

КАЗАНСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Доцент Ю.В.Ослопова

Лекции по пропедевтике внутренних болезней

**Лекция № 11**

**«Нормальная электрокардиограмма»**

Казань

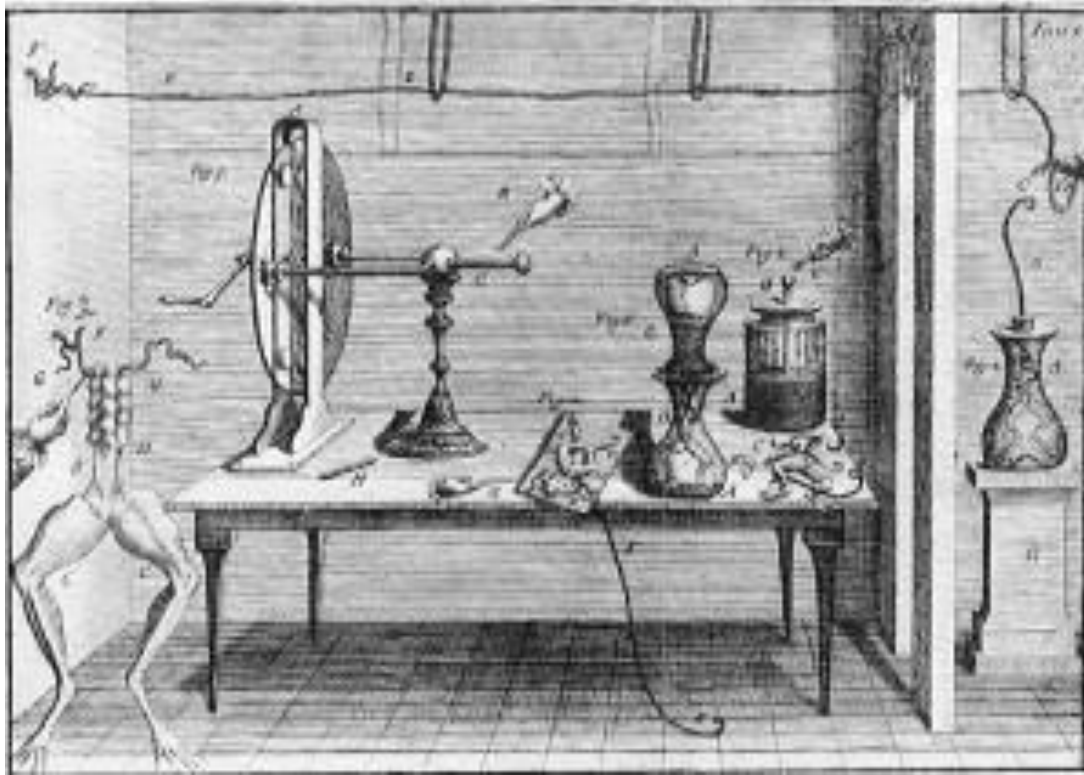
# План лекции:

1. Исторические сведения.
2. Векторная теория происхождения электрокардиограммы (ЭКГ).
3. Понятие об электрической оси сердца (ЭОС).
4. Механизм образования элементов ЭКГ.
5. Электрокардиографические отведения.
6. Характеристика нормальной ЭКГ.
7. Определение направления электрической оси сердца (угол альфа).
8. Дополнительные электрокардиографические отведения и дополнительные электрокардиографические исследования.

# Экспериментальная электрофизиология

## 1. Луиджи Гальв́ани

Наличие «животного электричества» было доказано в XVIII веке (в 1786 г.) работами Луиджи Гальв́ани (итальянский физиолог и анатом).



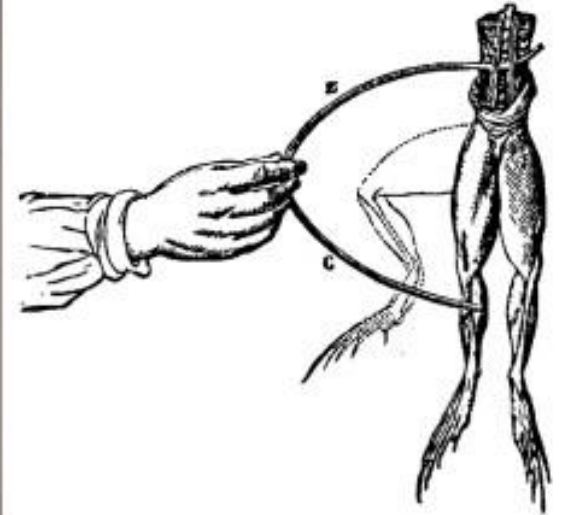
Galvani's electrostatic nerve stimulator



Луиджи Гальв́ани  
(1737-1798)

Луиджи Гальв́ани – основоположник экспериментальной электрофизиологии

Гальвани показал, что при раздражении нерва, соединенного с мышцей через металлический проводник, происходит сокращение мышцы.



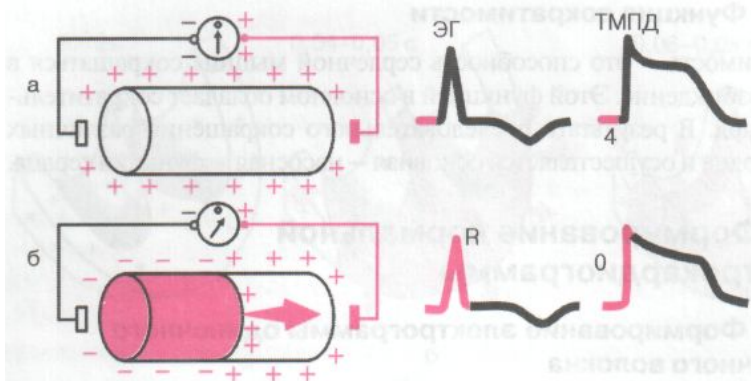
**Galvani's fórceps**

[Гальванометр – прибор для измерения **силы** электрического тока (назван в честь Гальвани)].



## 2. Эмиль Дюбуа-Реймон

Известный немецкий физиолог Эмиль Дюбуа-Реймон (Emil Du Bois-Reymond) в 1843 г. (XIX век) доказал, что на поверхности мышечного волокна во время работы, во время возбуждения, в возбужденной части мышечного волокна возникает отрицательный заряд по отношению к невозбужденной его части.



Эмиль Дюбуа-Реймон  
(1818-1896)

Дюбуа-Реймон описал «потенциал действия», соответствующий каждому мышечному сокращению. Он автор молекулярной теории биопотенциалов.

# Клиническая электрокардиография

## 3. Аугуст Уоллер

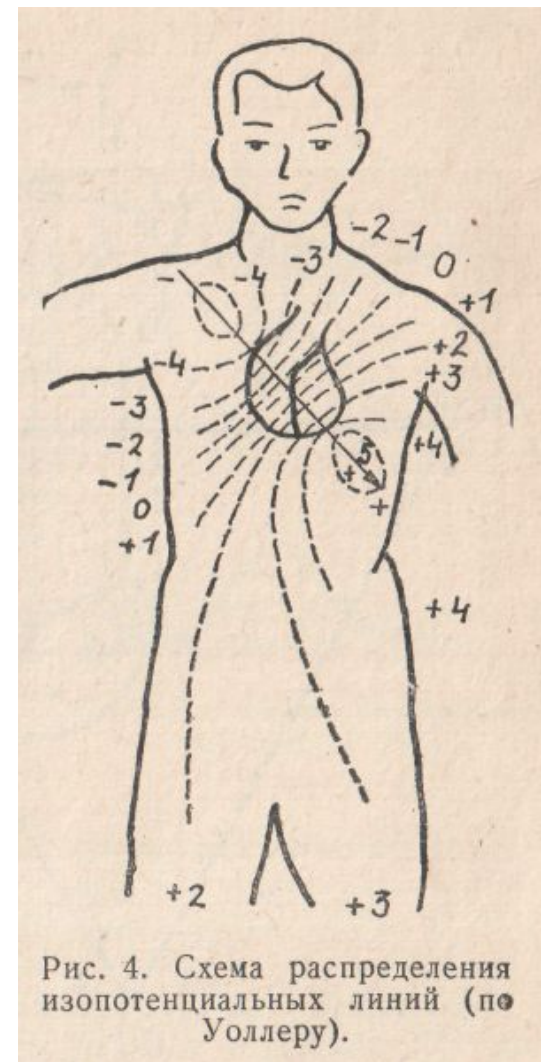
(A.D. Waller,  
1816-1890)



Начало клинической электрокардиографии датируется **1887** г.

Английский исследователь Аугуст Уоллер в **1887** г. доказал, что существует разность потенциалов между электродами, расположенными на поверхности человека, и объяснил этот факт проявлением электрической активности сердца.

Уоллер **создал карту (схему) распределения потенциалов на поверхности тела (1889)**. Картографическое распределение потенциалов на поверхности тела исторически предшествовало классическим обоснованиям инструментальной записи ЭКГ и разработке принципов ее анализа (т.е. работам У.Эйнтховена) («некр.»).





*Уоллер проводил эксперименты на себе. Чтобы получить электрический контакт, он использовал металлические емкости, наполненные соленой водой, в которые он опускал руки или ступни ног.*

*Уоллер обнаружил, что если он помещал **левую ногу** (но не правую\*!) в одну емкость, а правую руку в другую, то на кальке записывался отраженный электрический сигнал.*

*Он тщательно проанализировал все записи и доказал, что каждому удару сердца на доли секунды предшествует электрический импульс.*

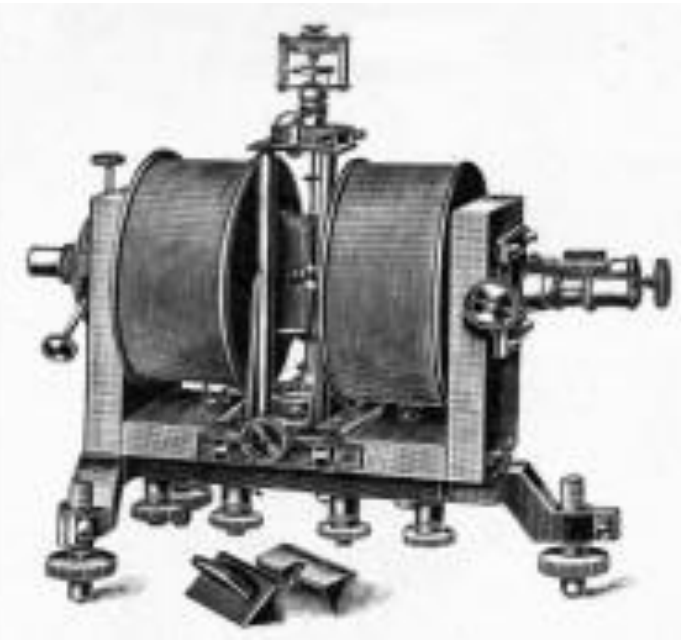
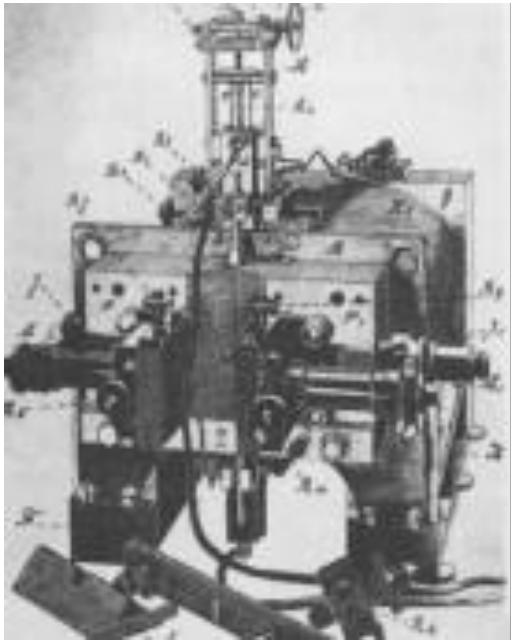
*Уоллер изобрел электрокардиограмму (ЭКГ) и был первым, кто записал электрический импульс сокращающегося человеческого сердца.*

---

\* В настоящее время при снятии ЭКГ на правую ногу накладывается электрод **черного** цвета, который служит заземлением.

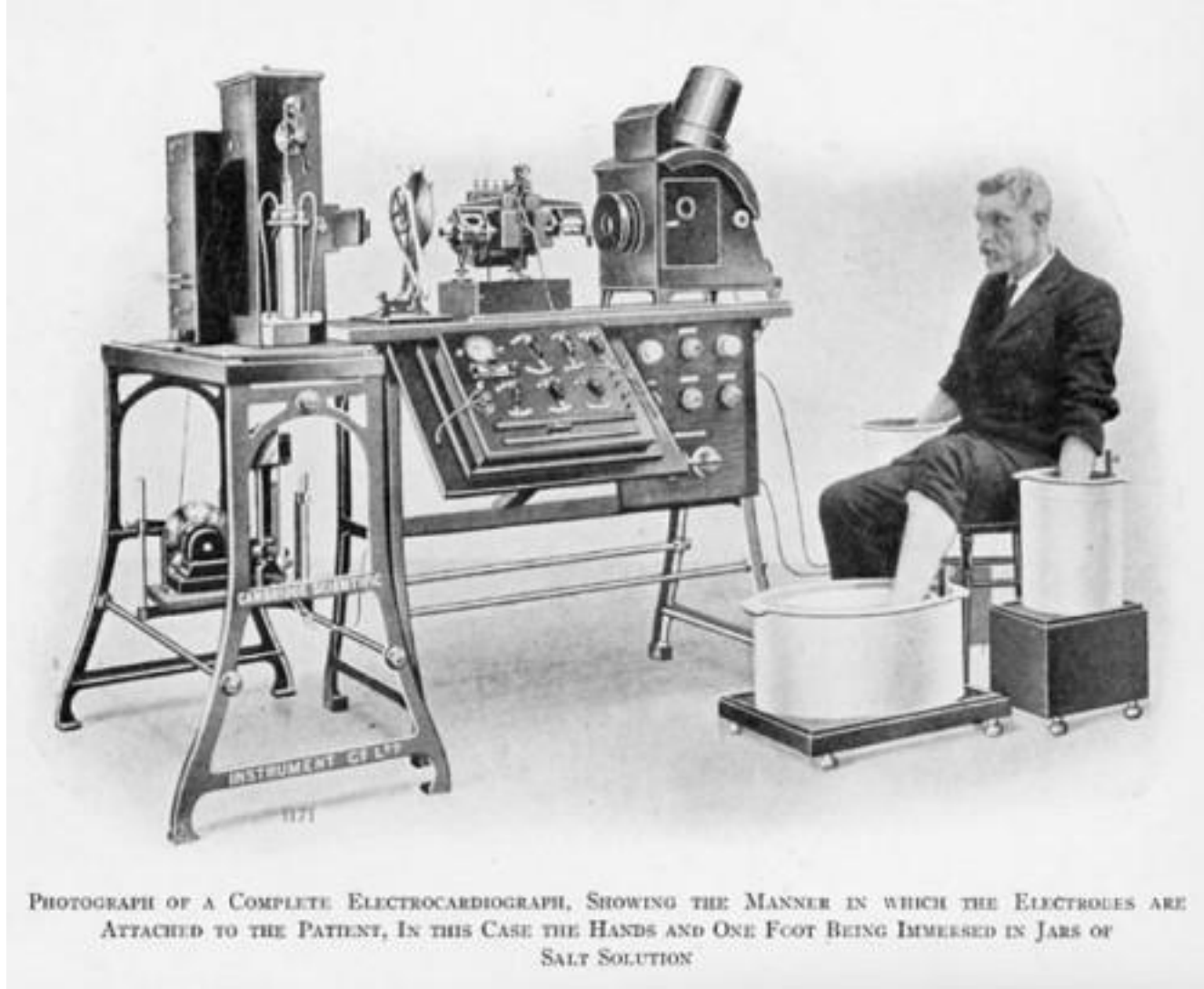
В 1903 г. (XX в.) Уильям Эйнтховен (W.Einthoven, голландец, 1860-1927) записал классическую ЭКГ. Эйнтховен 7 лет упорно трудился над разработкой чувствительного прибора, прототипом которого был струнный гальванометр французского инженера Клемента Адера (1897 г.). Струнный гальванометр Эйнтховена был намного чувствительнее капиллярного электрометра Уоллера.

### The String Galvanometer Ader



У. Эйнтховен  
(1860-1927)

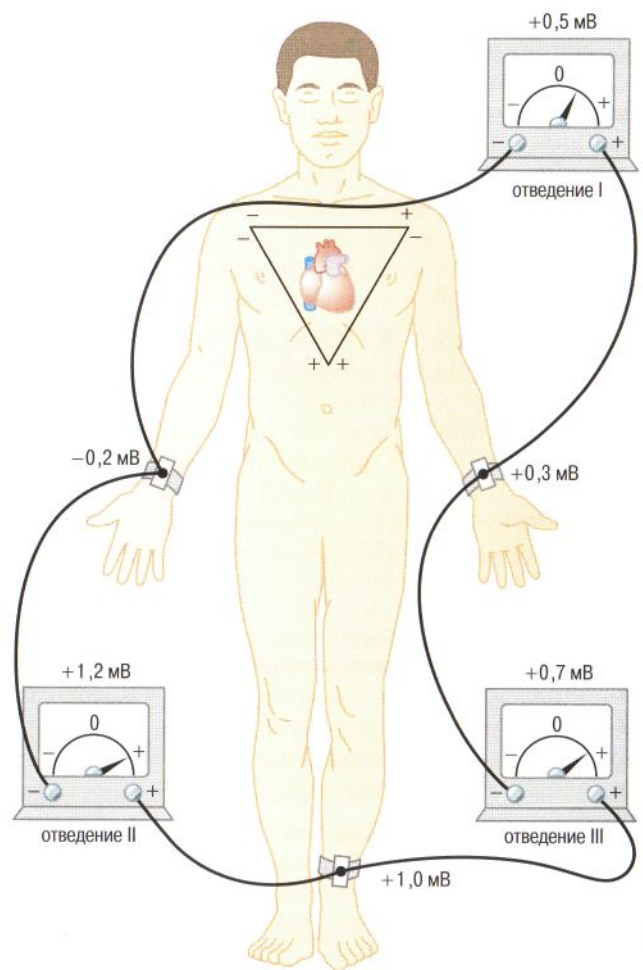
In 1902, he made the first direct recording of the true human electrocardiogram using a modified string galvanometer .



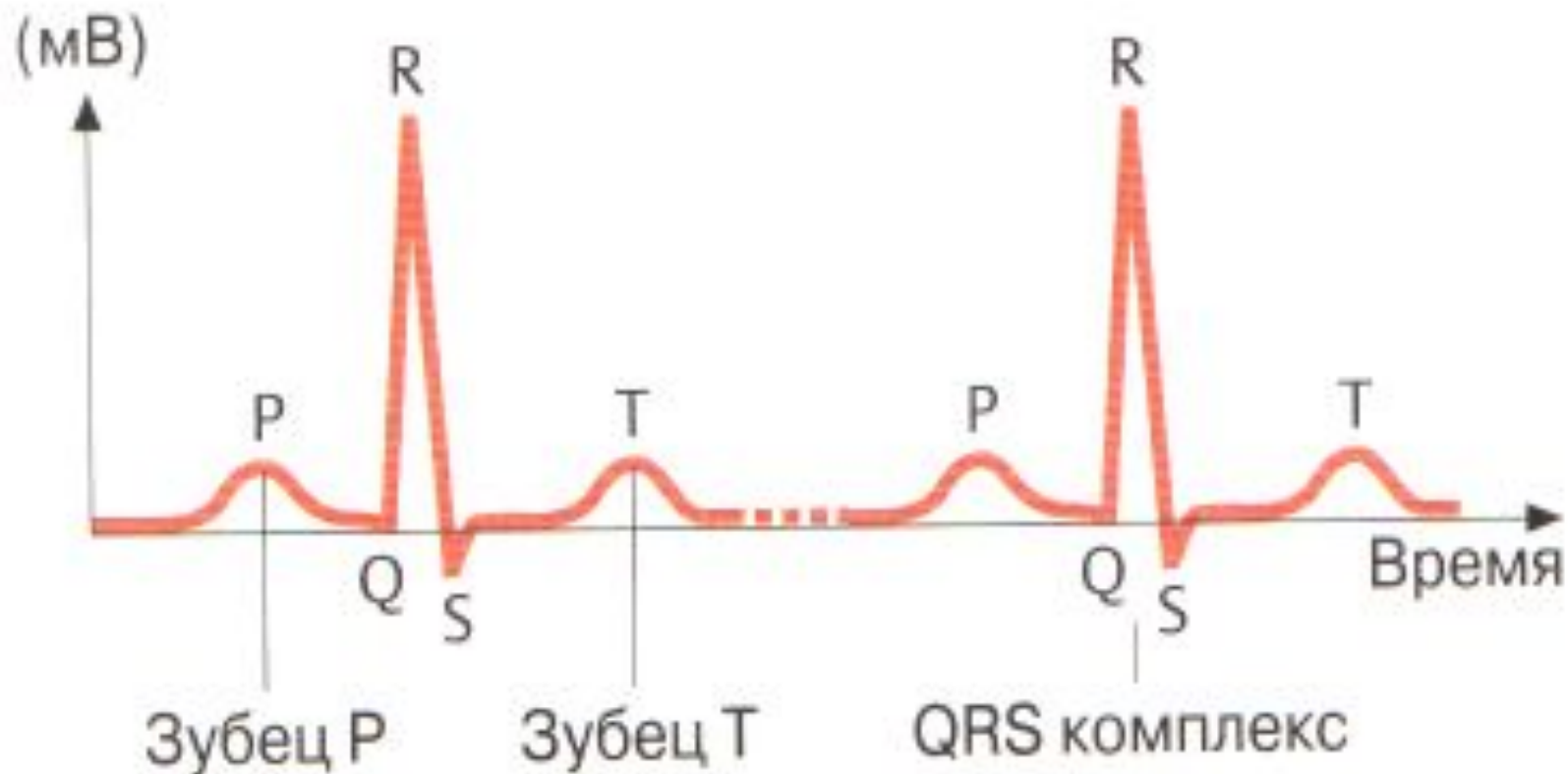
Электрокардиограф Эйнтховена весил 600 фунтов (т.е. около 300 кг!) и его обслуживанием были заняты 5 сотрудников.



