖ);
- I, aVL, V5-6 – боковая стенка ЛЖ;
- II, III, aVF (или III, aVF) – нижняя (задняя) стенка ЛЖ;
- V1-3 – передне-перегородочная область ЛЖ;
- V4 – верхушечная область ЛЖ;

Методика регистрации ЭКГ

8

При записи ЭКГ на пленке регистрируется кривая. Различают изолинию и зубцы (смещение кривой от изолинии), которые называют буквами латинского алфавита, начиная с P (P, Q, R, S, T, изредка U)



При анализе зубцов ЭКГ учитывается их амплитуда (смещение кривой от изолинии вверх или вниз), выраженное в мм, и продолжительность (расстояние от начала зубца до его конца по горизонтали), выраженное в с (") или мс.

Методика регистрации ЭКГ

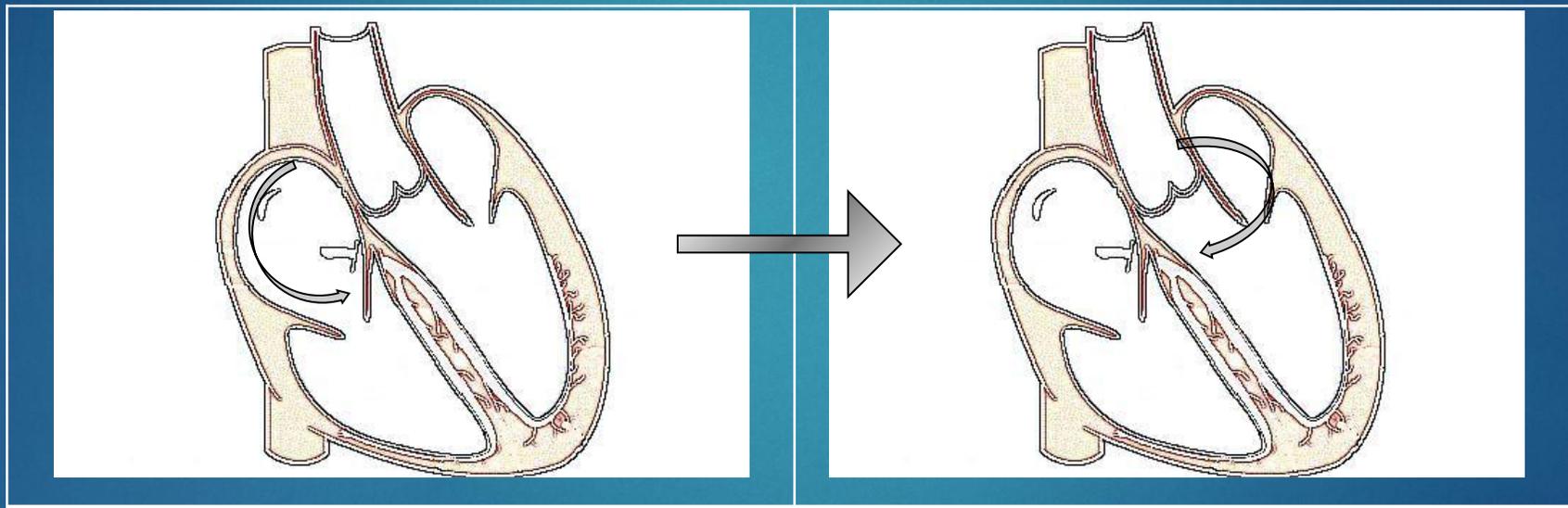
По негласным правилам в качестве стандартной принята скорость 50 мм/с (в этом случае на записи ЭКГ скорость не отражается). При стандартной скорости протяжки пленки в аппарате ЭКГ 1 мм (по горизонтали) соответствует 0,02" (20 мс).

При необходимости оценить ритм сердца (а также при экономии пленки) аппарат ЭКГ переводят в режим протяжки со скоростью 25 мм/с, при этом на ЭКГ отражается «V=25 мм/с», а 1 мм соответствует 0,04" (40 мс).

В отделениях аритмологии (для верификации изменений восходящего или нисходящего колен зубцов) зачастую используют скорость протяжки 100 мм/с, 200 мм/с, а иногда и 400 мм/с.

Зубец Р

Зубец Р отражает процесс возбуждения предсердий. Учитывая, что SA-узел располагается в правом предсердии (ПП), оно возбуждается несколько раньше левого предсердия (ЛП).



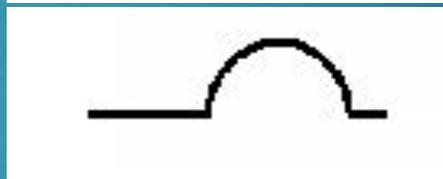
Зубец Р

Исходя из вышесказанного, возбуждение предсердий происходит в две фазы, обе они находят своё представление на ЭКГ. В стандартных отведениях:

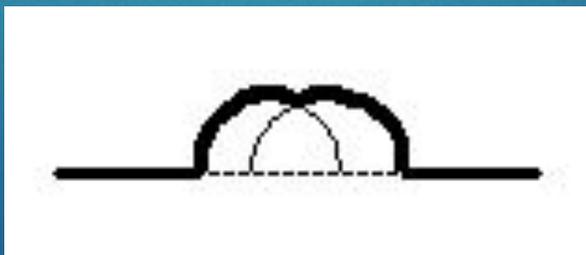
возбуждение ПП



возбуждение ЛП



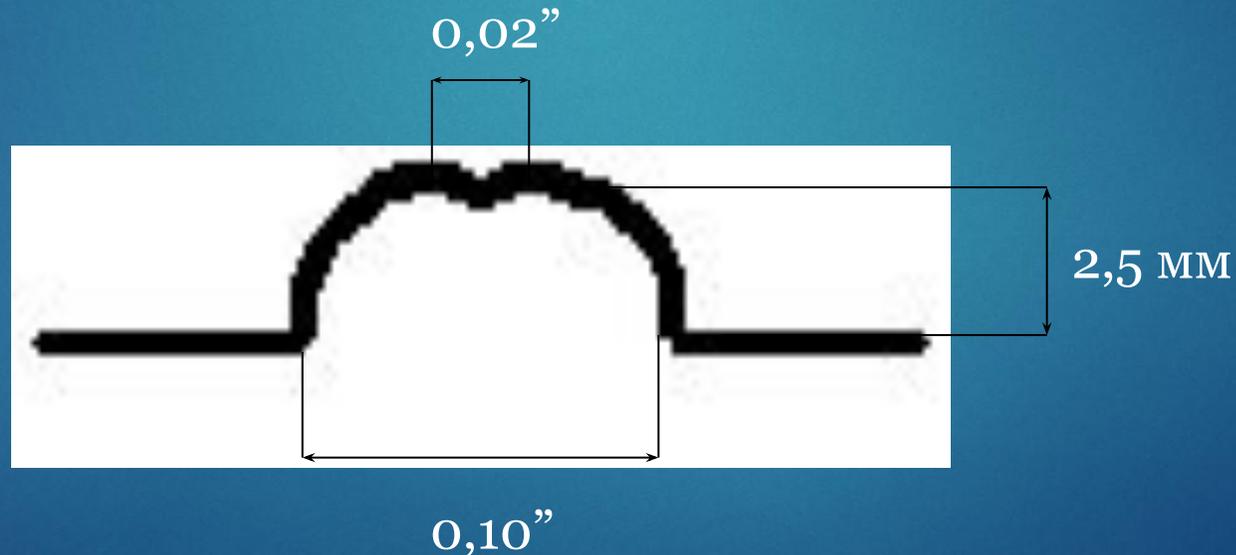
Учитывая, что время возбуждения правого и левого предсердий перекрываются между собой, на ЭКГ мы видим суммарную линию:



Зубец Р

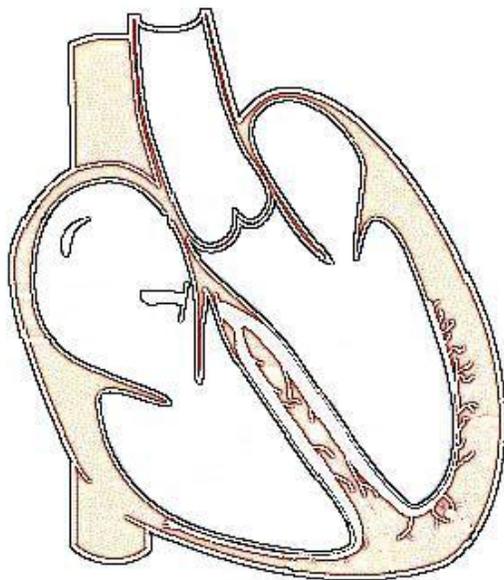
При этом оцениваются следующие параметры:

- амплитуда $< 2,5$ мм
- продолжительность $\leq 0,1''$ (100 мс)
- учитывая, что возбуждение предсердий протекает в две фазы, форма зубца Р может быть двугорбая, но между пиками продолжительность должна быть $< 0,02''$ (20 мс)



Зубец Р

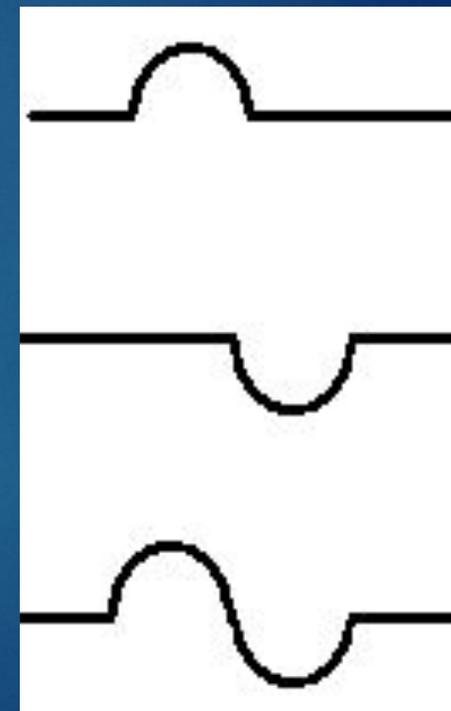
Так как отведение V₁ расположено максимально близко к ПП, при возбуждении ПП электродвижущая сила направлена к электроду (регистрируется “+” колесо зубца Р), при возбуждении ЛП – от электрода (“–” колесо зубца Р).