Эйнтховен создал: 1) стандартные отведения ЭКГ (в 1912 г.);



2) дал название зубцам ЭКГ (разделил кривую ЭКГ на 5 волн, названных им как P, Q, R, S, T);



3) показал значение ЭКГ как для диагностики нарушений ритма (желудочковая экстрасистолия, желудочковая бигеминия, фибрилляция предсердий (мерцательная аритмия), полная атриовентрикулярная блокада), так и диагностики гипертрофии желудочков.

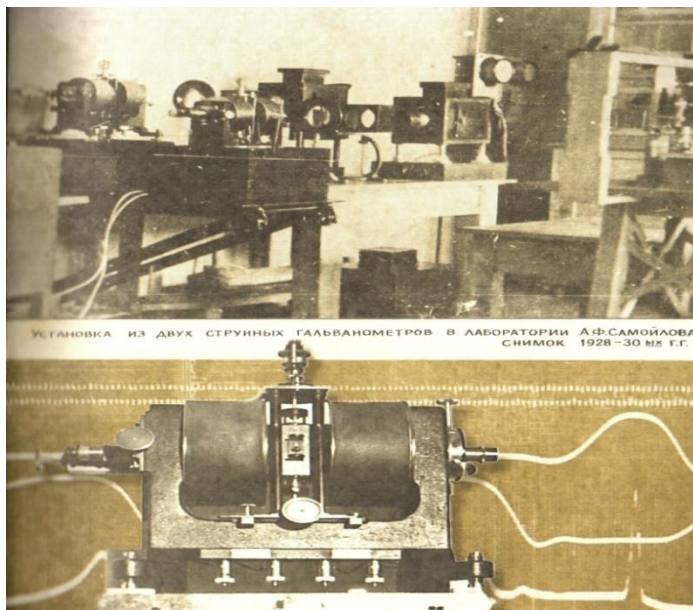




## 5. Александр Филиппович Самойлов

В России ЭКГ стала записываться с 1906 г. (XX век), когда в России были закуплены (подарены?) несколько электрокардиографов Эйнтховена.

Впервые ЭКГ была снята в Казани в 1906 г., Александром Филипповичем Самойловым\* в Казанском университете. В 1908 г. ЭКГ была записана у больного в клинических условиях. Самойлов организовал в Казани 1-й в России ЭКГ-кабинет и способствовал созданию врачебных ЭКГ-кабинетов в Москве и Петрограде.

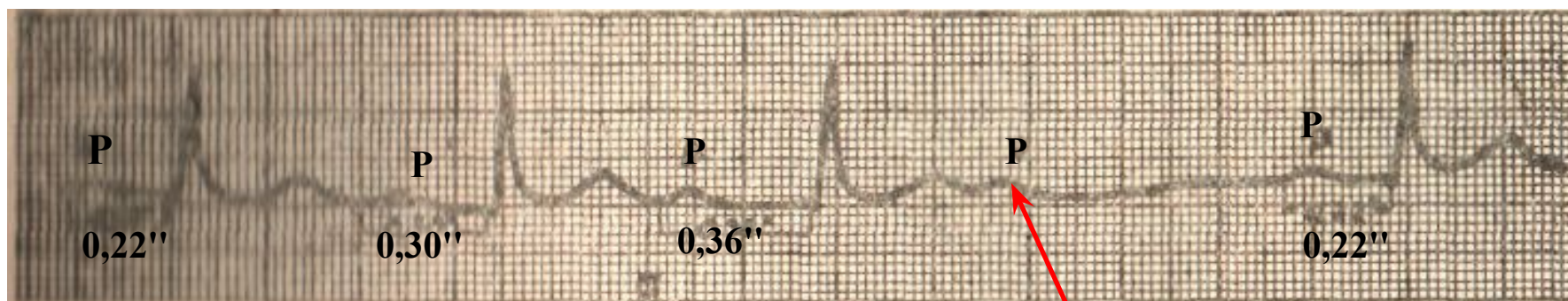


А. Ф. Самойлов  
(1867-1930)

\* настоящее имя, отчество и фамилия **Александр Фишелевич Шмуль** (Медиц. энциклоп.словарь, М., 2002)

А.Ф.Самойлов: 1. объяснил значение зубца Р,

2. внес вклад в теорию проводимости  
(периодика Самойлова-Вэнкебаха),



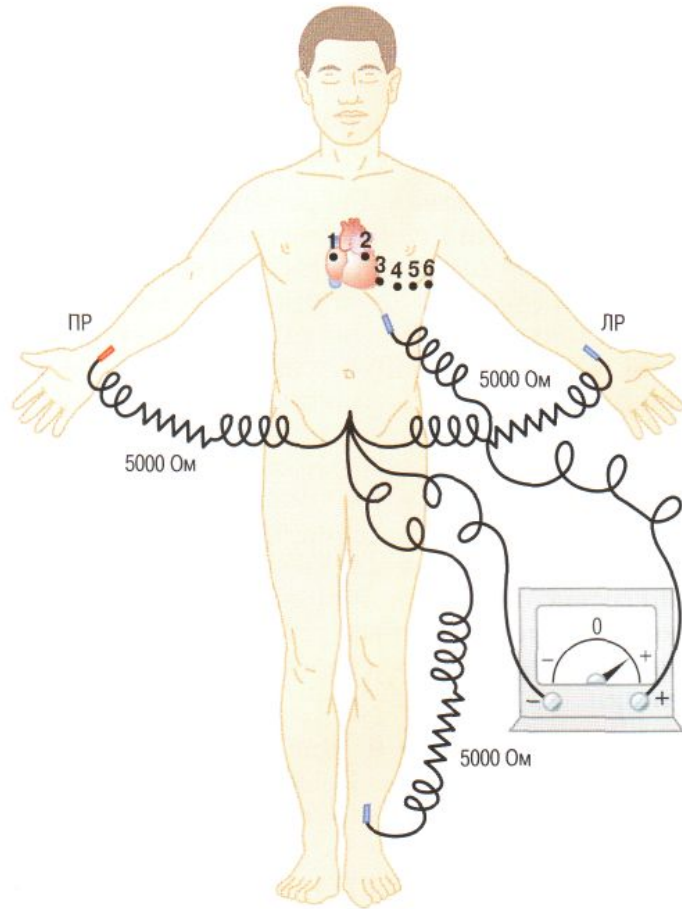
*периодика Самойлова-Вэнкебаха*

*«Безответный» Р*

3. описал зависимость ЭКГ от фаз дыхания,

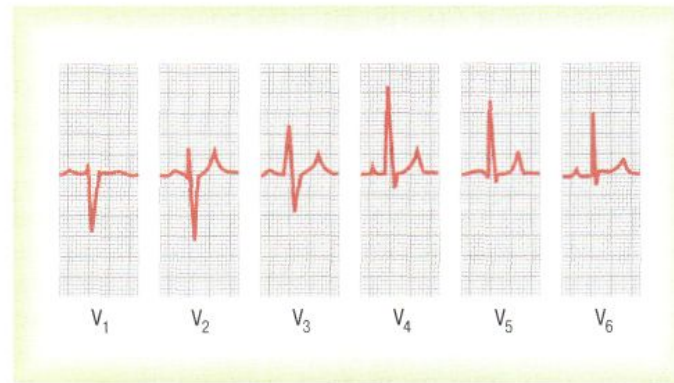
4. описал возможные электрофизиологические механизмы мерцательной аритмии  
(фибрилляции предсердий).

В 1932 г. **Франк Вильсон** (F. Wilson) – предложил еще 9 отведений ЭКГ – так называемые **однополюсные отведения ЭКГ**: грудные отведения и отведения от конечностей.



**Рис. 11-8**

Схема регистрации грудных отведений электрокардиограммы.  
ЛР – левая рука. ПР – правая рука



**Рис. 11-9**

Запись нормальной электрокардиограммы в шести стандартных грудных отведениях



**Однополюсные грудные отведения**

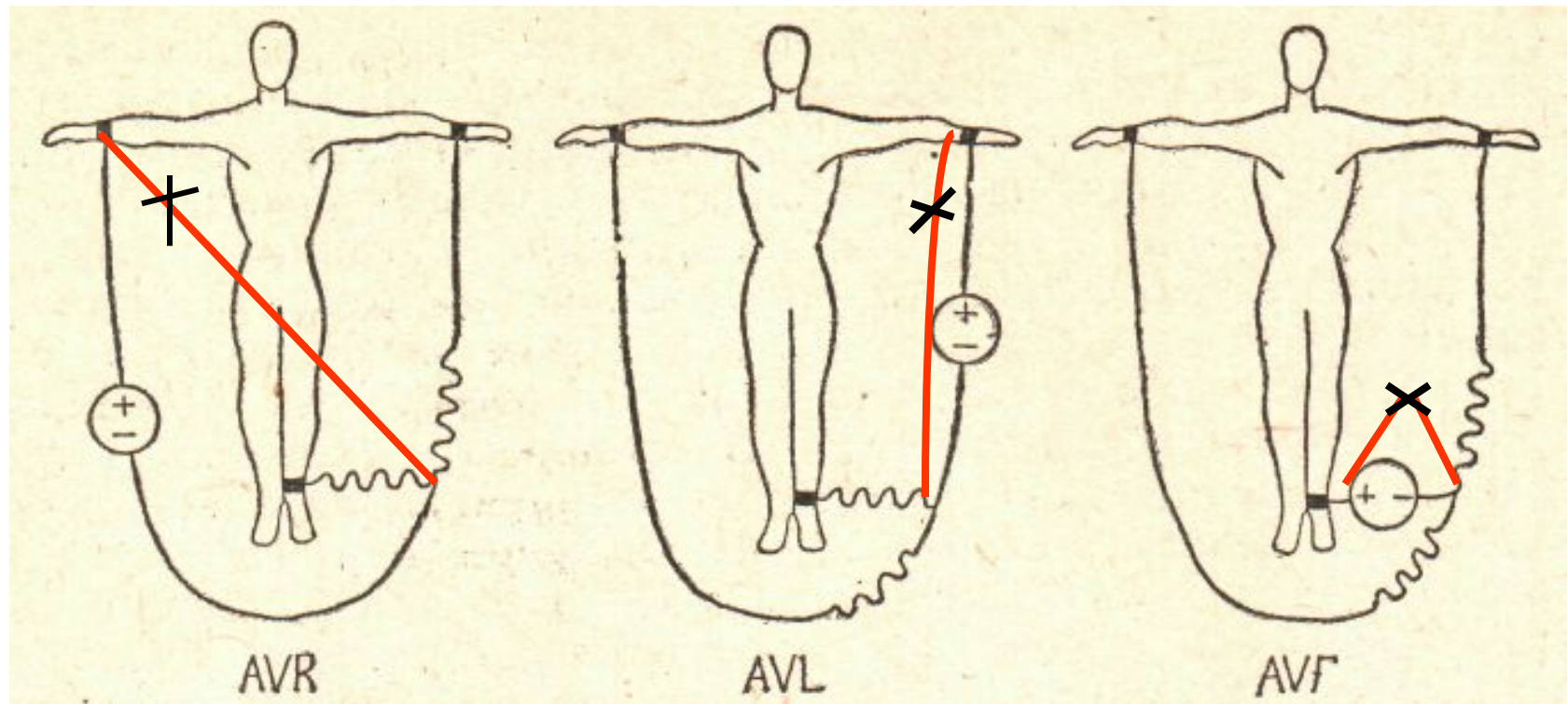
**Однополюсные отведения от конечностей (модификация Гольдбергера)**

## 9 однополюсных отведений ЭКГ



## 8. Эмануэль Гольдбергер

В 1942 г. Эмануэль Гольдбергер модифицирует предложенные Вильсоном однополюсные отведения от конечностей, делая их «усиленными»: aVR, aVL, aVF (от англ. «augmented» = усиленный).



Гольдбергер отъединяет от объединенного электрода, который присоединен к «—» электрокардиографа, активный электрод от «изучаемой» конечности.

## 2. Векторная (дипольная) теория происхождения электрокардиограммы

(+) и (-) -положительный и отрицательный заряды в каждом мышечном волокне, возникающие во время возбуждения клетки, Вильсон предложил называть элементарными диполями (диполь – это пара зарядов).

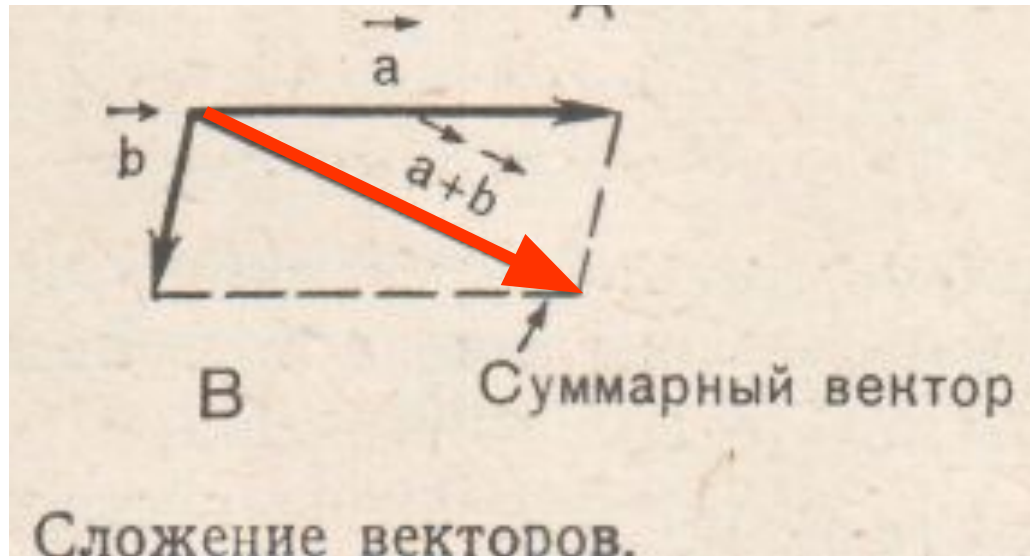
В сердце одновременно возникает множество диполей. Их ЭДС является векторной\* величиной, т.е. имеет не только собственно величину, но и направление.

Вектор всегда направлен от меньшего заряда (-) к большему (+).

ЭДС диполей складывается по принципу сложения векторов (векторы складываются, как алгебраические величины !).

---

\* В физике различают скалярные и векторные величины. Скалярные величины характеризуются только абсолютной величиной (например, масса, площадь), они не имеют направления в пространстве. Векторные величины, в отличие от скалярных, характеризуются, помимо абсолютной величины, также и направлением.

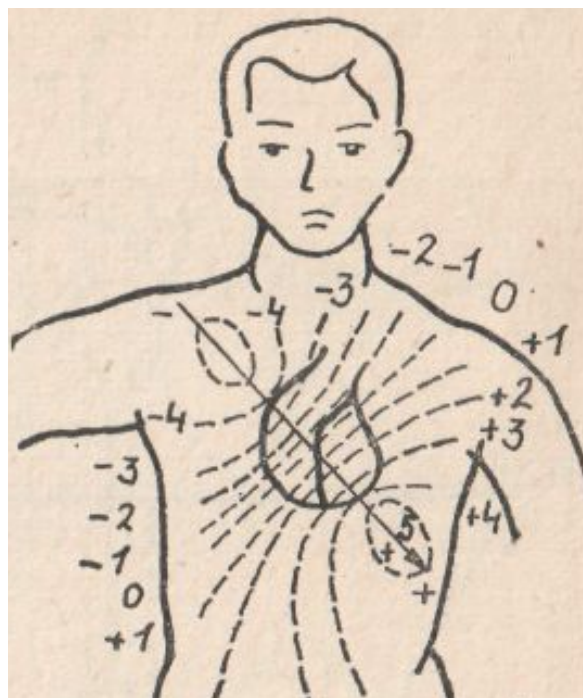


Если два вектора («a» и «b») направлены под углом друг к другу, их располагают так, чтобы они исходили из одной точки. Затем, считая, что такие векторы образуют две стороны параллелограмма, достраивают параллелограмм и проводят диагональ из точки, где совмещены начала обоих векторов.

Диагональ параллелограмма и будет представлять собой сумму двух векторов, или суммарный вектор.

Алгебраическая сумма ЭДС всех диполей миокардиальных клеток в каждый момент времени образует как бы суммарный диполь (его называют моментным вектором ЭДС сердца), постепеннодвигающийся от основания сердца к верхушке (двигается волна возбуждения – волна деполяризации).

Вокруг сердца при этом образуется электрическое поле с (–) потенциалом позади и (+) – впереди.



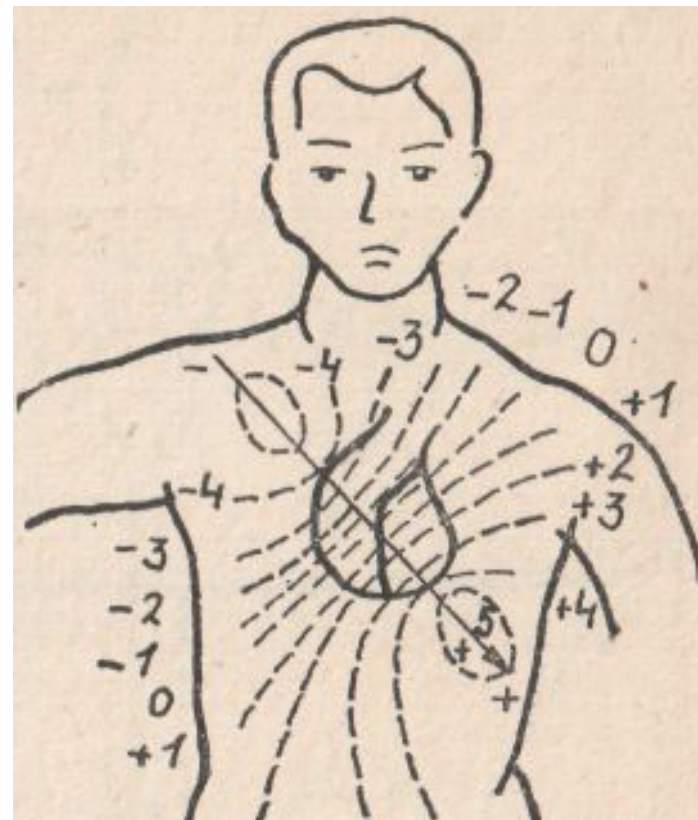
Направления и места образования моментных векторов все время меняются, но условно считаются, что они исходят из одной точки, называемой электрическим центром.

Наиболее значительное время моментные векторы направлены от основания к верхушке сердца.

Это преобладающее направление моментных векторов образует резльтирующие векторы сердца.

Различают 3 результирующих вектора:

- 1) деполяризация предсердий
- 2) деполяризация желудочков
- 3) реполяризация желудочков



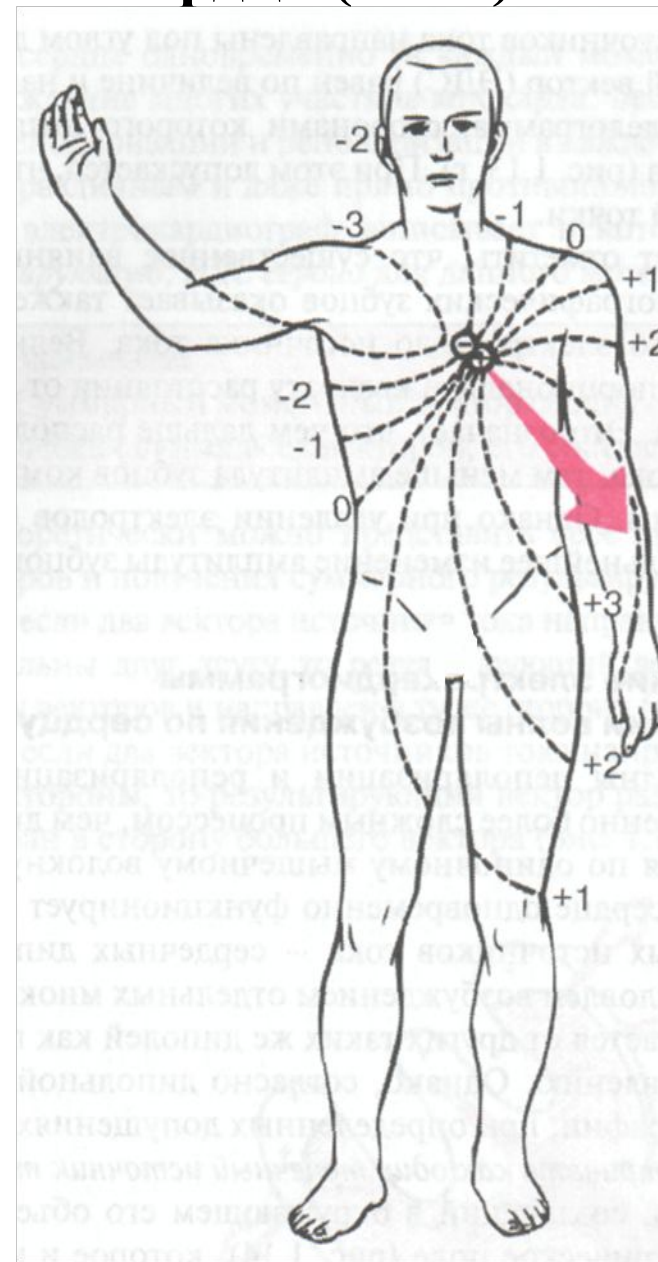


### 3. Понятие об электрической оси сердца (ЭОС)

Направление результирующего вектора деполяризации желудочков называется электрической осью сердца (ЭОС). ЭОС – это интегральный вектор начальных, средних и конечных векторов всего периода QRS.

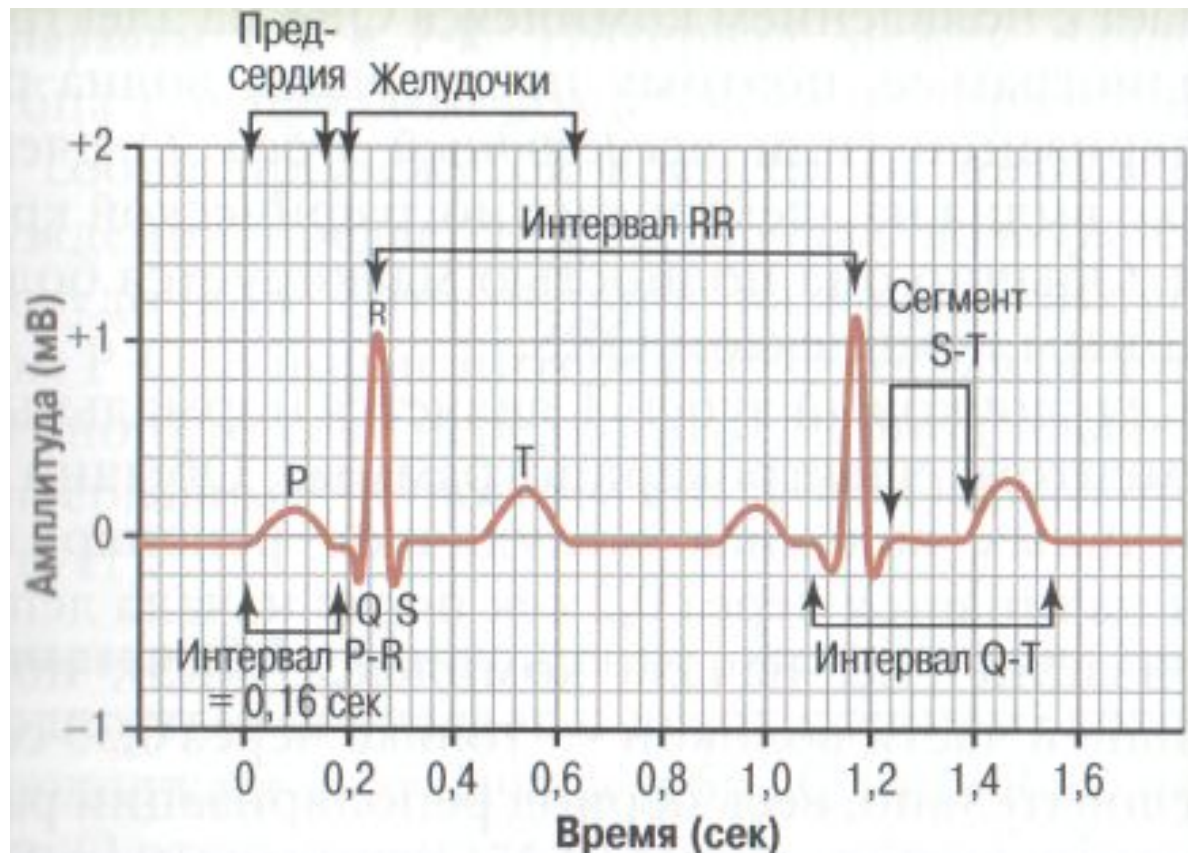
Отрицательный полюс (-) ЭОС расположен у основания сердца, а положительный полюс (+) ЭОС – у верхушки сердца.

У здоровых людей направление ЭОС в значительной степени совпадает с анатомической осью сердца.



## 4. Механизм образования элементов электрокардиограммы

Электрокардиограмма (ЭКГ) представляет собой кривую, в которой различают ряд зубцов, интервалов и сегментов.



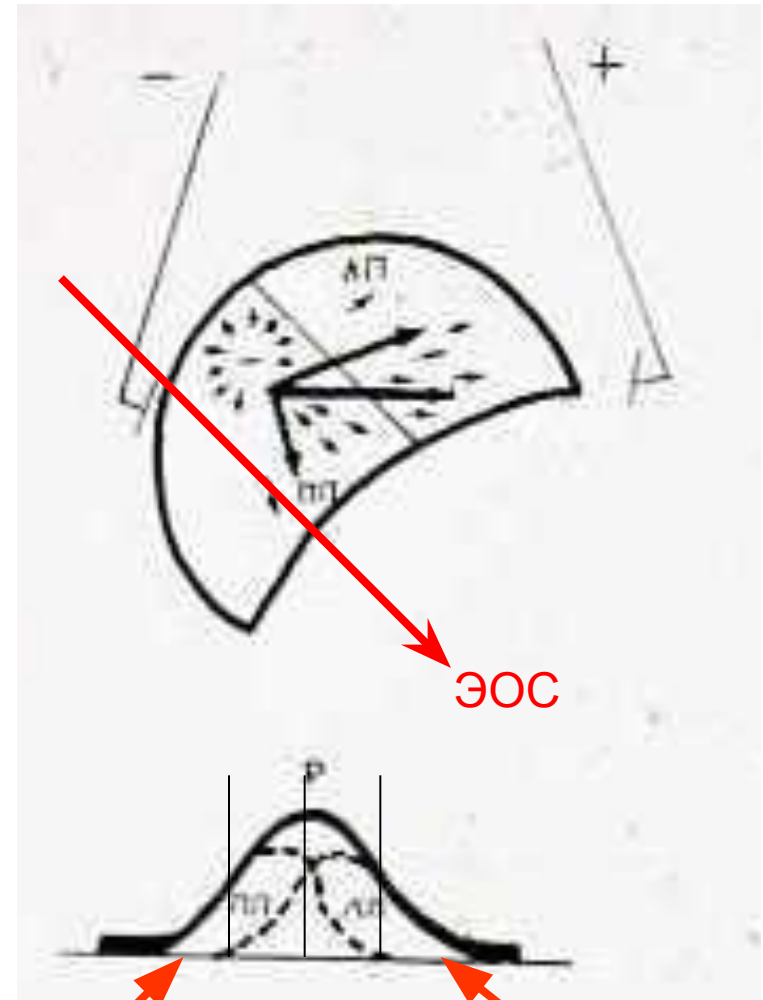
## 4.1. Механизм образования зубца Р

Волна деполяризации предсердий вначале охватывает правое предсердие, а через 0,02-0,03" - левое.

**Положительная направленность зубца Р** в большинстве отведений обусловлена тем, что **суммарный вектор** деполяризации предсердий **направлен по ходу электрической оси сердца:**

- сверху – вниз
- справа – налево
- сзади – вперед

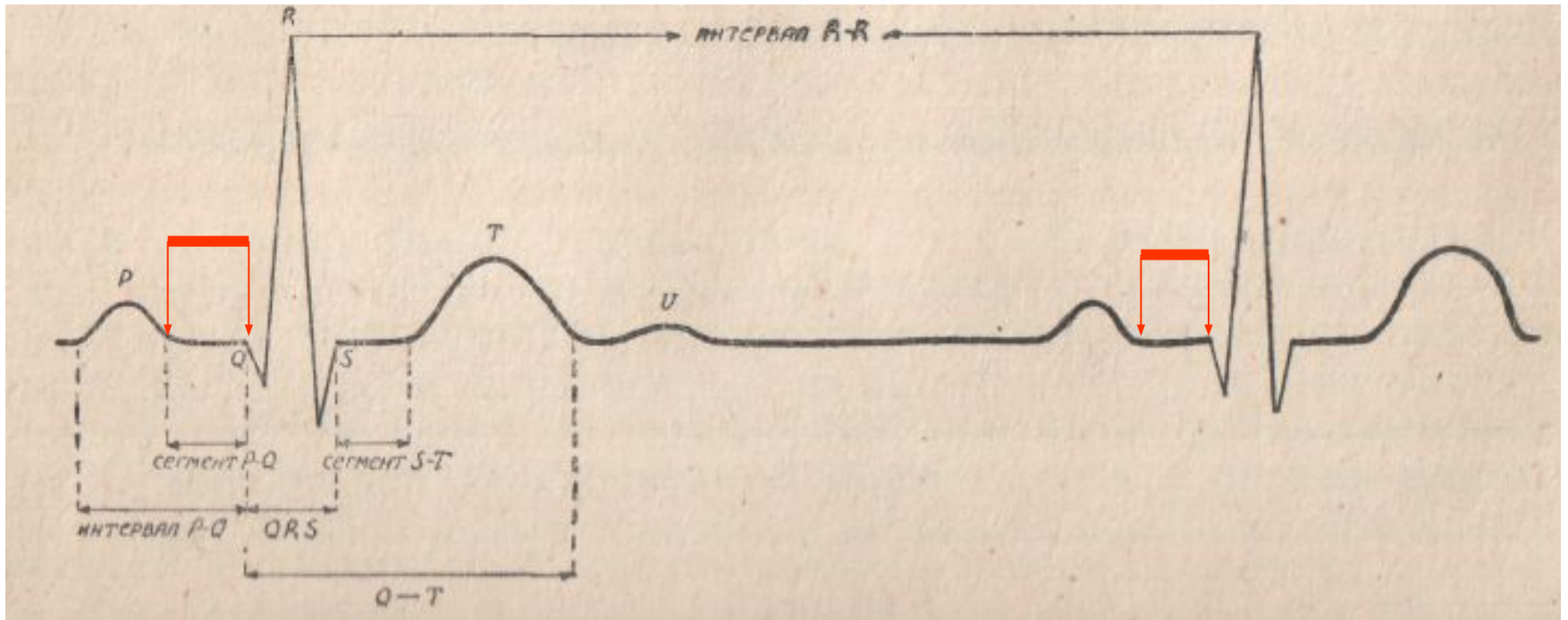
Начало зубца Р связано с волной деполяризации правого предсердия, средняя часть совпадает с началом деполяризации левого предсердия при продолжающейся деполяризации правого, и конечная часть зубца Р обусловлена продолжающимся охватом деполяризацией левого предсердия, в то время как правое предсердие уже не дает потенциала в связи с полным его охватом возбуждением.



только правое предсердие      только левое предсердие

## 4.2. Сегмент PQ

(от конца зубца P до начала зубца Q)



В это время оба предсердия полностью охвачены возбуждением и, следовательно, не дают разности потенциалов. Реполяризация предсердий на ЭКГ не фиксируется.



## 4.3. Комплекс QRS

После сегмента PQ регистрируется комплекс QRS.

Комплекс QRS формируется 3-я векторами:

1. начальным (септальным) вектором («вектор первых 0,02 с», «вектор 0,02 с»),
2. средним (главным желудочковым) вектором («вектор вторых 0,04 с», «вектор 0,04 с») и
3. конечным (базальным) вектором («вектор последних 0,06 с», «вектор 0,06 с»).

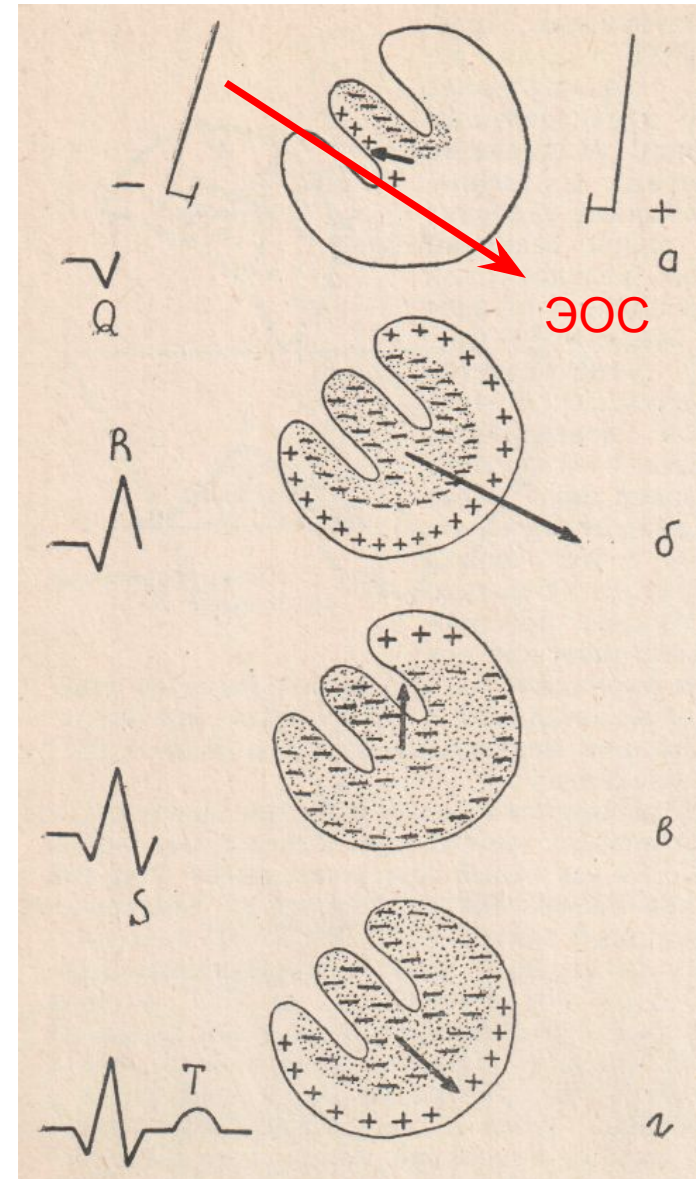
1. **Вначале** возбуждается **левая половина межжелудочковой перегородки**, т. е. в этом месте появляется электроотрицательный заряд, в то время как правая половина перегородки заряжена положительно.

**Суммарный вектор ЭДС** в этот период (начальный, септальный) будет направлен **в сторону, противоположную направлению электрической оси сердца:**

- снизу – вверх
- слева – направо
- сзади – вперед

Это находит свое отражение на ЭКГ в большинстве отведений в виде небольшого **отрицательного** зубца Q (q).

Малая его амплитуда и длительность обусловлены кратковременностью (0,01-0,03") возбуждения этого отдела миокарда. .

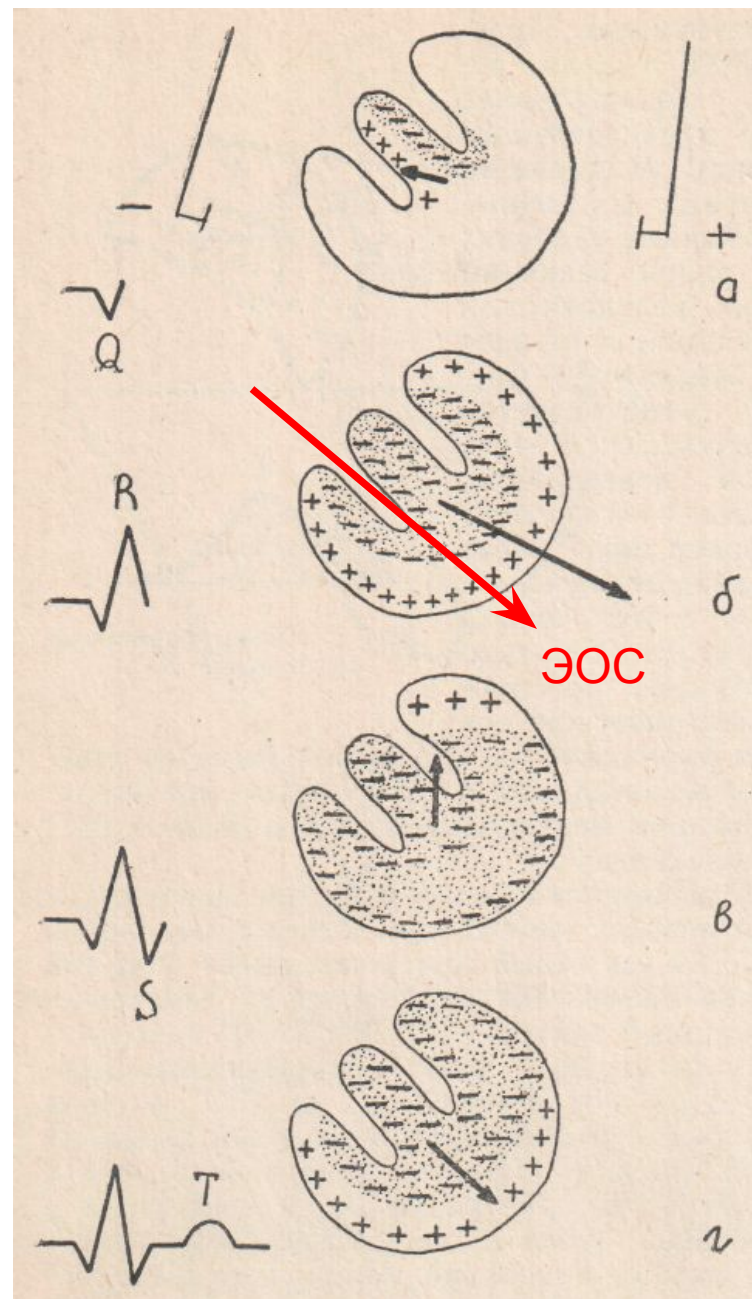


2. *Затем* очень быстро охватываются возбуждением передние и боковые отделы правого и левого желудочков и верхушка сердца (основная масса миокарда).

Так как левый желудочек имеет бóльший электрический потенциал, чем правый, он нейтрализует электрические силы последнего.

Таким образом, **суммарный вектор** (главный желудочковый вектор) **направлен по направлению электрической оси сердца:**

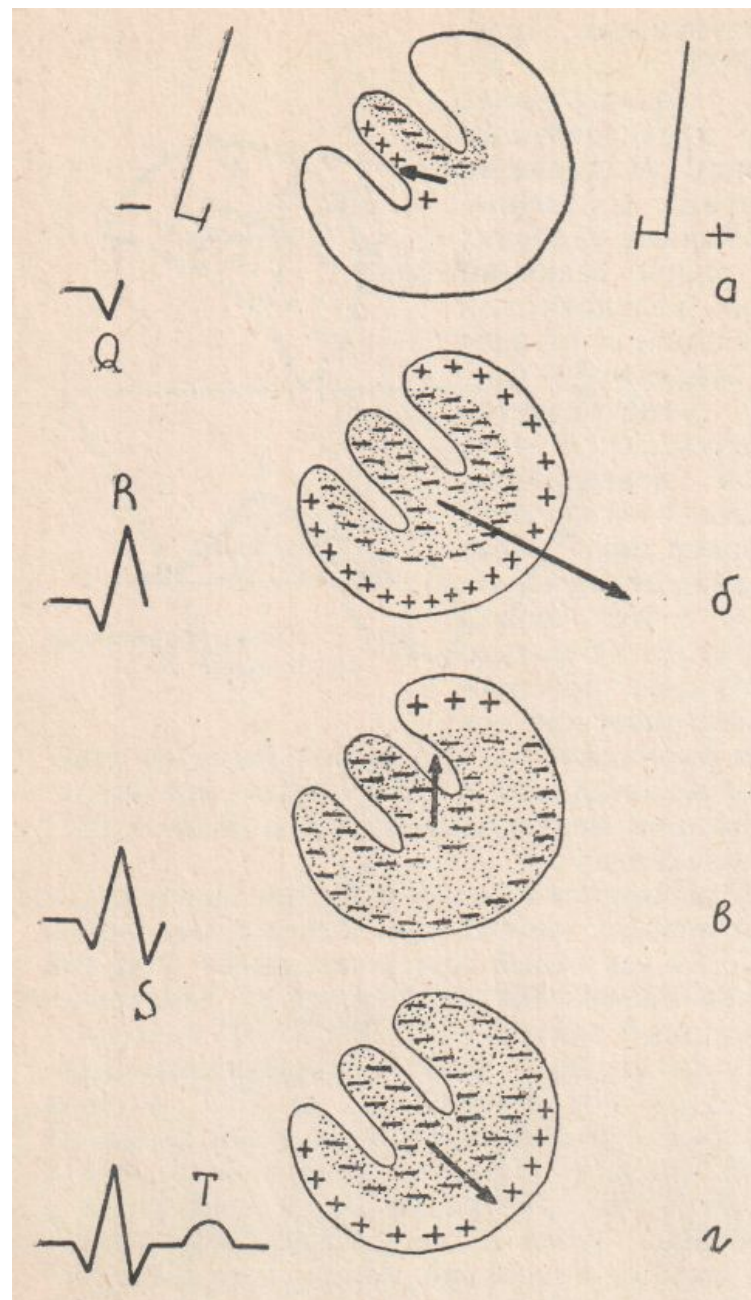
- сверху – вниз
- справа – налево
- сзади – вперед.