V₁

возбуждение ПП

возбуждение ЛП

Суммарно



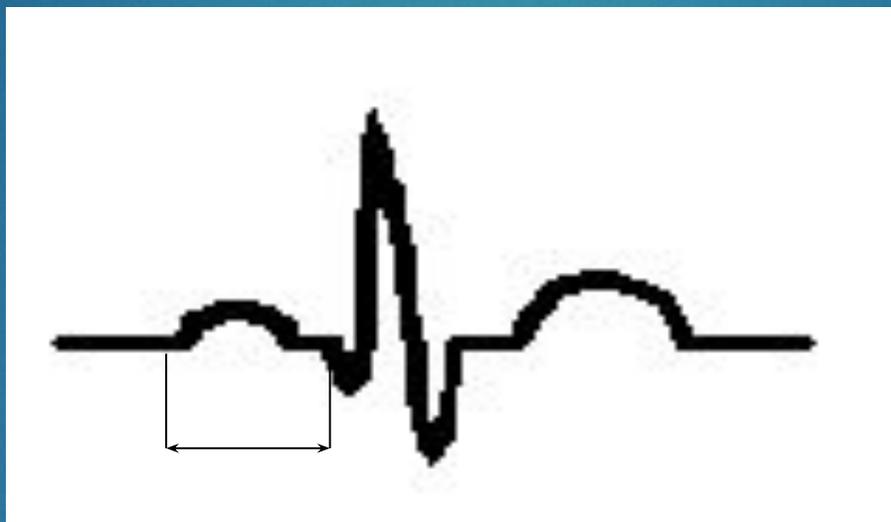
Зубец Р

Говоря о зубце Р, в первую очередь надо указать критерии синусового ритма:

- Зубец Р предшествует комплексу QRS;
- Зубец Р постоянен (и по амплитуде, и по полярности) в одном отведении сколько длительно бы его не снимали (даже при холтеровском мониторинге ЭКГ)
- Р (-) aVR
- Р (+) II, III, aVF

Интервал PQ

Интервал PQ измеряется от начала зубца P начала зубца Q, тем самым включает в себя зубец P и изолинию от P до комплекса QRS:



Продолжительность интервала PQ от 0,13" (130 мс) до 0,2" (200 мс)

Интервал PQ

Таким образом, интервал PQ включает в себя зубец P и отрезок изолинии. Возникает вопрос – почему в данный момент ЭКГ изоэлектрична? Так как в это время возбуждение передается от предсердий желудочкам, то здесь отражается ещё одна функция AV-соединения – задержка проведения возбуждения. Она имеет большой физиологический смысл. Если бы её не было, то предсердия возбуждались бы одновременно с желудочками. AV-узел, задерживая на некоторое время возбуждение, создаёт условия для последовательного возбуждения (и сокращения) предсердий и желудочков, обеспечивая, тем самым, нормальную гемодинамику.

При увеличении интервала PQ $>0,2$ ” мы говорим о замедлении AV-проводимости, уменьшение $<0,13$ ” свидетельствует о наличии альтернативных (не через AV-соединение) путей проведения импульса от предсердий к желудочкам.

Желудочковый комплекс (QRS)

17

Продолжительность его измеряется от начала Q до конца S, показывает возбуждение желудочков:



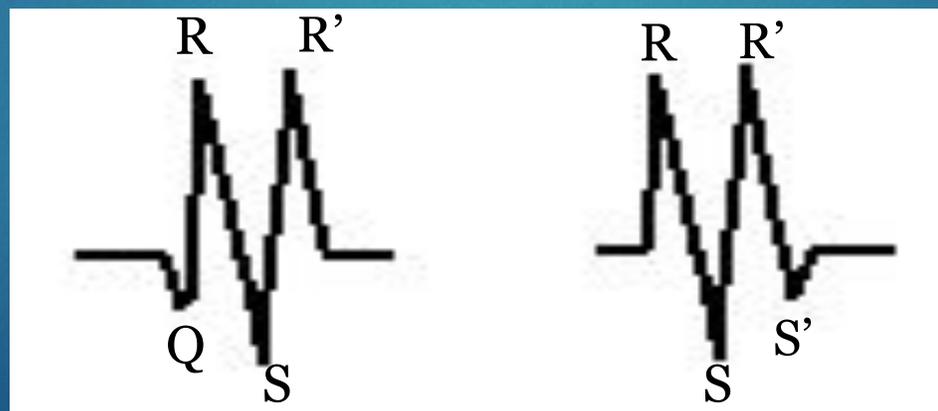
Продолжительность комплекса QRS менее 0,12" (120 мс).

Желудочковый комплекс (QRS)

Все положительные зубцы (направленные вверх) называются «R» вне зависимости от их количества; если положительных зубцов в комплексе более одного, то следующие за первым принято называть «R'», «R''» и так далее.

Все отрицательные зубцы (направленные вниз) называются «Q» или «S». Зубец Q всегда один, расположен всегда перед первым зубцом R, все остальные отрицательные зубцы – S. Зубцов S, также как и R, может быть несколько («S», «S'», «S''» и далее).