Это проявляется на ЭКГ вторым желудочковым зубцом, который в большинстве отведений выглядит как **положительный высокий зубец R**.

В стенке миокарда возбуждение распространяется от эндокарда к эпикарду.

Процесс формирования зубца R продолжается до 0,06".

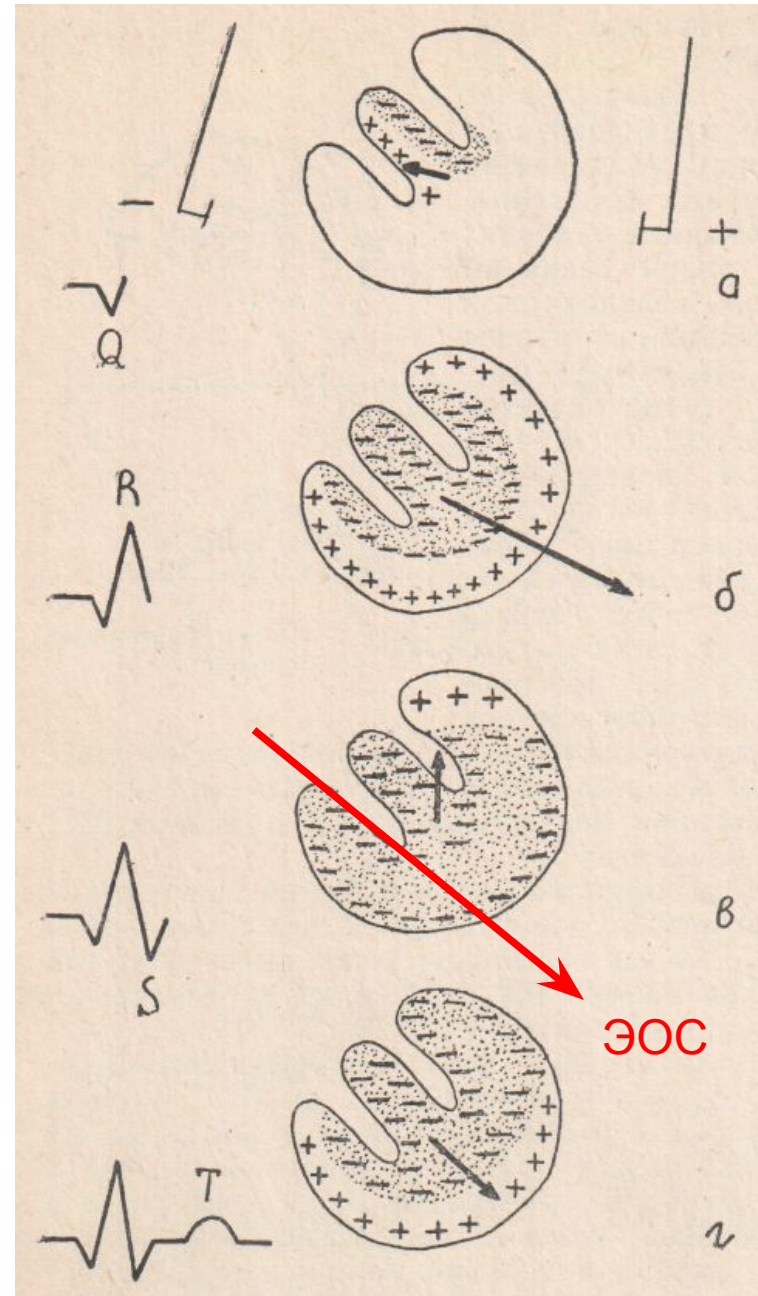




3. *Последними* возбуждаются мышцы оснований желудочков (заднебазальные отделы), что вызывает поворот суммарного вектора ЭДС (конечного, базального вектора) в сторону, противоположную направлению электрической оси сердца:

- снизу – вверх
- слева – направо
- спереди – назад.

На ЭКГ это отражается в большинстве отведений небольшим зубцом S.





## 4.4. Сегмент ST

После окончания зубца S (или R при отсутствии S) на ЭКГ записываются сегмент ST (от конца S до начала T).

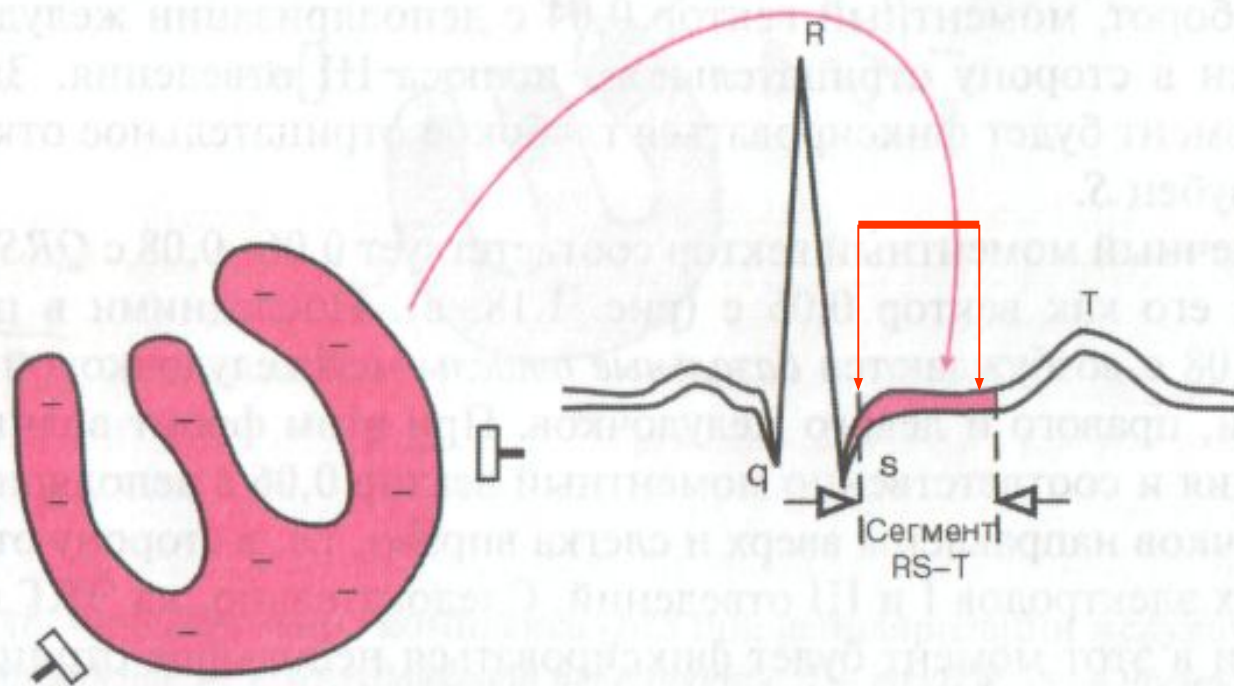


Рис. 1.19. Формирование сегмента ST-T в период полного охвата возбуждением желудочков

В период полного охвата возбуждения желудочков разность потенциалов отсутствует и на ЭКГ регистрируется изоэлектрическая линия – сегмент ST.

## 4.5. Зубец Т

Зубец Т связан с третьей, или конечной, фазой реполяризации желудочков.

Положительное направление зубца Т не соответствует его направлению на электрограмме единичной мышечной клетки, где зубец реполяризации отрицательный.

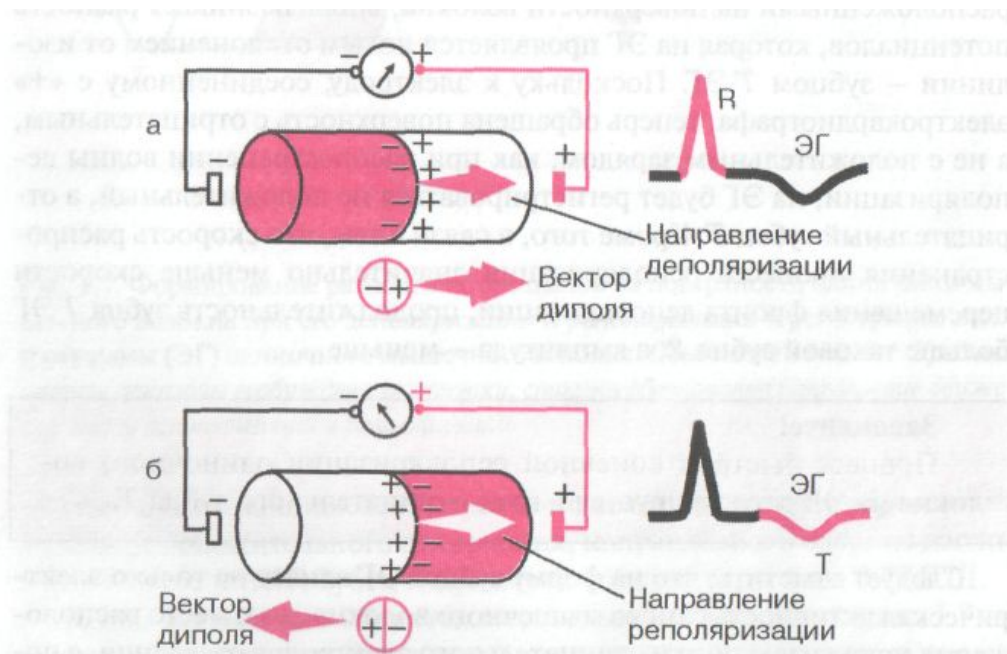
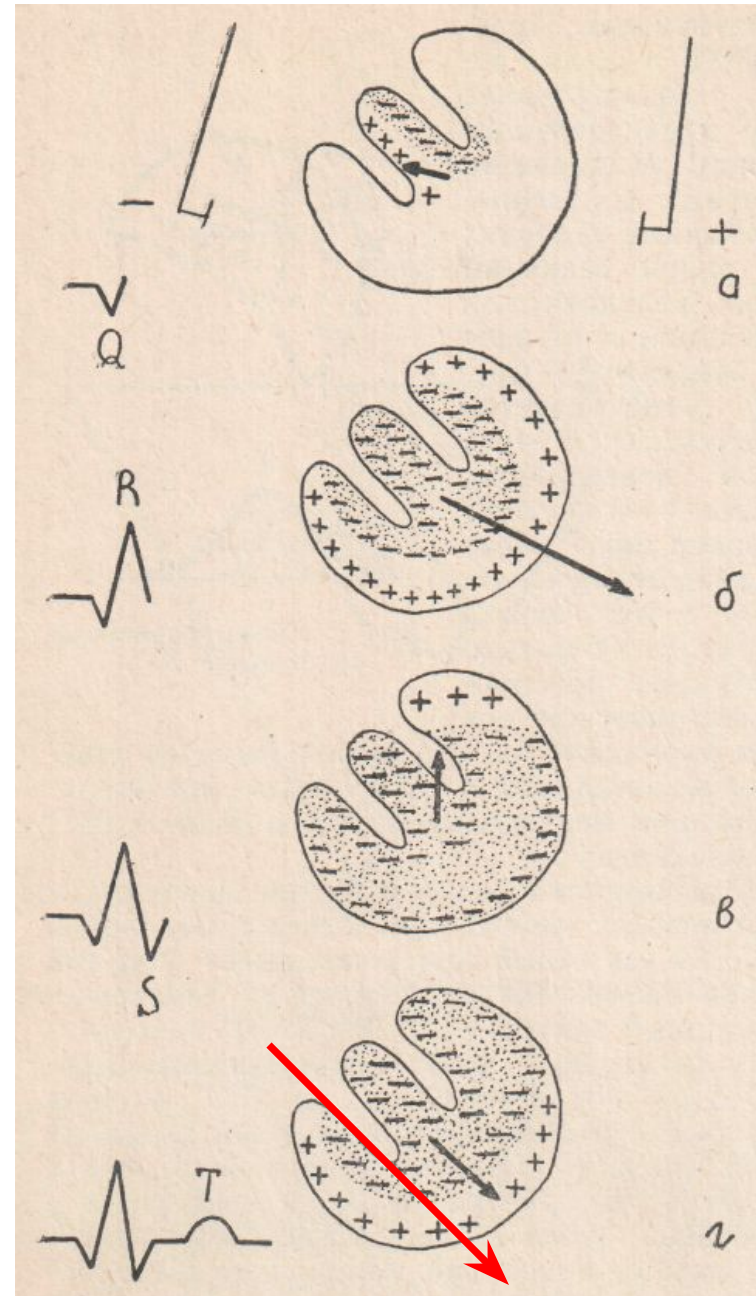


Рис. 1.8. Направление вектора сердечного диполя при деполяризации (а) и реполяризации (б) одиночного мышечного волокна



Согласно Вильсону, различные слои миокарда желудочков физиологически не гомогенны, так как они испытывают различный температурный режим и неодинаковое внутритканевое давление.

Поэтому продолжительность возбуждения в разных слоях миокарда различна. В субэндокардиальных слоях возбуждение длится дольше, чем в субэпикардиальных.

Поэтому реполяризация начинается с субэпикардиальных слоев миокарда и идет по направлению к эндокарду.



Направление движения волны реполяризации

Начало реполяризации миокарда желудочков (с субэпикардиальных слоев миокарда)

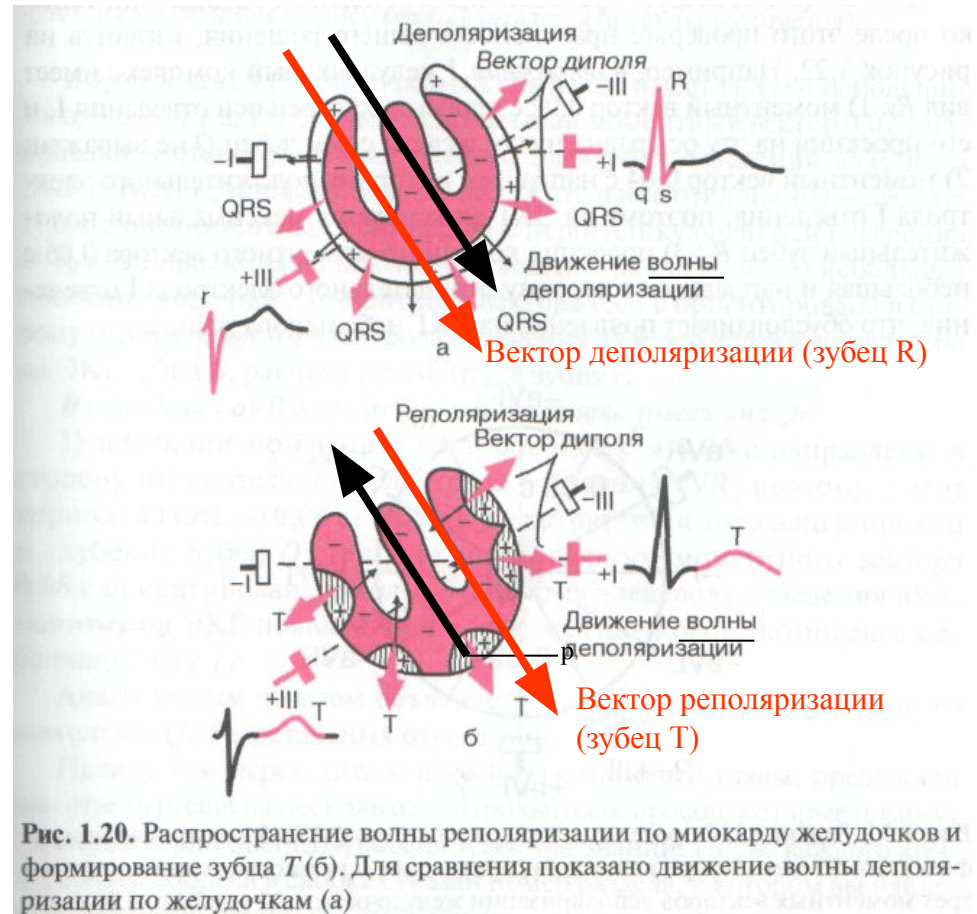


Следовательно, положительный потенциал появляется раньше в области субэпикардиальных слоев миокарда, что и обуславливает направленность вектора реполяризации от эндокарда к эпикарду (по ходу электрической оси сердца).

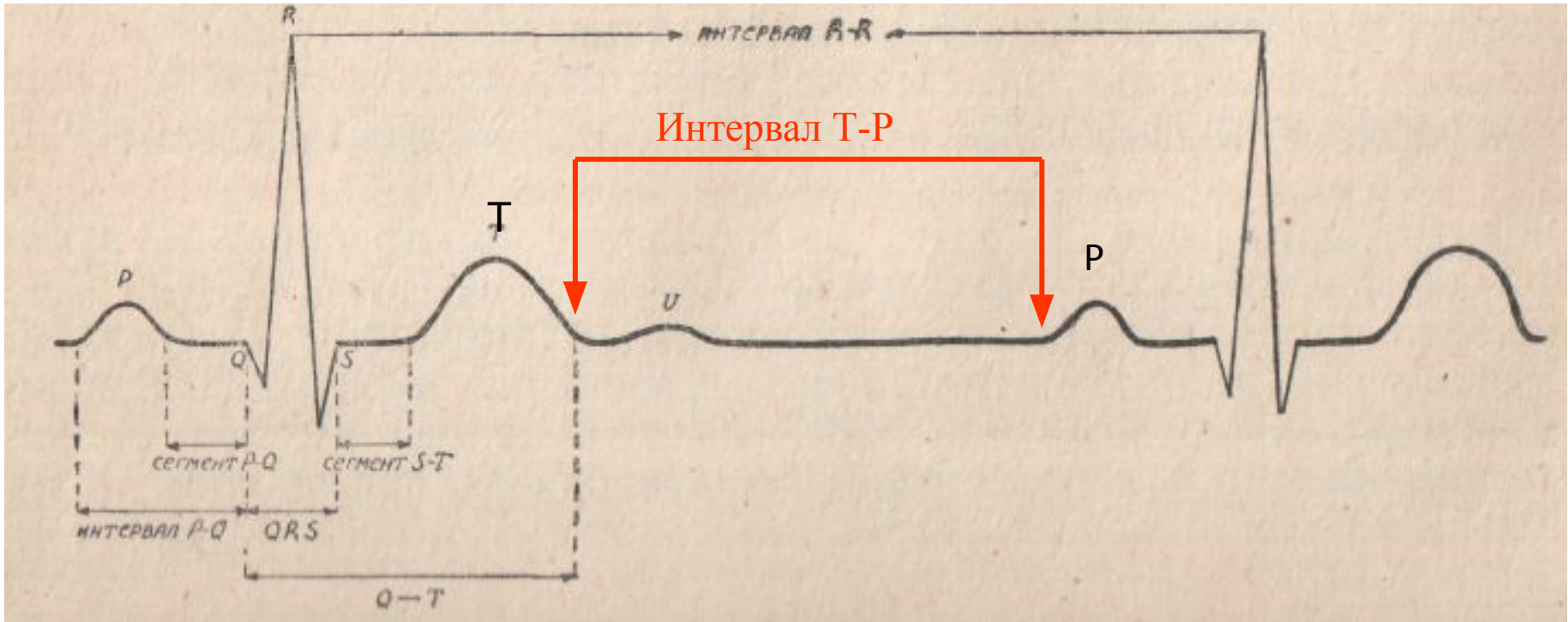
Отсюда зубец Т на ЭКГ в норме положительный.

Зубец Т направлен в ту же сторону, что и зубец R. В этом случае говорят о конкордантном (однонаправленном) расположении этих зубцов, в отличие от дискордантного (разнонаправленного), наблюдаемого в патологии.