Приведем примеры правильного обозначения зубцов желудочкового комплекса



Желудочковый комплекс (QRS)

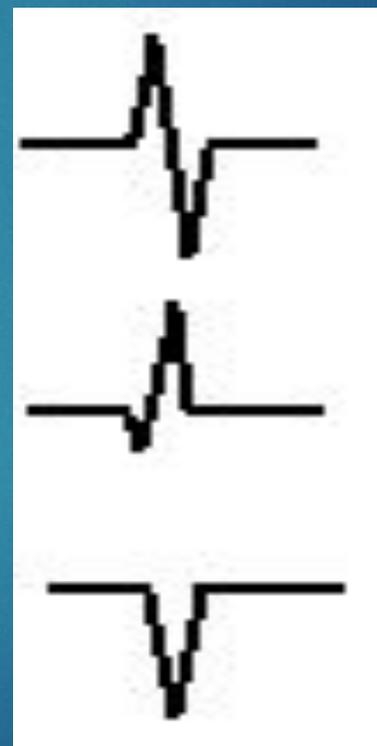
19

Говоря о зубцах желудочкового комплекса надо помнить, что любой из зубцов может отсутствовать, тогда комплексы принято называть следующим образом:

при отсутствии Q – «RS»

при отсутствии S – «QR»

при инфаркте миокарда (ИМ),
когда отсутствует R – «QS»



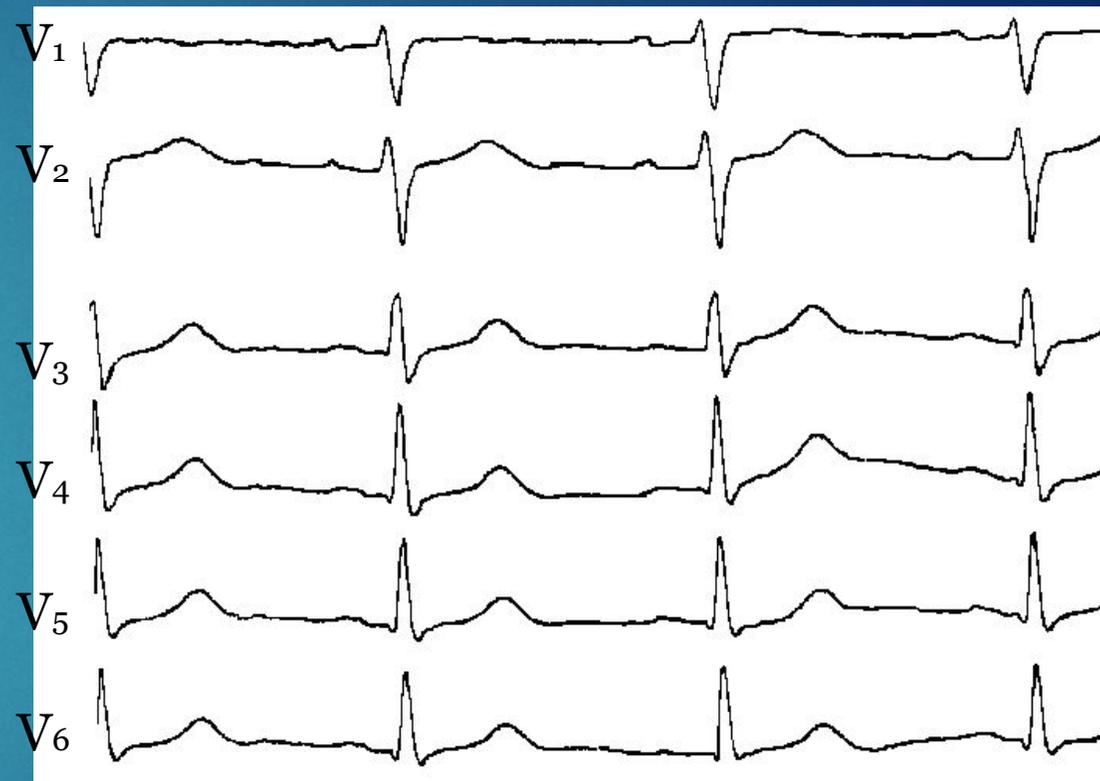
Желудочковый комплекс (QRS)

В норме в грудных отведениях у одного пациента и того же зубцы в комплексах QRS имеют следующую динамику:

$$R(V_1) < R(V_2) < R(V_3) < R(V_4) > R(V_5) > R(V_6)$$

$$S(V_1) > S(V_2) > S(V_3) > S(V_4) > S(V_5) > S(V_6)$$

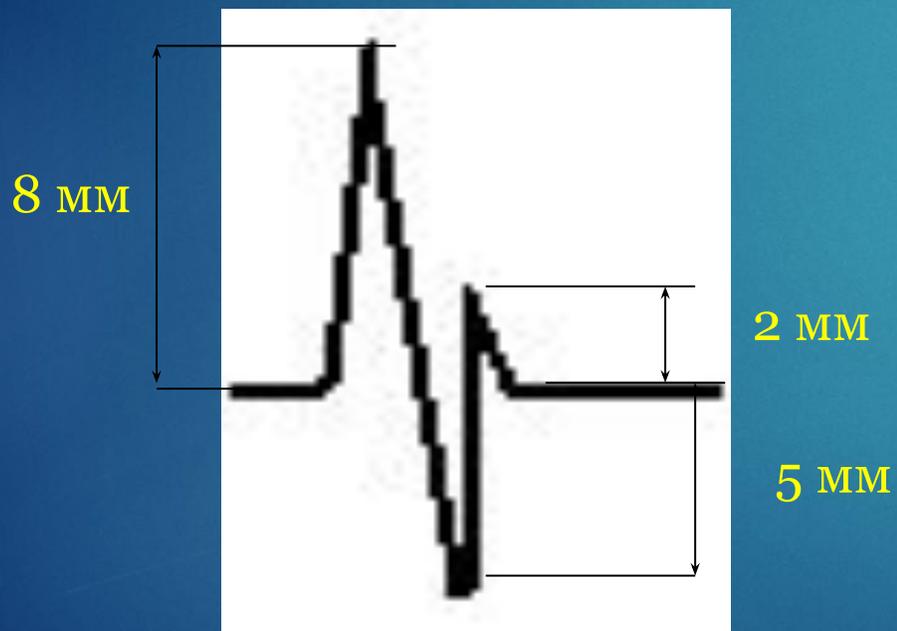
Таким образом, зубец R минимален в V₁, потом от V₁ до V₄ нарастает, затем в V₅, V₆ незначительно снижается (самый большой R в V₄), а S максимальный в V₁, затем прогрессивно уменьшается до V₆



Определение ЭОС

ЭОС можно определять с помощью специальных таблиц:

Для начала необходимо определить суммарную амплитуду зубцов в комплексе QRS в I и в III отведениях – из суммы амплитуд всех положительных зубцов надо вычесть сумму амплитуд всех отрицательных зубцов, например:



В данном случае суммарная амплитуда зубцов равна

$$(8+2)-5 = 5 \text{ мм.}$$

Для определения значения угла альфа необходимо в заголовках таблиц найти полученные значения для I и III отведений, на пересечении столбцов и строк получим искомое значение.

Определение ЭОС

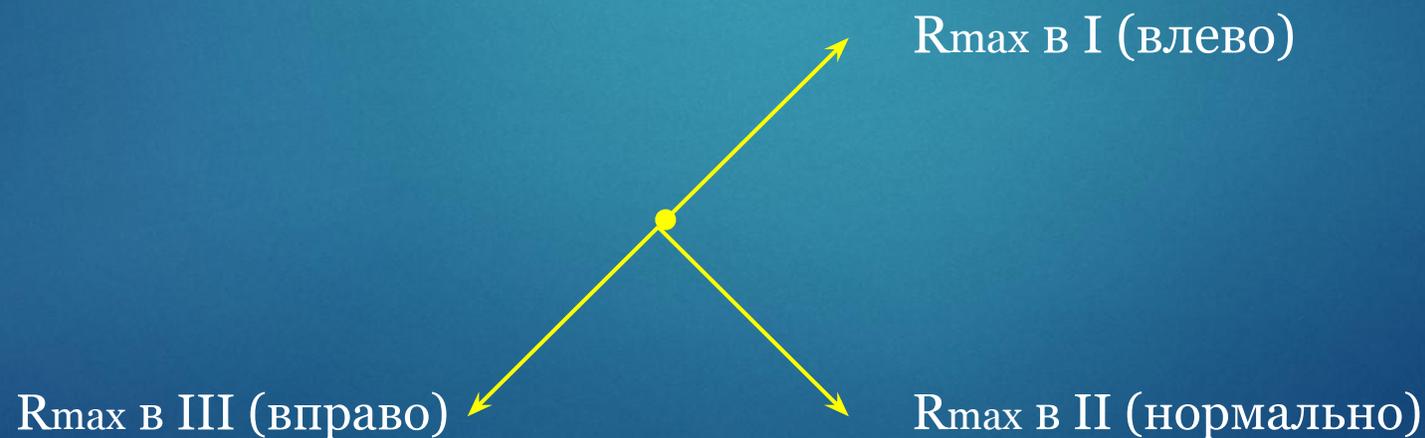
от -30° до -179°	– ЭОС отклонена резко влево
от -1° до -29°	– ЭОС отклонена влево
от 1° до 39°	– ЭОС расположена горизонтально
от 40° до 70°	– ЭОС расположена нормально
от 71° до 90°	– ЭОС расположена вертикально
от 91° до 120°	– ЭОС отклонена вправо
от 121° до 180°	– ЭОС отклонена резко вправо

Если в I и III суммарная амплитуда отрицательная, то в данном случае правомочно говорить о S-типе ЭОС (или ЭОС: **SI-SII-SIII**).

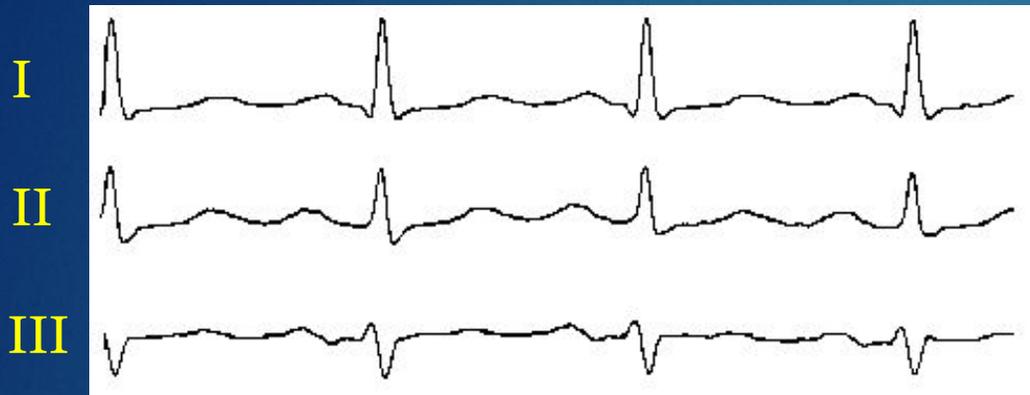
Определение ЭОС

С помощью правила «руки» - для использования этого правила необходимо представить одноканальную ЭКГ (её часть со стандартными отведениями), взятой в руки. При этом получается, что в левой руке находится I отведение, в правой – III, а посередине – II. Смотрим, где максимальный по амплитуде зубец R:

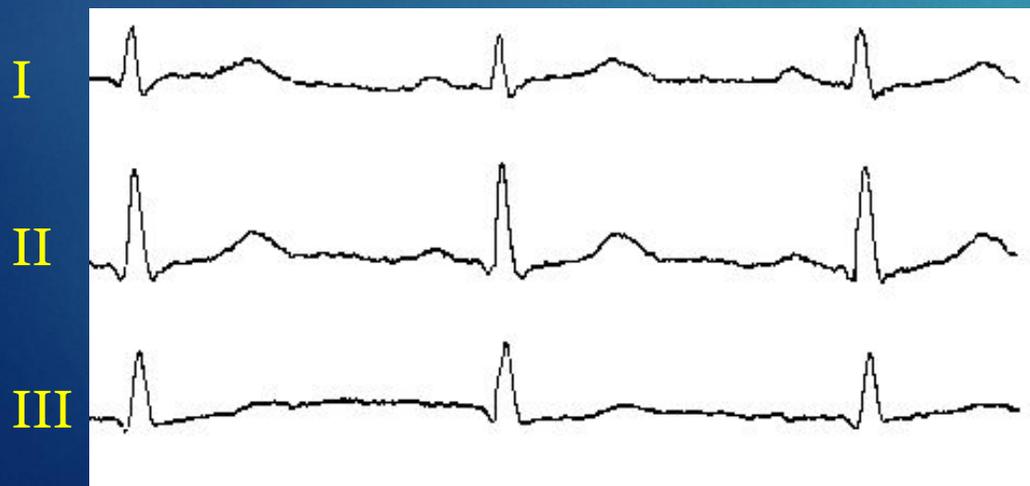
- если в I, то ЭОС отклонена влево (I отведение в левой руке);
- если в III, то ЭОС отклонена вправо (III отведение в правой руке);
- если во II, то ЭОС расположена нормально.