Меньшая величина зубца Т по сравнению с зубцом R, объясняется тем, что реполяризация всегда идет медленнее и создает меньший потенциал, чем деполяризация.



## 4.6. Интервал Т-Р



За зубцом Т устанавливается изоэлектрическая линия – интервал Т-Р, соответствующий диастолической фазе, когда все сердце равномерно поляризовано и разности потенциалов не наблюдается.

Однако иногда вслед за зубцом Т на ЭКГ виден еще маленький зубчик, называемый зубцом U. Большинство авторов называет его следовым потенциалом и относит к концу реполяризации желудочков или считают отражающим депполяризацию сосочковых мышц.

## 5.1. Стандартные отведения ЭКГ

Унифицированные точки человеческого тела, с которых снимается разность потенциалов, называются отведениями.

Линия, соединяющая две точки наложения электродов, называется осью отведения.

В ЭКГ-отведении различают полярность, т.е. направление тока по оси отведения.

*Положительным считается полюс, имеющий больший потенциал, он подключается к аноду (+) электрокардиографа*

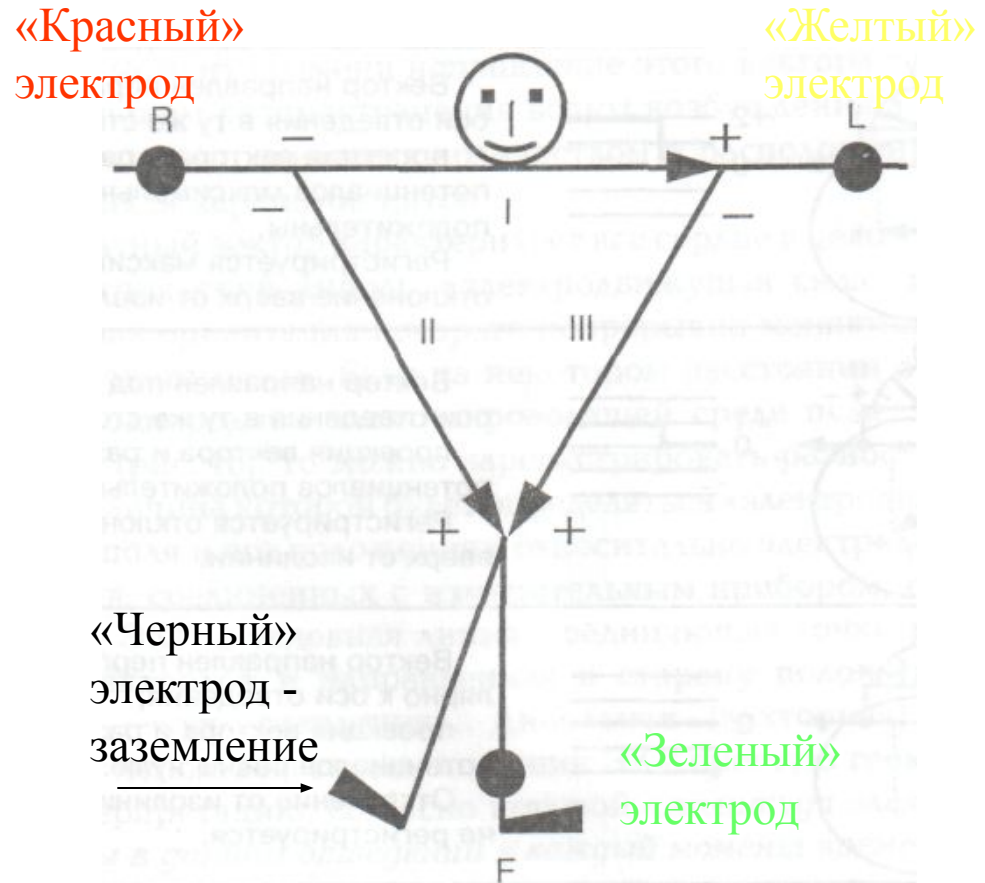
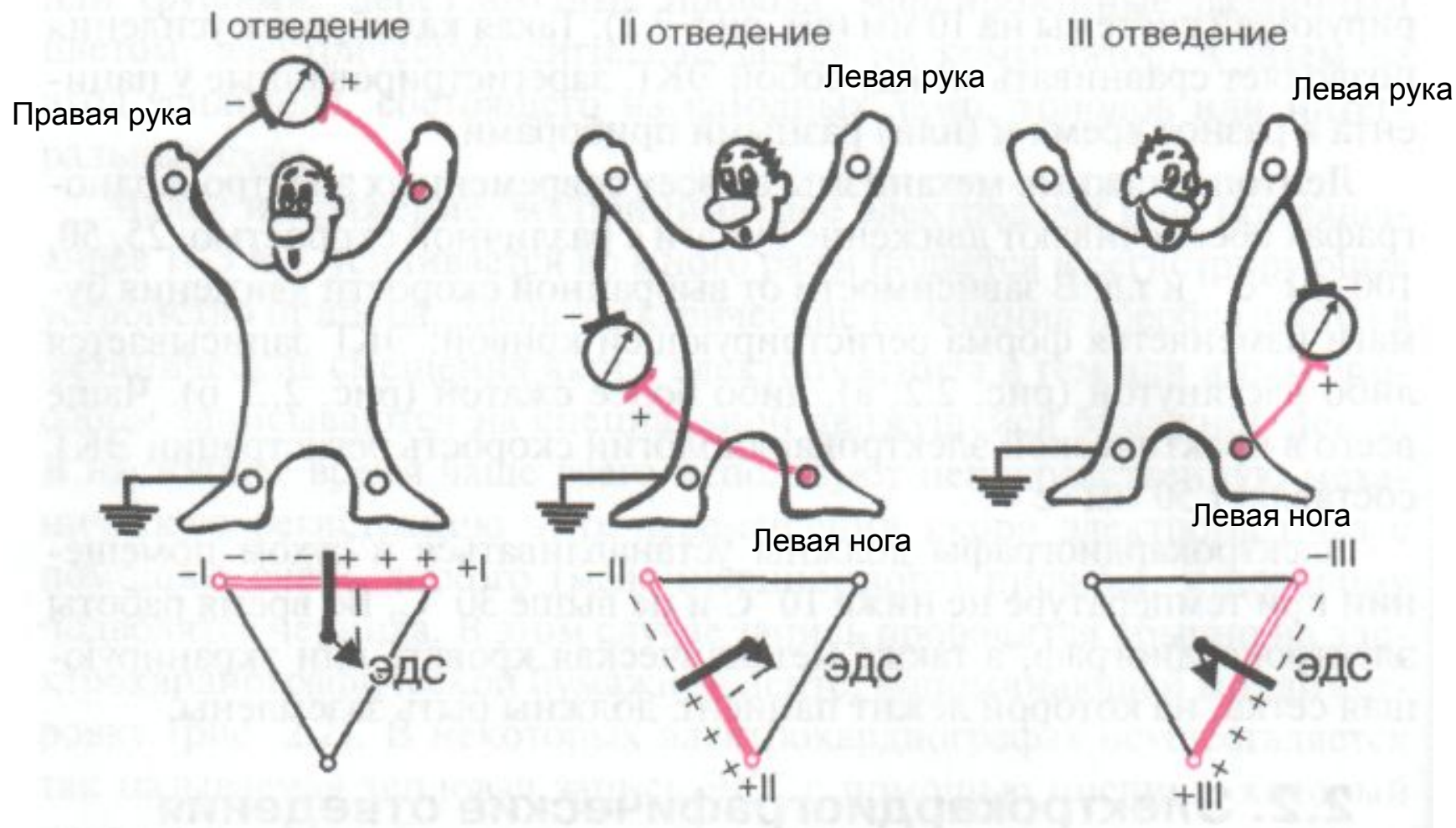


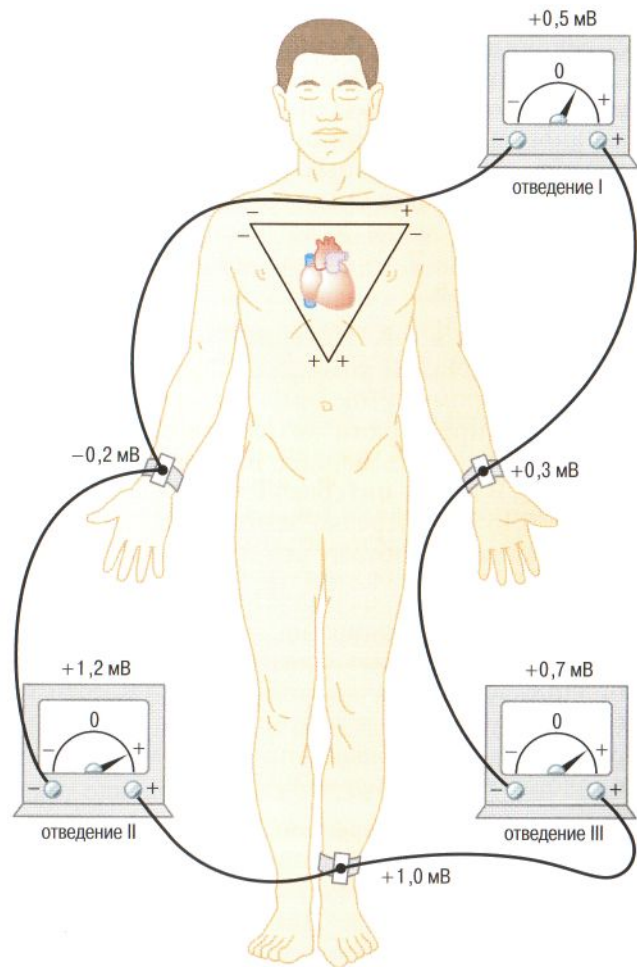
Схема треугольника Эйнтховена

# Формирование трех стандартных ЭКГ-отведений (отведений от конечностей)





# Стандартные отведения ЭКГ



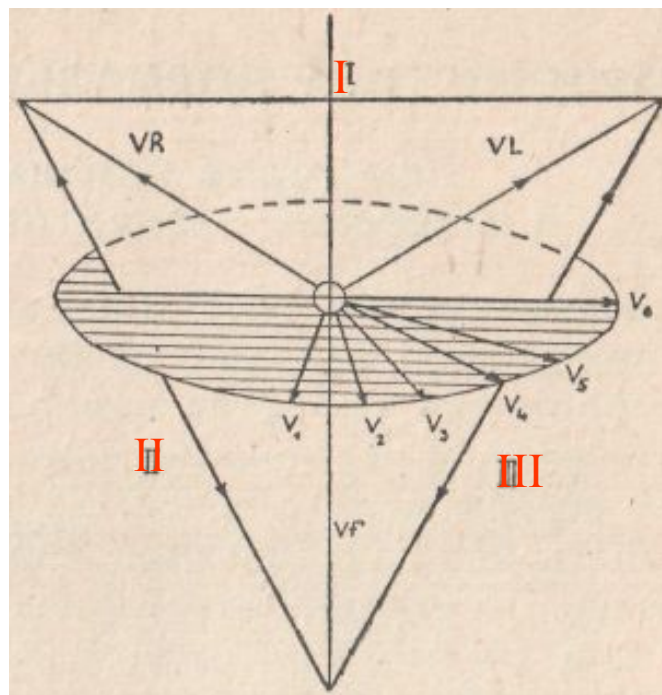


# Отражение потенциалов различных отделов сердца в стандартных отведениях ЭКГ (во фронтальной плоскости)

I отведение – преимущественно отражает потенциал передней и боковой стенок левого желудочка

II отведение – промежуточное

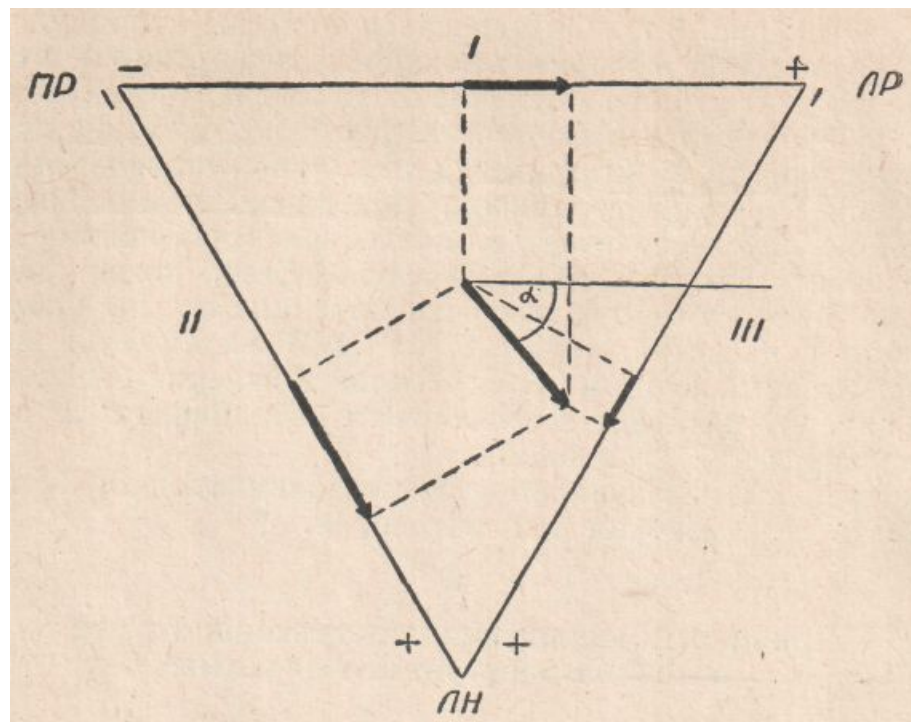
III отведение – преимущественно отражает потенциалы задненижней (задней диафрагмальной) стенки левого желудочка



# Закон Эйнтховена

Алгебраическая сумма зубцов II отведения равна алгебраической сумме зубцов I и III отведений.

Формула:  $II = I + III$



## 5.2. Однополюсные отведения

Стандартные отведения считаются двухполюсными, так как они регистрируют разность потенциалов от двух конечностей, каждая из которых при работе сердца имеет *определенный* потенциал.

В дальнейшем были предложены так называемые однополюсные отведения:

- 1) однополюсные усиленные отведения от конечностей
- 2) грудные отведения

Принцип однополюсных отведений заключается в том, что биопотенциалы сердца отводятся от одной точки человеческого тела. Накладываемый на эту точку электрод является активным (дифферентным). Он соединяется с «+» (анодом) электрокардиографа. Вторая точка, к которой накладывается неактивный, или индифферентный, электрод, соединенный с «-» (катодом) электрокардиографа, должна иметь теоретически нулевой потенциал.

## 5.2.1. Усиленные отведения от конечностей

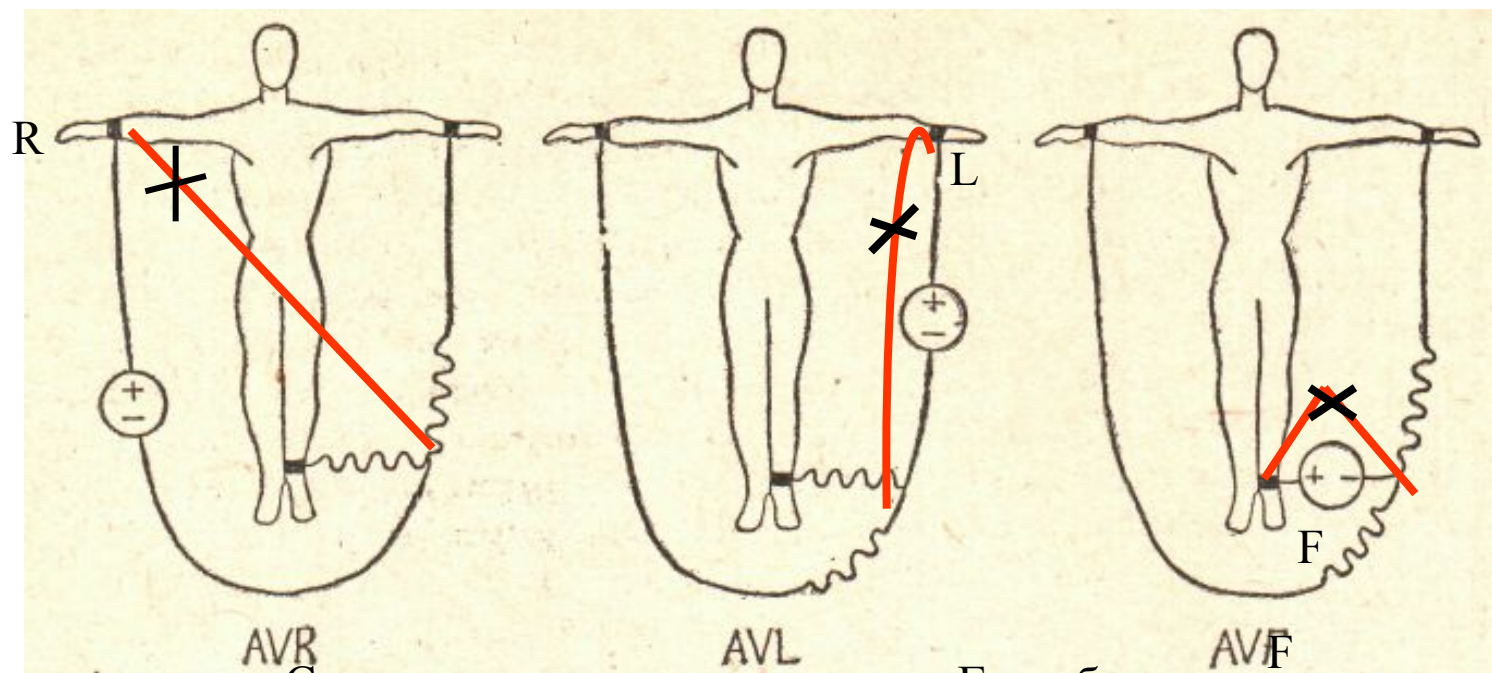


Схема наложения электродов по Гольдбергеру

Потенциал, отводимый с помощью активного электрода (по методу Ф.Вильсона, 1932) оказался малым по величине.

Э.Гольдбергер (1942) вдвое усилил этот потенциал путем отключения от неактивного электрода проводника той конечности, на которую накладывается активный электрод.

Усиленные отведения от конечностей регистрируют разность потенциалов между одной из конечностей, на которой установлен активный положительный электрод данного отведения, и средним потенциалом двух других конечностей (А.В.Струтынский, 2002).

В качестве отрицательного электрода в этих отведениях используют так называемый объединенный электрод Гольдбергера, который образуется при соединении через дополнительное сопротивление двух конечностей. 40

# Формирование 3-х усиленных однополюсных отведений от конечностей

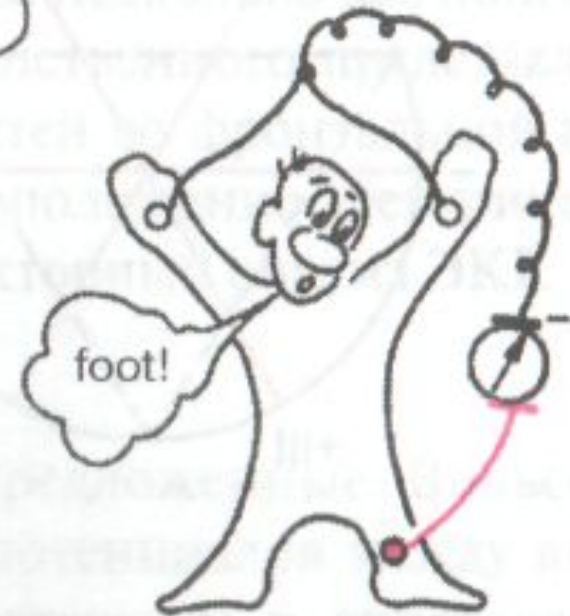
Отведение aVR



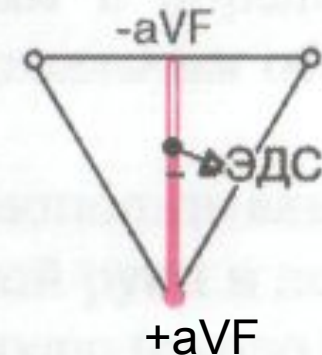
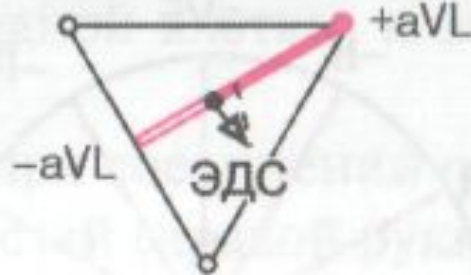
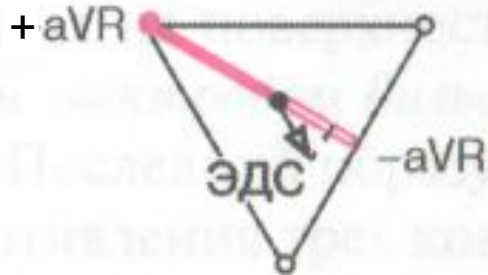
Отведение aVL



Отведение aVF



Объединенный электрод Гольдбергера





# Отражение потенциалов различных отделов сердца в однополюсных усиленных отведениях от конечностей



Отведение aVR – в силу феномена приближения отражает потенциалы правых отделов сердца

Отведение aVL – дополняет I отведение и преимущественно отражает потенциалы переднебоковой стенки левого желудочка

Отведение aVF – является дополнением III и II отведений и преимущественно отражает потенциалы заднедиафрагмальной стенки левого желудочка

## 5.2.2. Грудные (прекордиальные) отведения

Однополюсные грудные отведения предложил Ф.Вильсон в 1932 г.