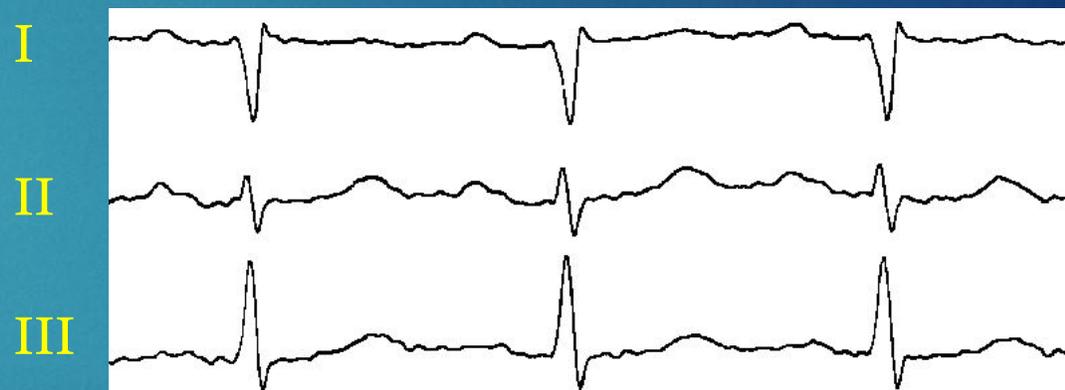
Определение ЭОС



ЭОС отклонена вправо



ЭОС отклонена влево

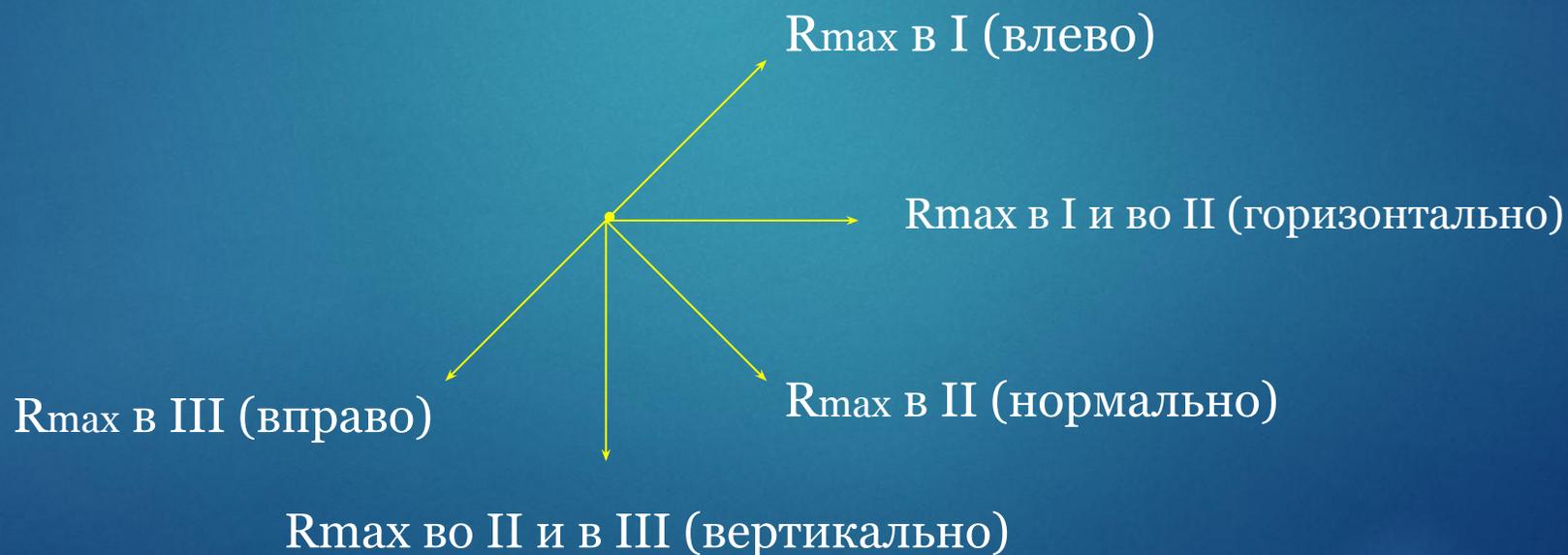


ЭОС расположена нормально

Определение ЭОС

Если R_{\max} и в I, и во II отведениях и они примерно равны между собой; соответственно ЭОС и не отклонена влево, и не расположена нормально. Она занимает промежуточное положение – расположена горизонтально.

Если R_{\max} и в III, и во II отведениях и они примерно равны между собой – промежуточное положение ЭОС между отклонением вправо и нормальным расположением – вертикальное.



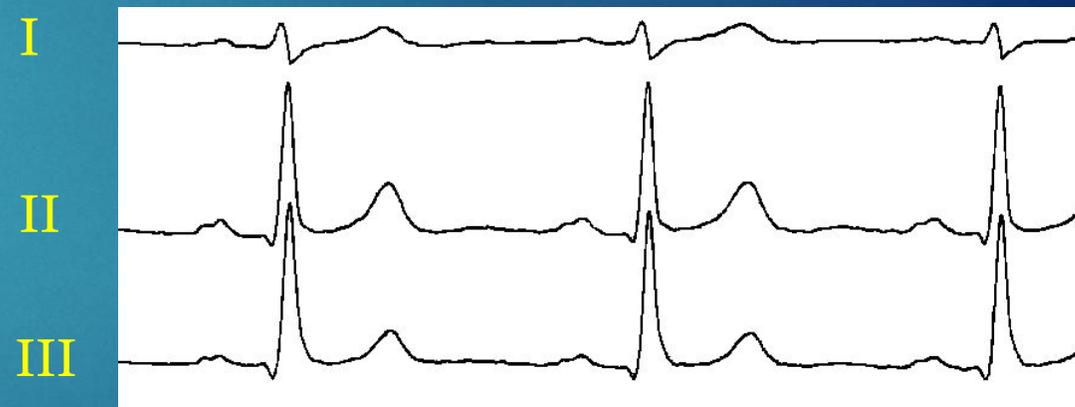
Определение ЭОС

26

ЭОС расположена горизонтально



ЭОС расположена горизонтально



Определение ЭОС

Если ЭОС отклонена влево (R_{\max} в I), но есть следующие критерии:

- $S(III) > R(I)$;
- $S(II) > R(II)$.

В данном случае ЭОС **отклонена резко влево**.

При зеркальной картине:

- R_{\max} в III ;
- $S(I) > R(III)$ – ЭОС **отклонена резко вправо**.

Определение ЧСС

При правильном ритме (одинаковые расстояния R-R):

1. измеряем любой интервал R-R в мм.
2. $R-R_{\text{мм}} \times 0,02'' = R-R''$
3. $\text{ЧСС} = 60 / R-R''$

Например, $R-R_{\text{мм}} = 40$ мм, тогда $R-R'' = 40 \times 0,02'' = 0,8''$, а $\text{ЧСС} = 60 / 0,8'' = 75$ уд/мин.

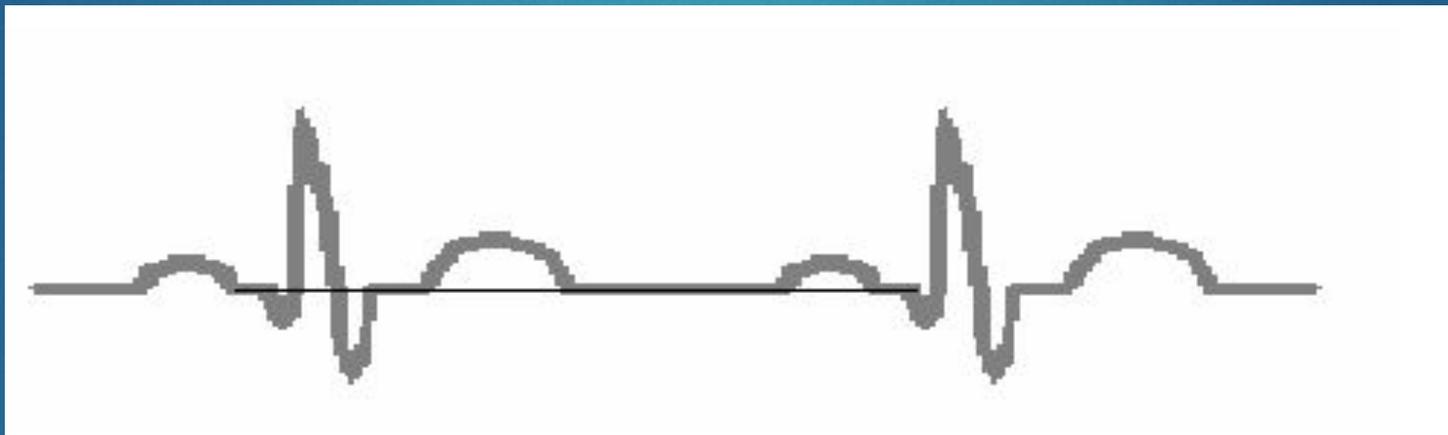
При наличии единичных экстрасистол – для анализа ЧСС используется эпизод с правильным ритмом (*исключающий интервал сцепления и компенсаторную паузу*).

При неправильном ритме (*синусовая или мерцательная аритмия, трепетание предсердий неправильной формы*) для определения ЧСС используются самый короткий R-R и самый продолжительный R-R. ЧСС в данном случае указывается через дефис, например: ЧСС – 75-117 уд/мин.

Сегмент ST

Для анализа сегмента ST оценивается его положение относительно изолинии: смещение его вверх относительно изолинии называется «элевацией», вниз – «депрессией».

Для определения изолинии надо провести прямую соединяющую сегменты PQ (от конца P до начала Q):



В норме (как и на представленной схеме) ST находится на изолинии, за исключением отведений V1-V3, в которых допустима косовосходящая элевация ST до 2,5 мм

Зубец Т

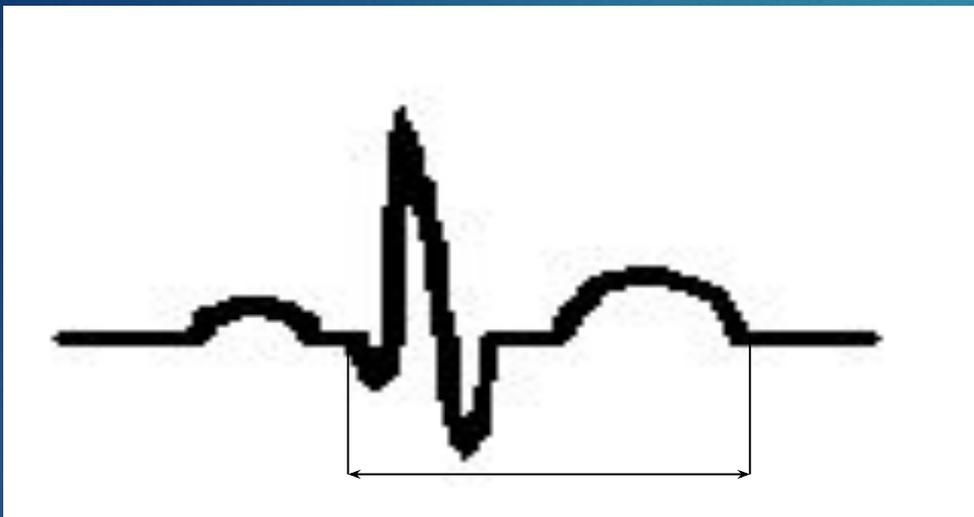
Зубец Т может быть неположительным только в двух отведениях – V1 и aVR.

Таким образом в V1 и aVR зубец Т может быть любым – это не является патологией, поэтому при анализе ЭКГ в этих отведениях зубец Т не оценивается.

Во всех других отведениях ЭКГ зубец Т должен быть положительным.

Интервал Q-T

Интервал Q-T измеряется от начала Q до конца T:



Полученное значение в " или мс сравнивается с должным значением в зависимости от ЧСС и пола пациента. Е

Если полученная продолжительность интервала Q-T больше должной более чем на 0,04" (40 мс) принято говорить о «замедлении электрической систолы желудочков».

Это состояние является одним из маркеров высокого риска развития у пациента жизнеугрожающих желудочковых нарушений ритма или наличия ишемического поражения миокарда желудочков.

Спасибо за внимание