Они были предложены для изучения отклонения ЭДС в горизонтальной плоскости.

С их помощью получается бóльшая информация от передних и боковых отделов сердца.

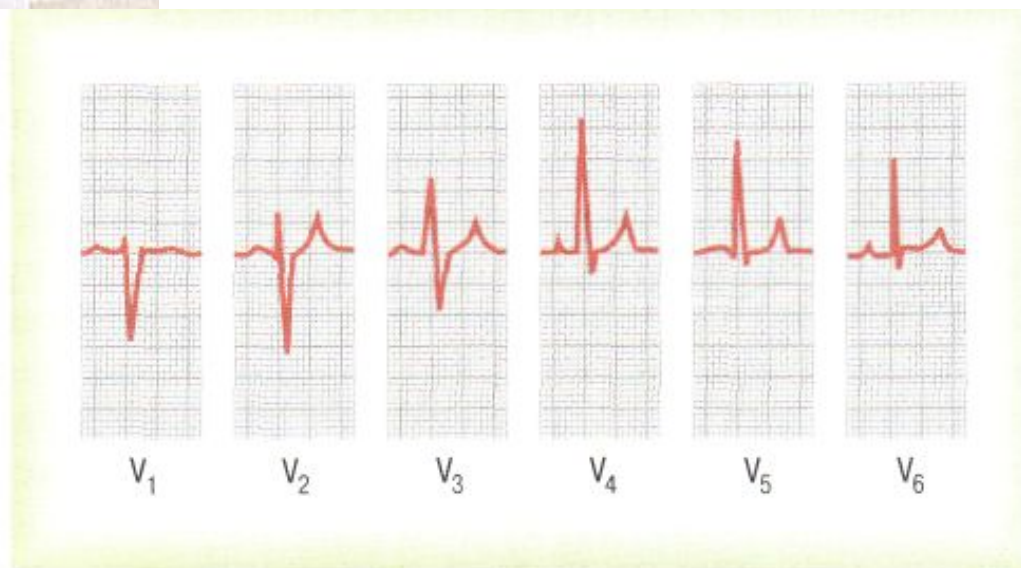
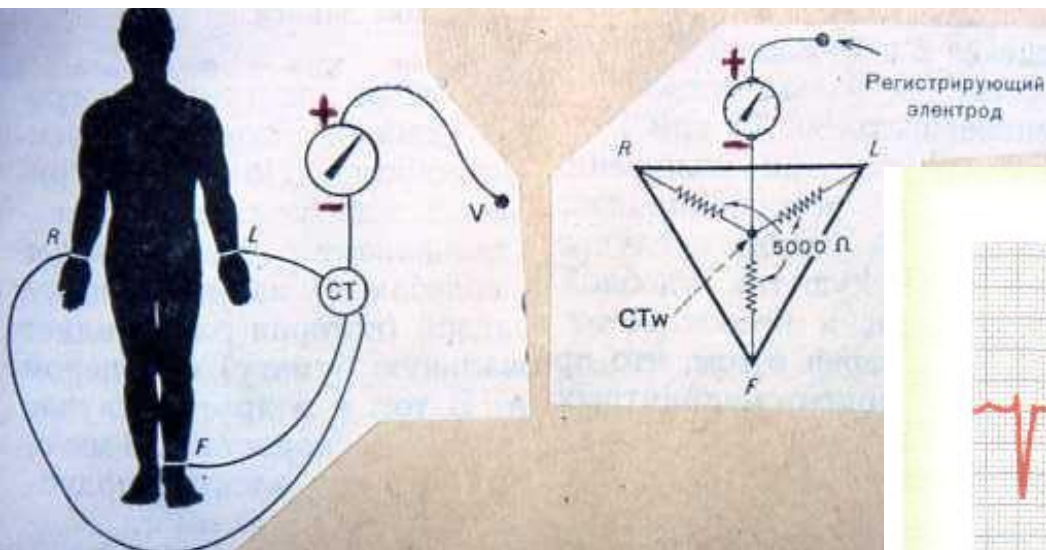


Рис. 11-9

Запись нормальной электрокардиограммы в шести стандартных грудных отведениях

К отрицательному полюсу ЭКГ-аппарата подводится электрод Вильсона, объединяющий потенциалы от правого и левого предплечий и левой голени через сопротивление (5000 Ом), что позволяет свести к минимуму влияние этих потенциалов на форму ЭКГ.

# Точки наложения активного грудного электрода

$V_1$  – 4-е межреберье у правого края грудины;

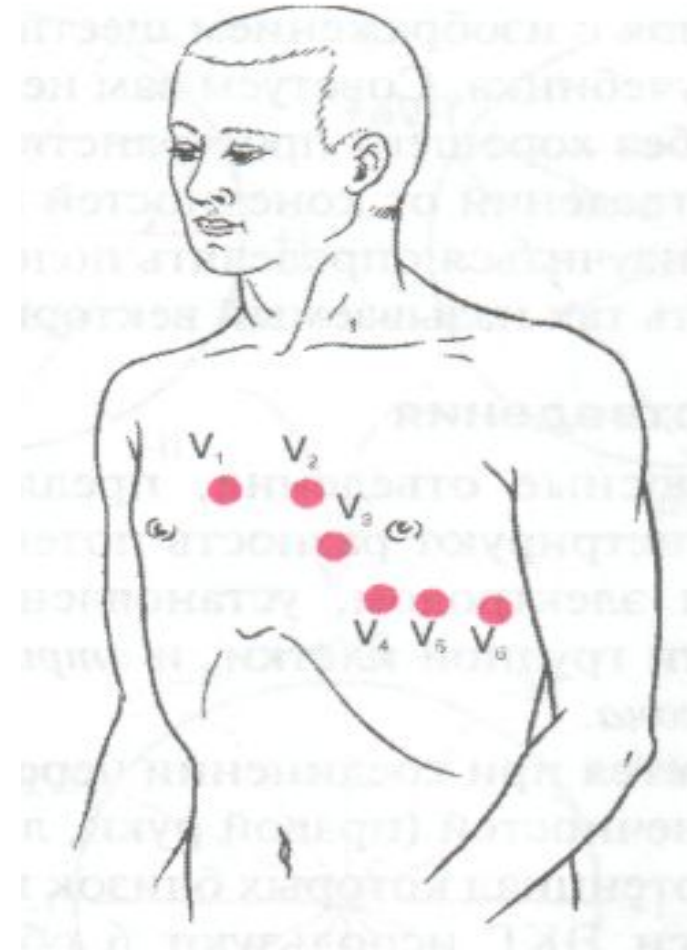
$V_2$  – 4-е межреберье у левого края грудины;

$V_3$  – середина расстояния между  $V_2$  и  $V_4$ ;

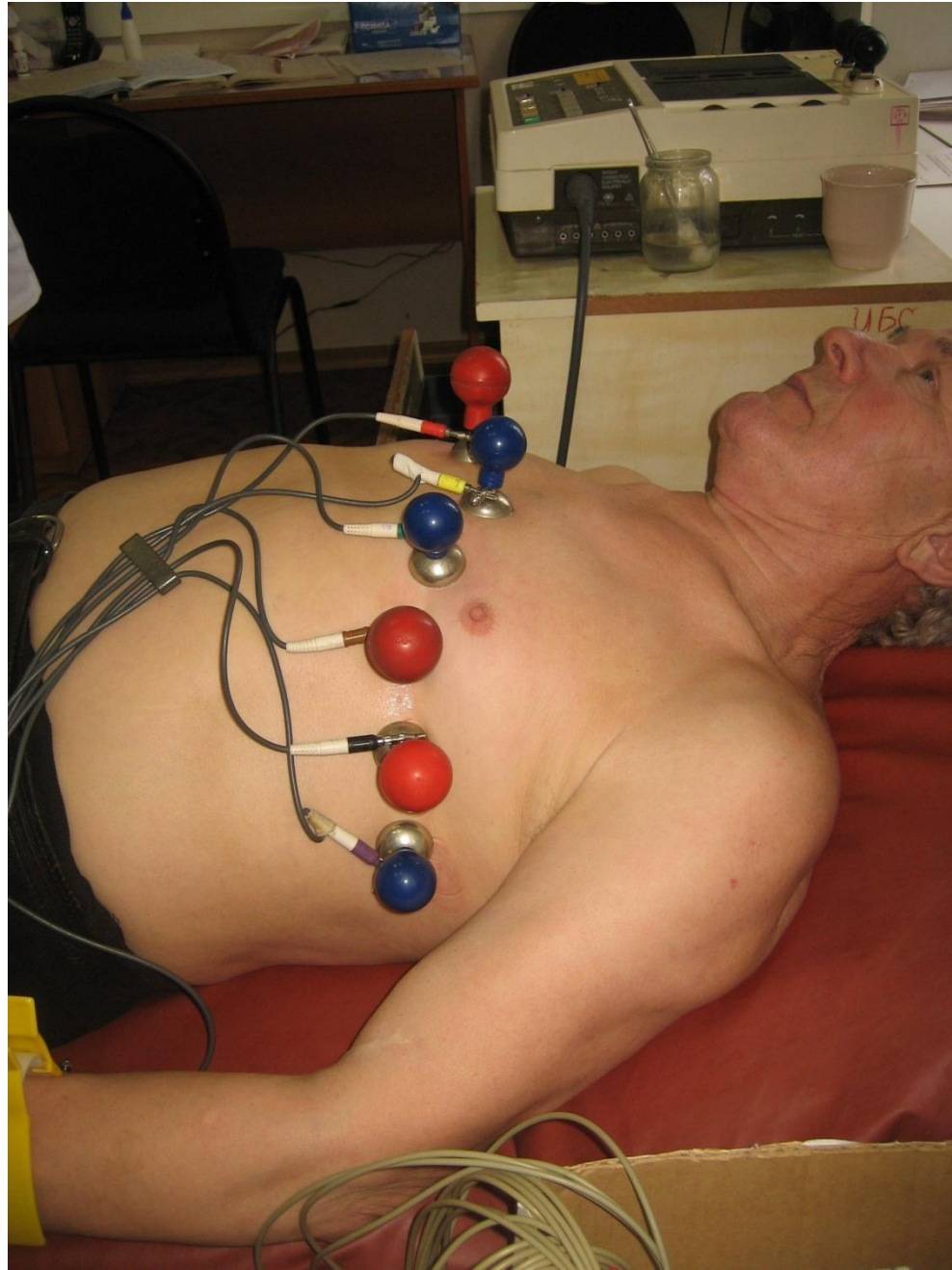
$V_4$  – 5-е межреберье, левая срединно-ключичная линия;

$V_5$  – левая передняя подмышечная линия на уровне  $V_4$

$V_6$  – левая средняя подмышечная линия на уровне  $V_4$

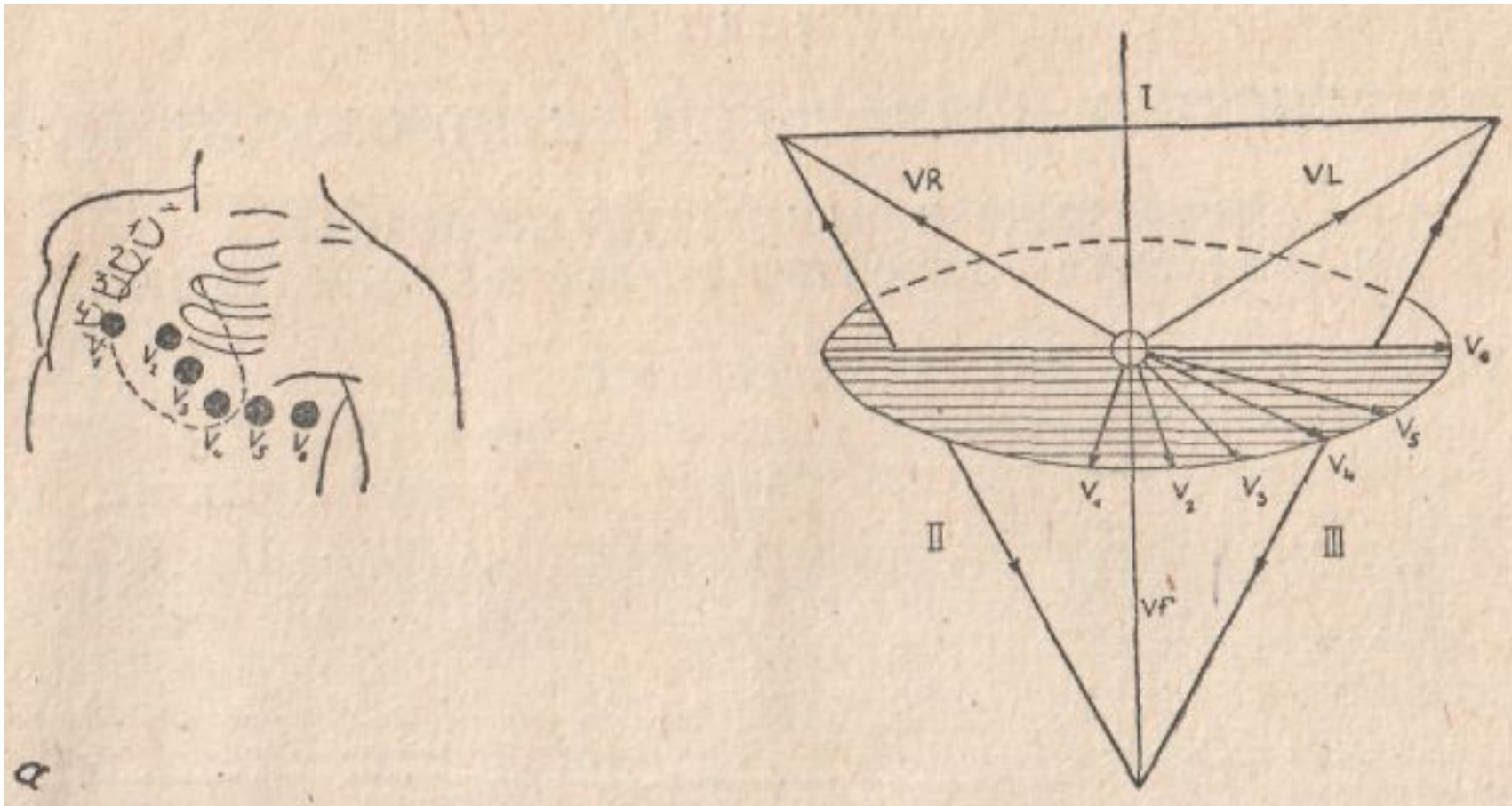


# Расположение грудных электродов





# Направление осей грудных отведений (в горизонтальной плоскости)

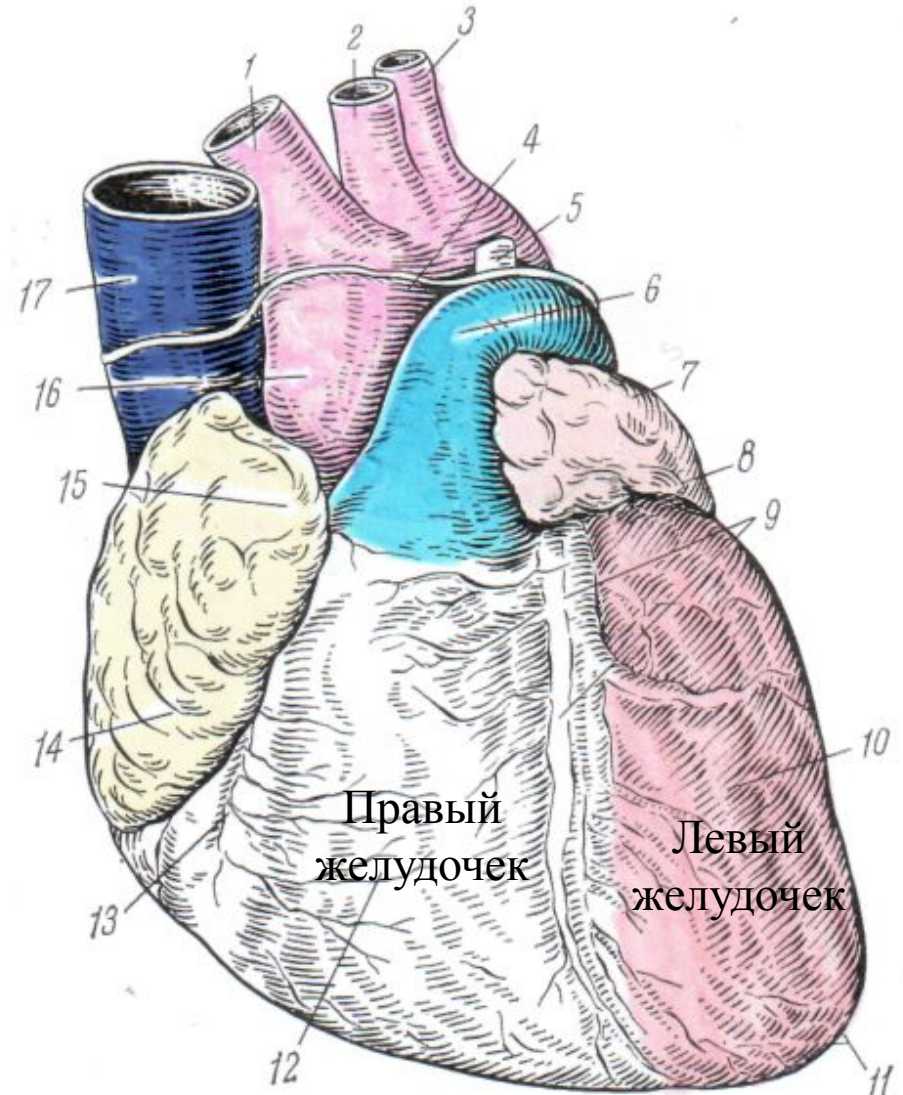




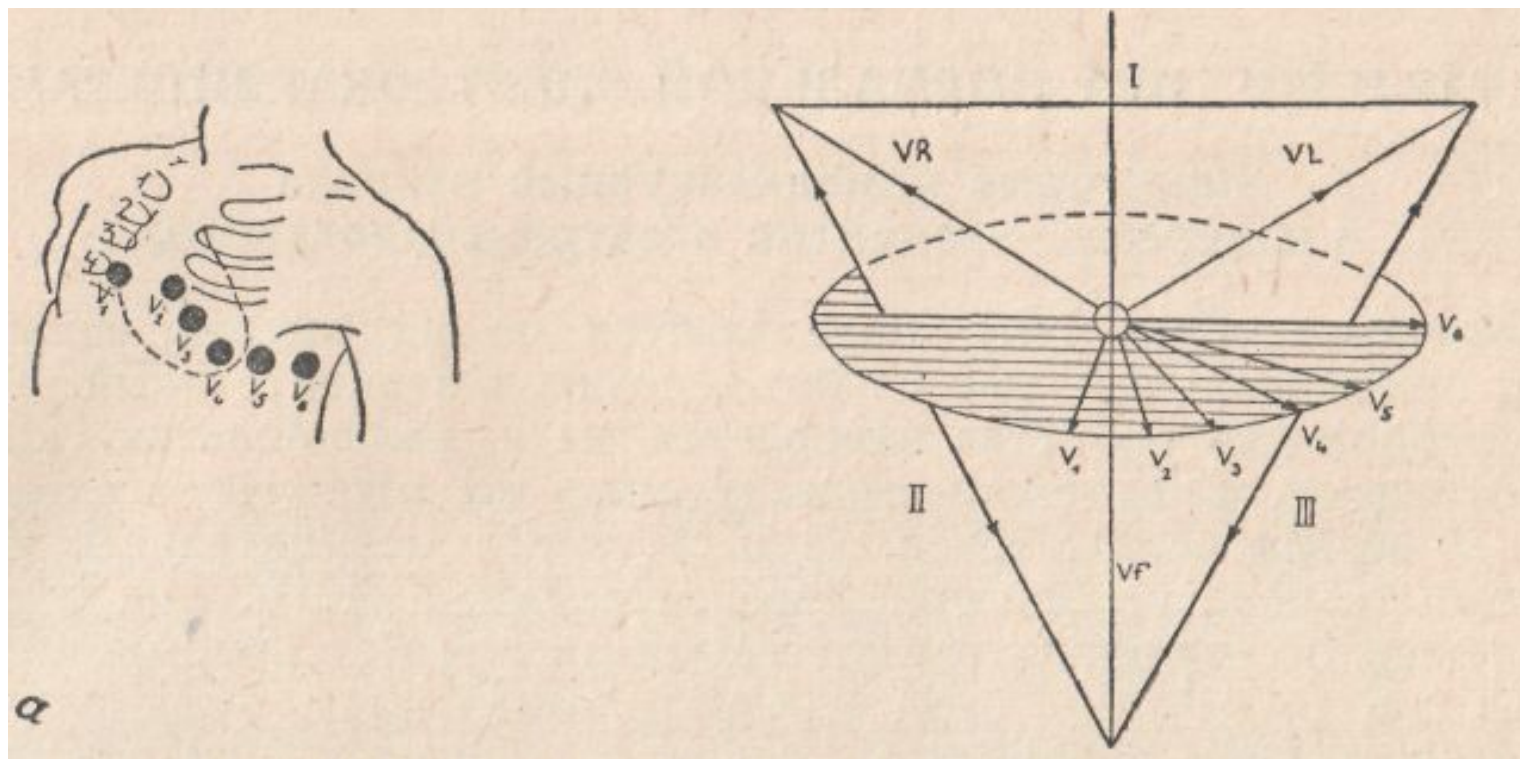
# Отражение потенциалов различных отделов сердца в грудных отведениях

Грудные отведения отражают потенциалы тех участков сердца, которые находятся под дифферентным электродом.

Сердце в грудной клетке расположено так, что правый желудочек лежит преимущественно кпереди и центру, а левый – латеральной и кзади.



Отведения  $V_{1-2}$  называются правыми\* грудными.  
Отведения  $V_{5-6}$  получили название левых грудных.  
Отведения  $V_{3-4}$  называются промежуточными  
отведениями



\* «правые» - «левые» отведения: если «смотреть» со стороны больного

Отведение  $V_1$  отражает правый желудочек и правую половину межжелудочковой перегородки (*следует помнить, что отведение  $V_1$ , как и все другие отведения, отражает, конечно, потенциал всего сердца, но преимущественно правого желудочка и правой половины МЖП*);

отведение  $V_2$  – межжелудочковую перегородку;

отведение  $V_3$  – левую половину межжелудочковой перегородки и переднюю поверхность сердца;

отведение  $V_4$  – верхушку сердца;

отведение  $V_5$  – переднебоковую стенку левого желудочка;

отведение  $V_6$  – переднебоковую стенку левого желудочка.

# Стандартизация ЭКГ с помощью подачи 1 мВ

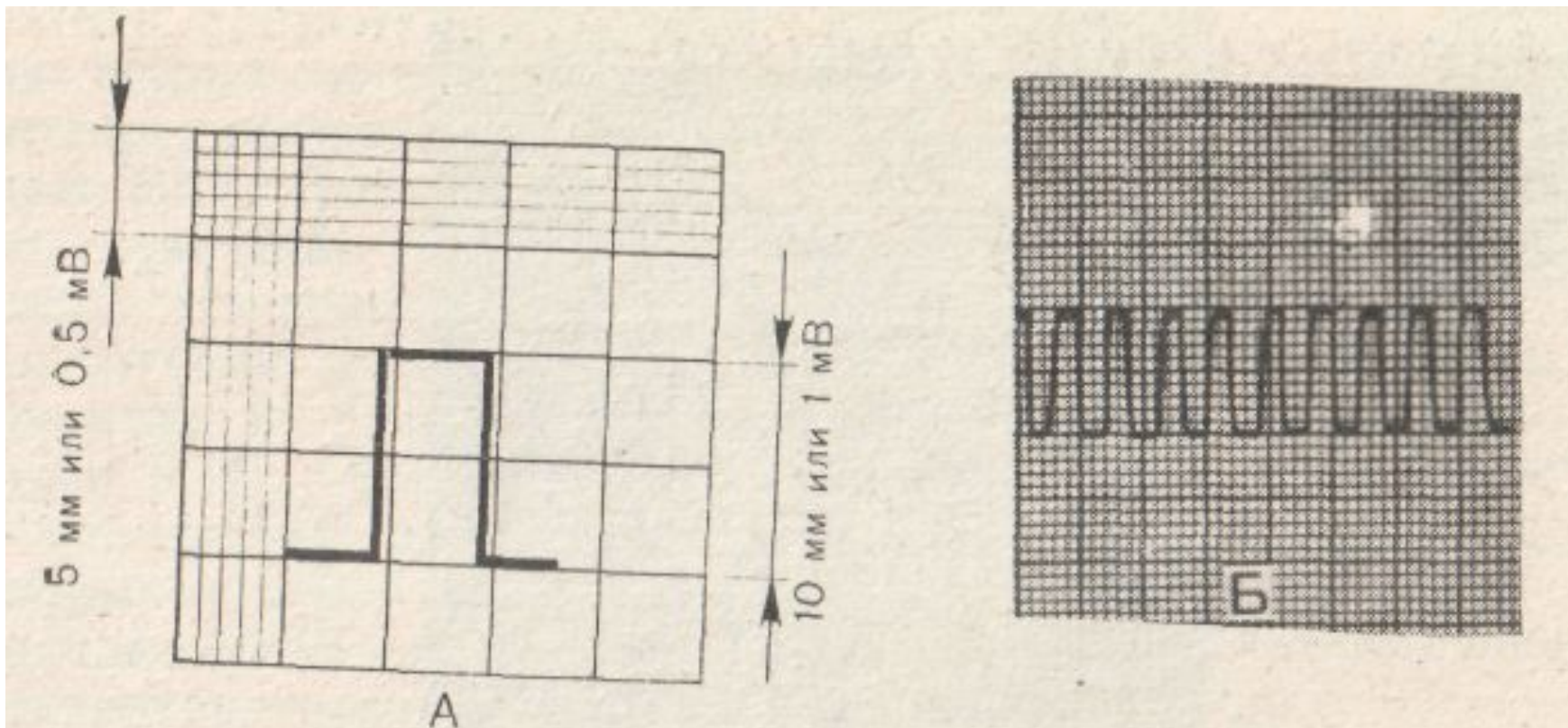
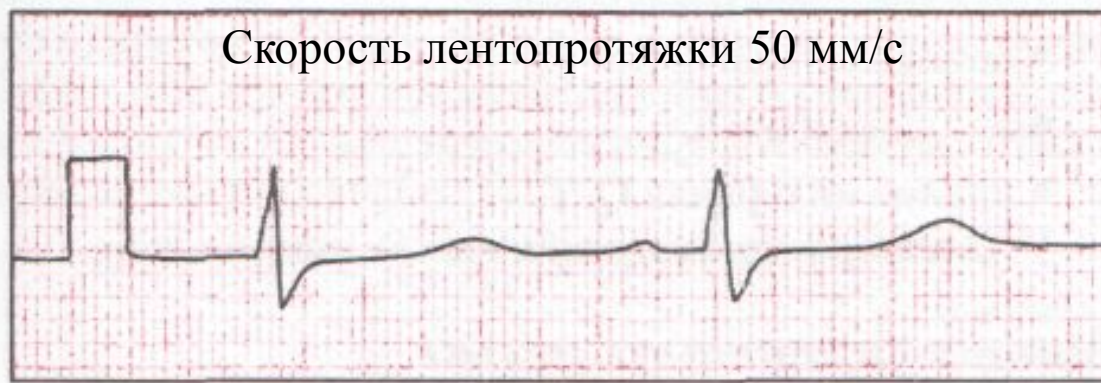


Рис. 30. Стандартизация зубцов с помощью 1 мВ.

А — 1 мВ равен 10 мм (схема); Б — напряжение 1 мВ вызывает отклонение гальванометра, равное 10 мм.





б



При скорости движения ленты 50 мм/с интервал между соседними вертикальными линиями (расстояние в 1 мм) соответствует интервалу 0,02 с.

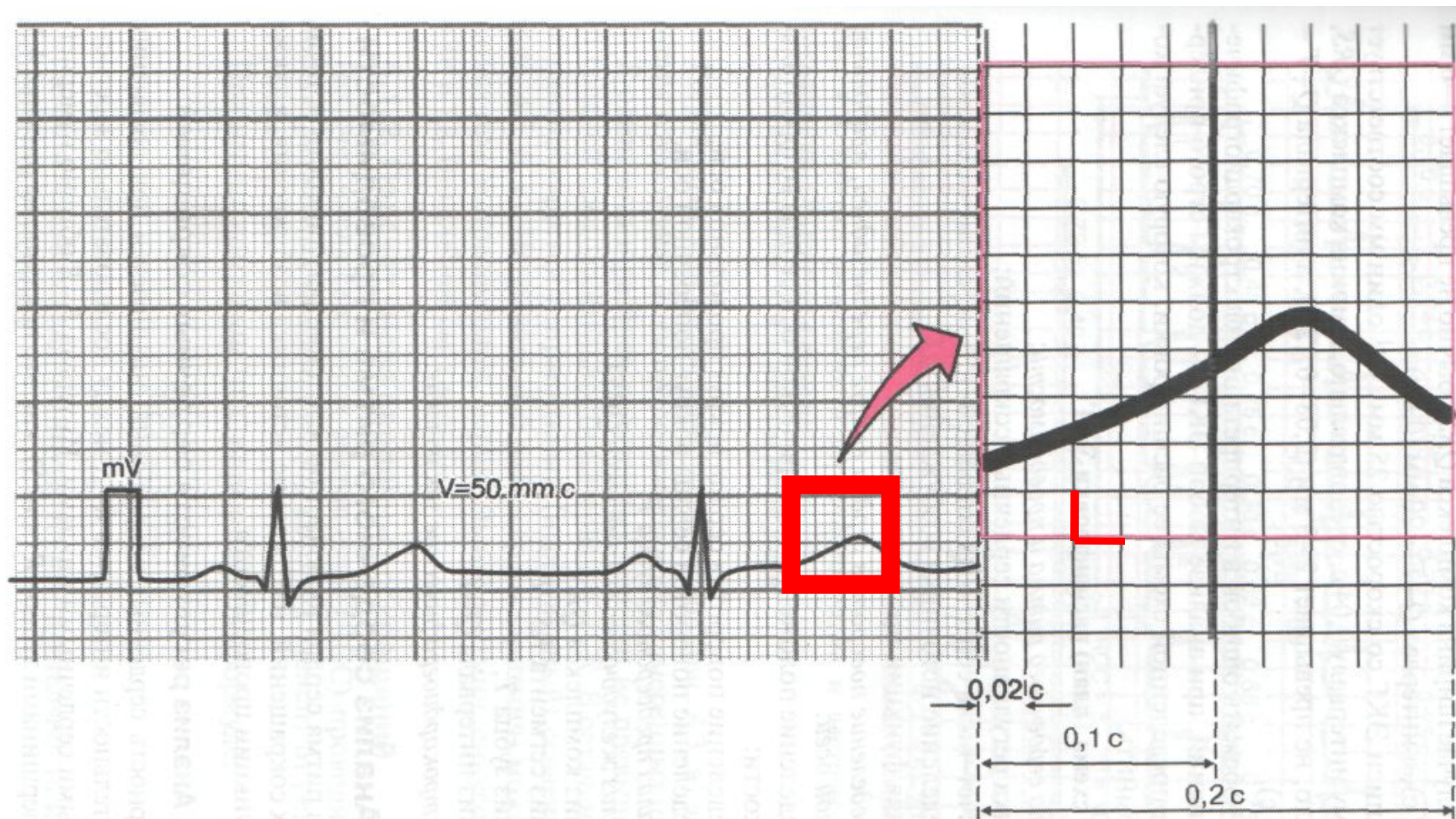
«Время» 5-ти смежных клеточек (между двумя «жирными» линиями) равно 0,1 с.

При скорости движения ленты 25 мм/с\* интервал между соседними вертикальными линиями (расстояние в 1 мм) соответствует интервалу 0,04 с.

---

\* Правильная скорость ленты 25 мм/с является стандартом записи ЭКГ в Великобритании (Э.Хаутон, Д.Грей, 2001) и является обычной скоростью движения бумаги (Д.Хэмптон, 2006).

# Запись ЭКГ на миллиметровой бумаге со скоростью $50 \text{ мм} \cdot \text{с}^{-1}$



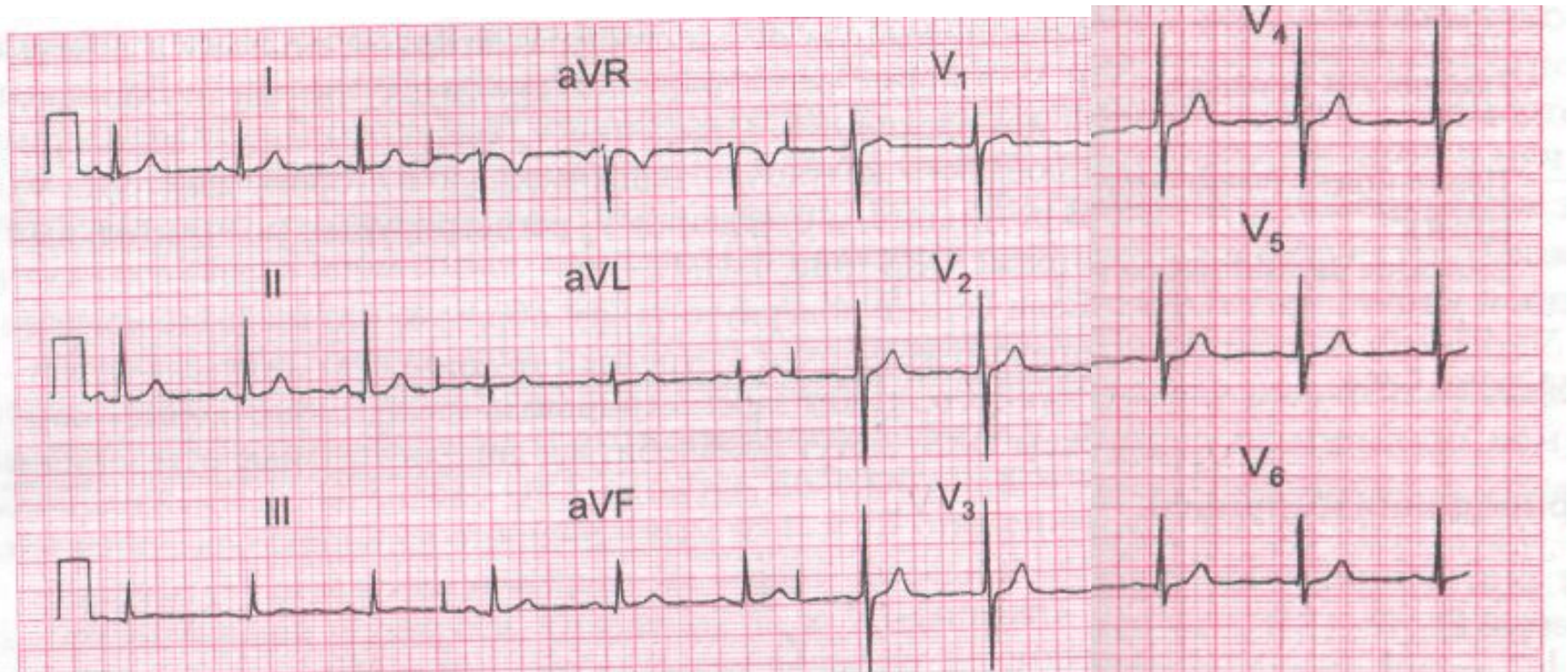
**Рис. 4.2.** Запись ЭКГ на миллиметровой бумаге со скоростью  $50 \text{ мм} \cdot \text{с}^{-1}$ .

Каждый миллиметр бумаги по горизонтали соответствует  $0,02 \text{ с}$ , каждые  $5 \text{ мм}$  —  $0,1 \text{ с}$ , а  $10 \text{ мм}$  —  $0,2 \text{ с}$ .

Справа — увеличенный в 5 раз отрезок кривой



## Нормальная ЭКГ в 12-ти отведениях



Каждое из этих 12-ти отведений представляет собой характерный «вид» на сердечный цикл деполяризации-реполяризации.

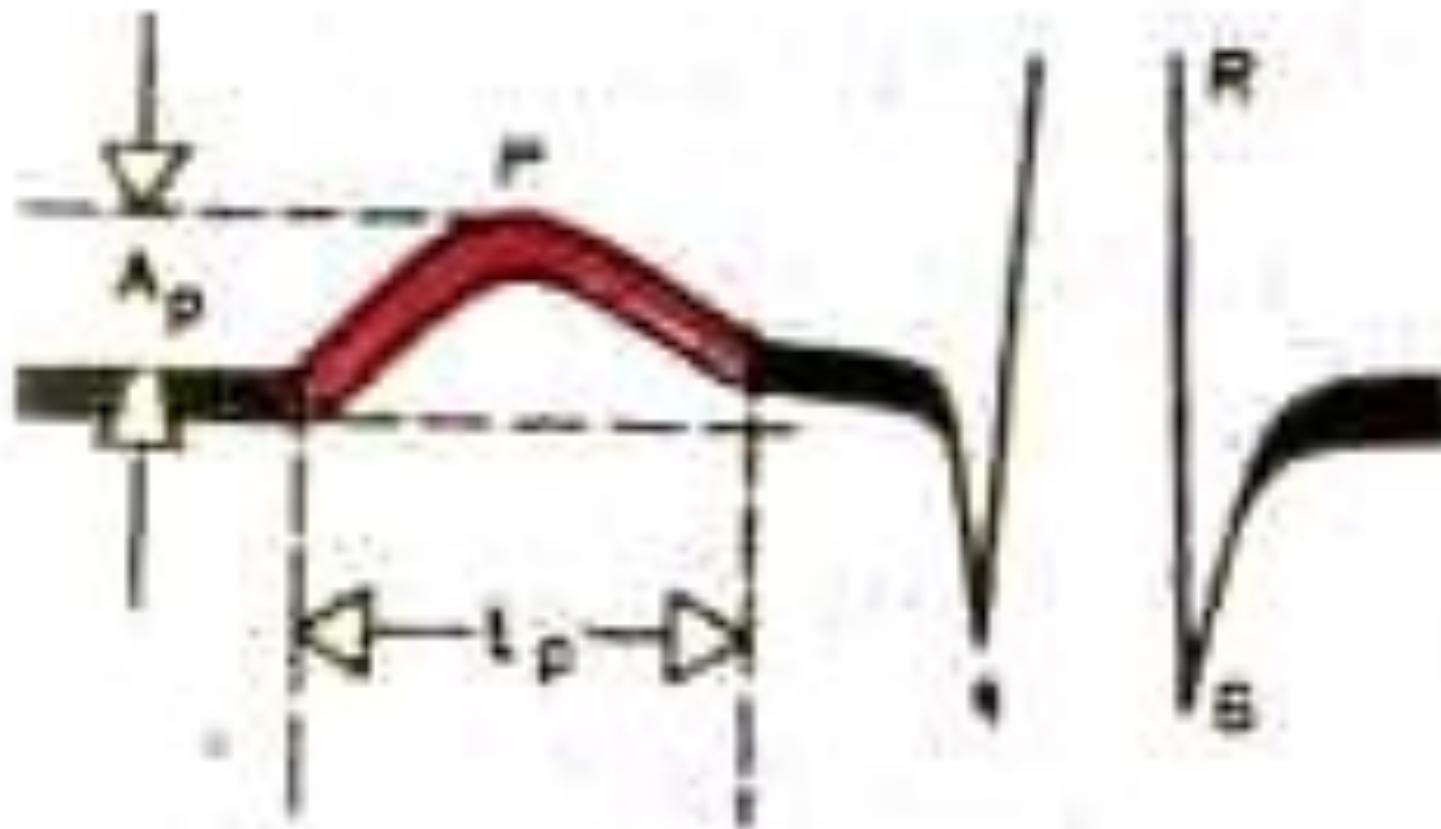
Врач должен привыкнуть к изображению нормальной ЭКГ, чтобы с первого взгляда определять любые отклонения (Д.Хэмптон, Ноттингем, Великобритания, 2006).

# **6. Характеристика нормальной электрокардиограммы**



Высота зуба  $P$  0,5-2,5 мм

Продолжительность зуба  $P$  0,07-0,1 с



## 2) Зубец Q

**Зубец Q** всегда отрицательный, во многих отведениях может отсутствовать (это необязательный элемент ЭКГ).

Чаще всего Q выявляется во II и III стандартных отведениях глубиной не более 3 мм и шириной до 0,03 сек.

В правых грудных ( $V_1, V_2$ ) отведениях Q **всегда отсутствует** (т.к. в это время его аналогом в правых грудных отведениях является зубец r).

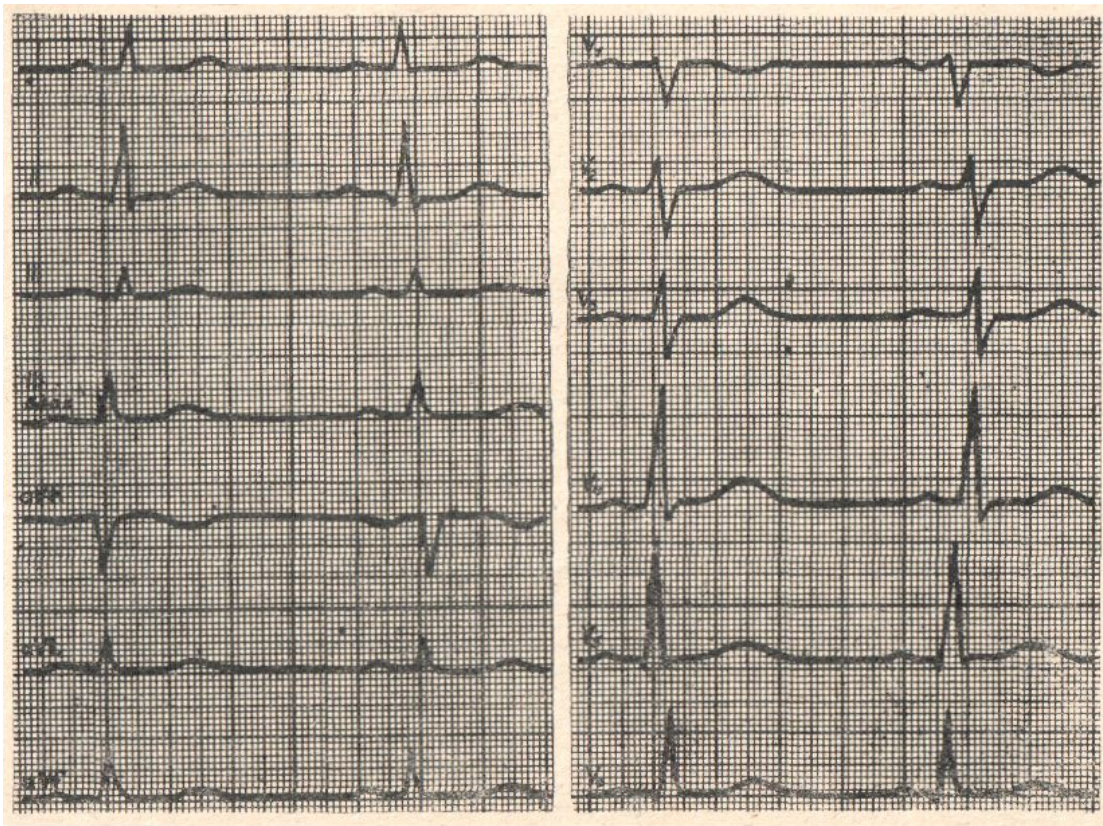
В левых грудных ( $V_5, V_6$ ) отведениях Q появляется – глубиной не более 2 мм.

В отведении **aVR** первым зубцом желудочкового комплекса часто является глубокий (до 8 мм) отрицательный зубец, также называемый **зубцом Q**, хотя здесь он отражает возбуждение основной массы желудочков и является аналогом зубца R других отведений от конечностей.

В aVL и aVF глубина Q от 0 до 4 мм.

Изредка в норме встречается «позиционный» Q, достигающий 50% амплитуды R в aVL, а также комплекс QS в  $V_1$ .

При любых положениях сердца в грудной клетке величина зубца Q у здорового человека **не должна превышать 1/4 амплитуды зубца R** в этом же отведении, а его **продолжительность – 0,03 с.**



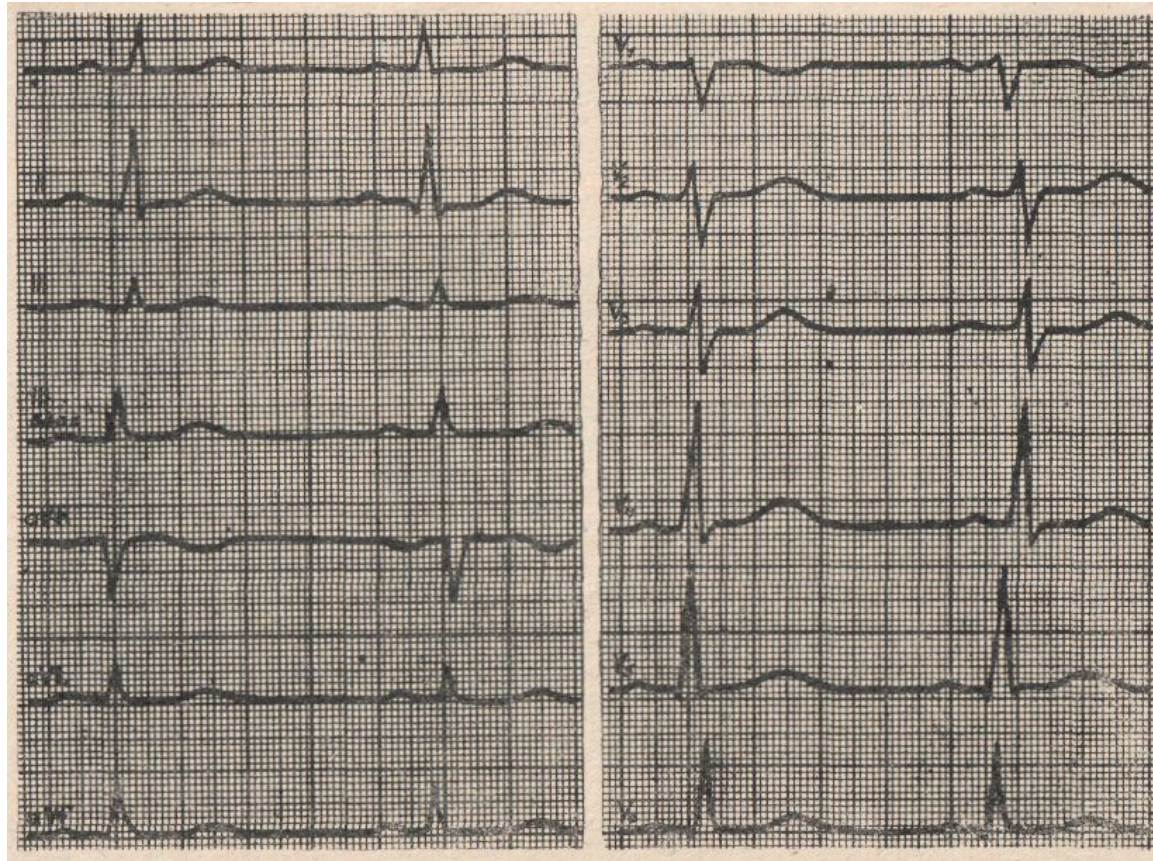


### 3) Зубец R

Зубец R положительный, в большинстве отведений является основным зубцом желудочкового комплекса.

При нормограмме амплитуда R во II стандартном отведении максимальна (до 20 мм).

В aVR зубец R очень мал (r) и иногда отсутствует (r в aVR является аналогом зубца Q других отведений).



В **грудных отведениях** от правых к левым происходит постепенное нарастание амплитуды R, достигающее **максимума в  $V_4$**  (до 25 мм) (так называемая **прогрессия зубца R**).

В отведениях  $V_5$ ,  $V_6$  амплитуда зубца R может несколько уменьшаться ( $RV_4 > RV_5 > RV_6$ ) (вследствие удаления сердца от грудной стенки).

$rV_1$  в норме никогда не превышает 3-4 мм. Иногда у здоровых лиц зубец  $rV_1$  настолько слабо выражен, что желудочковый комплекс в отведении  $V_1$  приобретает вид QS.

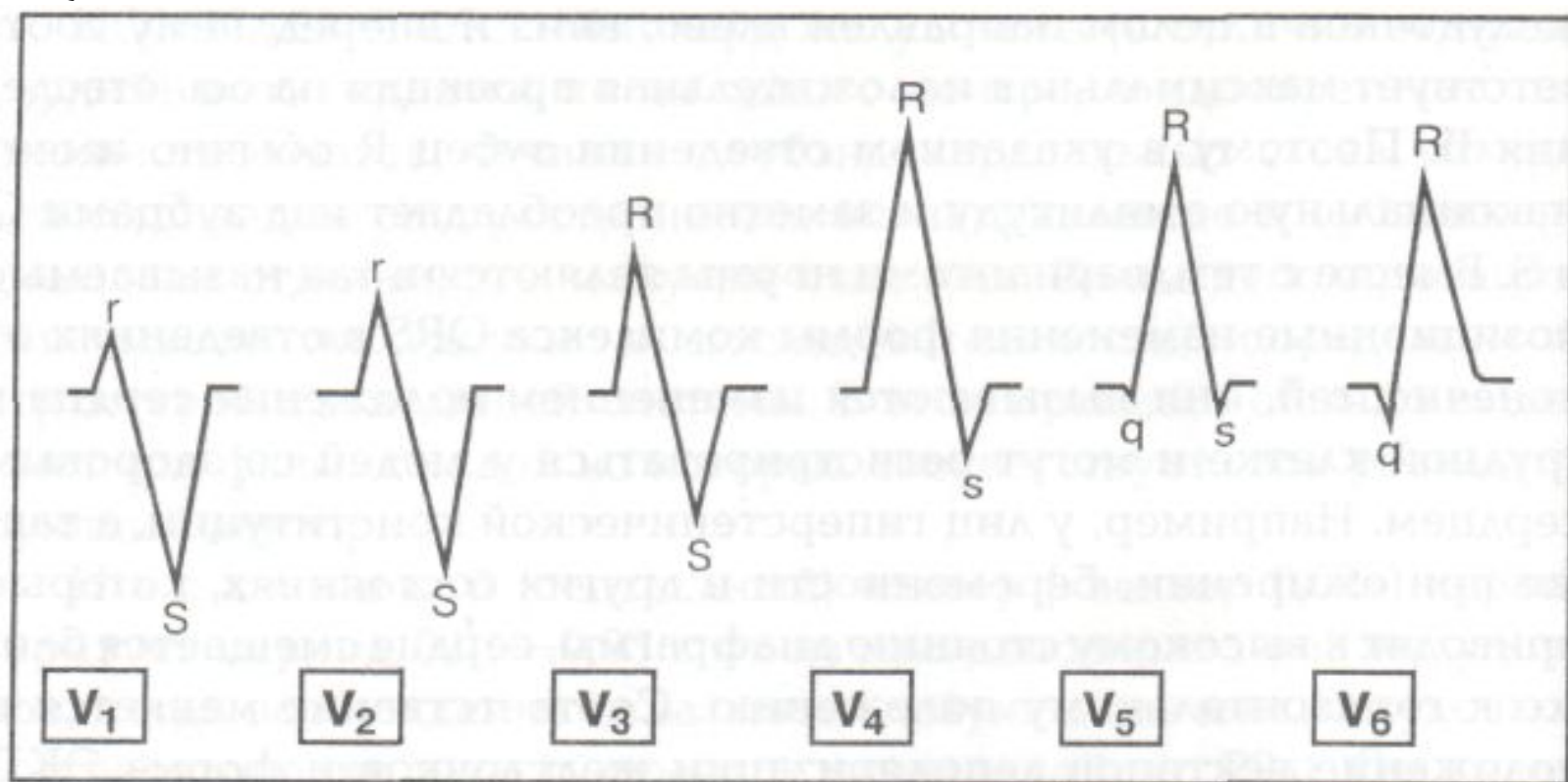


Рис. 24. Примерная форма комплекса QRS в однополюсных грудных отведениях

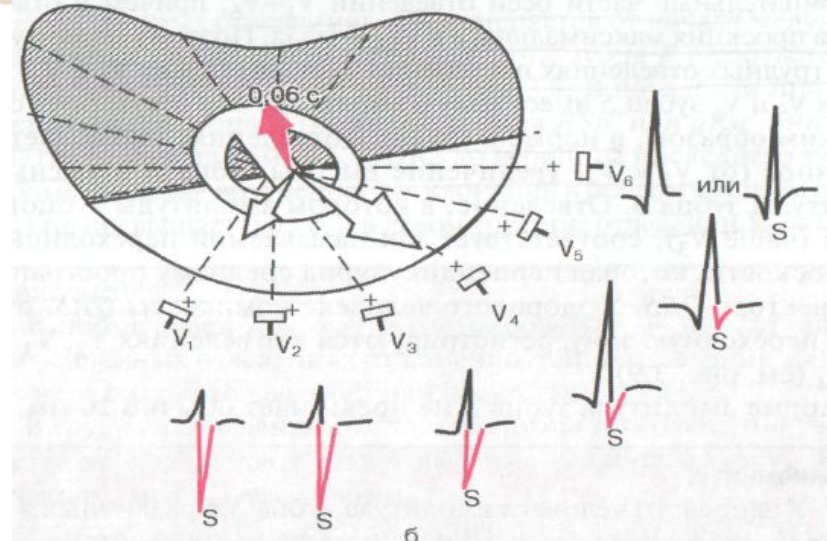
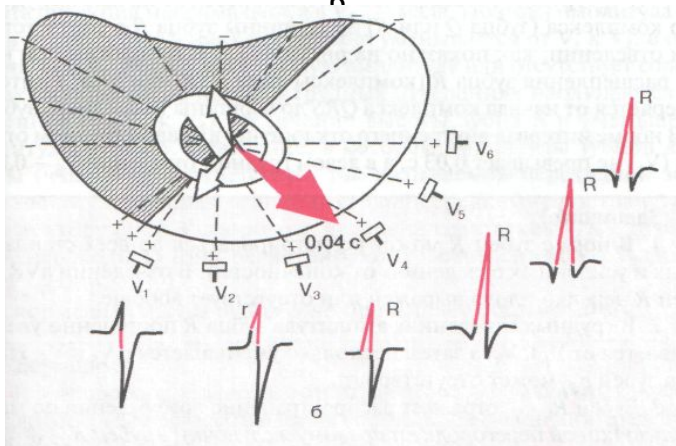
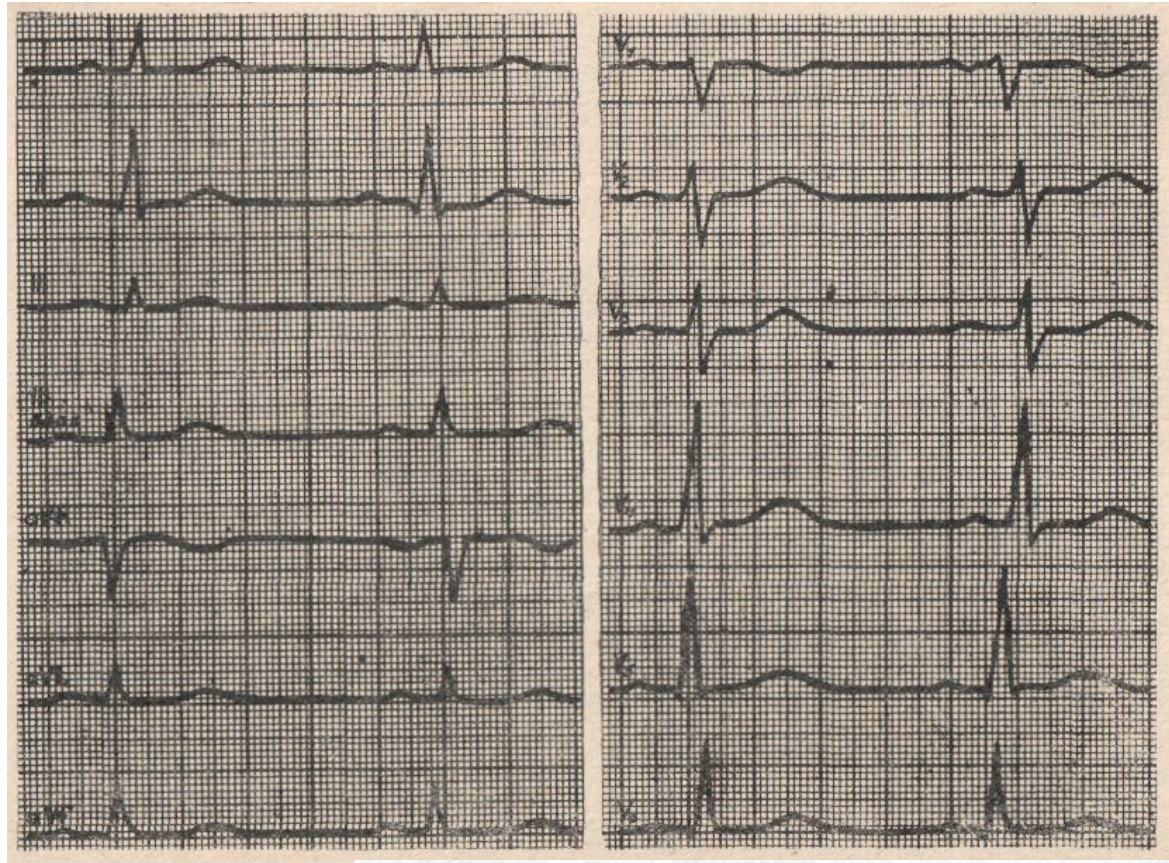


## 4) Зубец S

Зубец S отрицательный, его наличие не обязательно для всех отведений (особенно в отведениях от конечностей).

В грудных отведениях зубец S наиболее выражен в  $V_1$ ,  $V_2$ , где он может достигать 25 мм.

По направлению к левым грудным отведениям S уменьшается и  $V_6$  может исчезать.



## Изменения зубца S в грудных отведениях

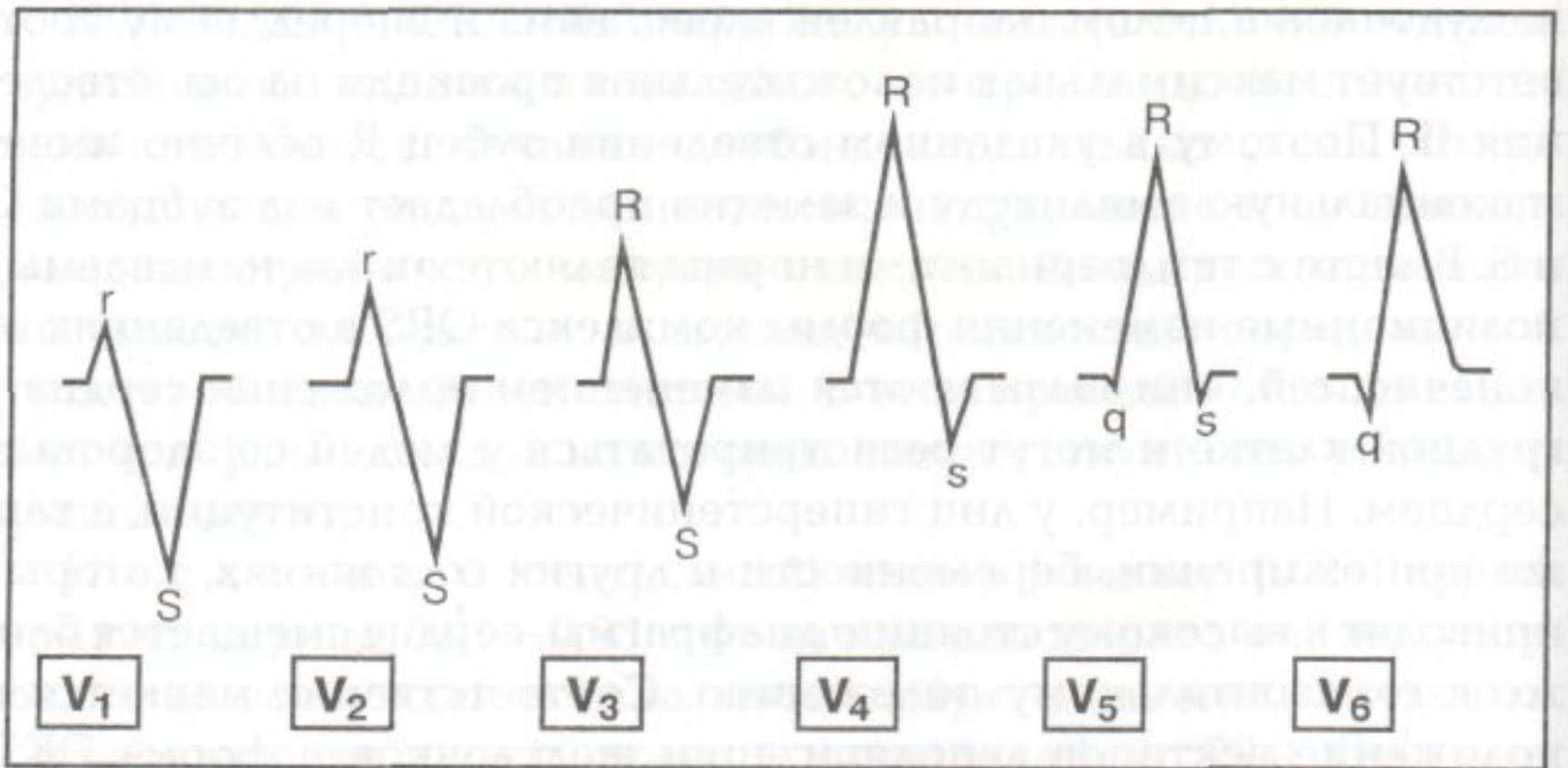
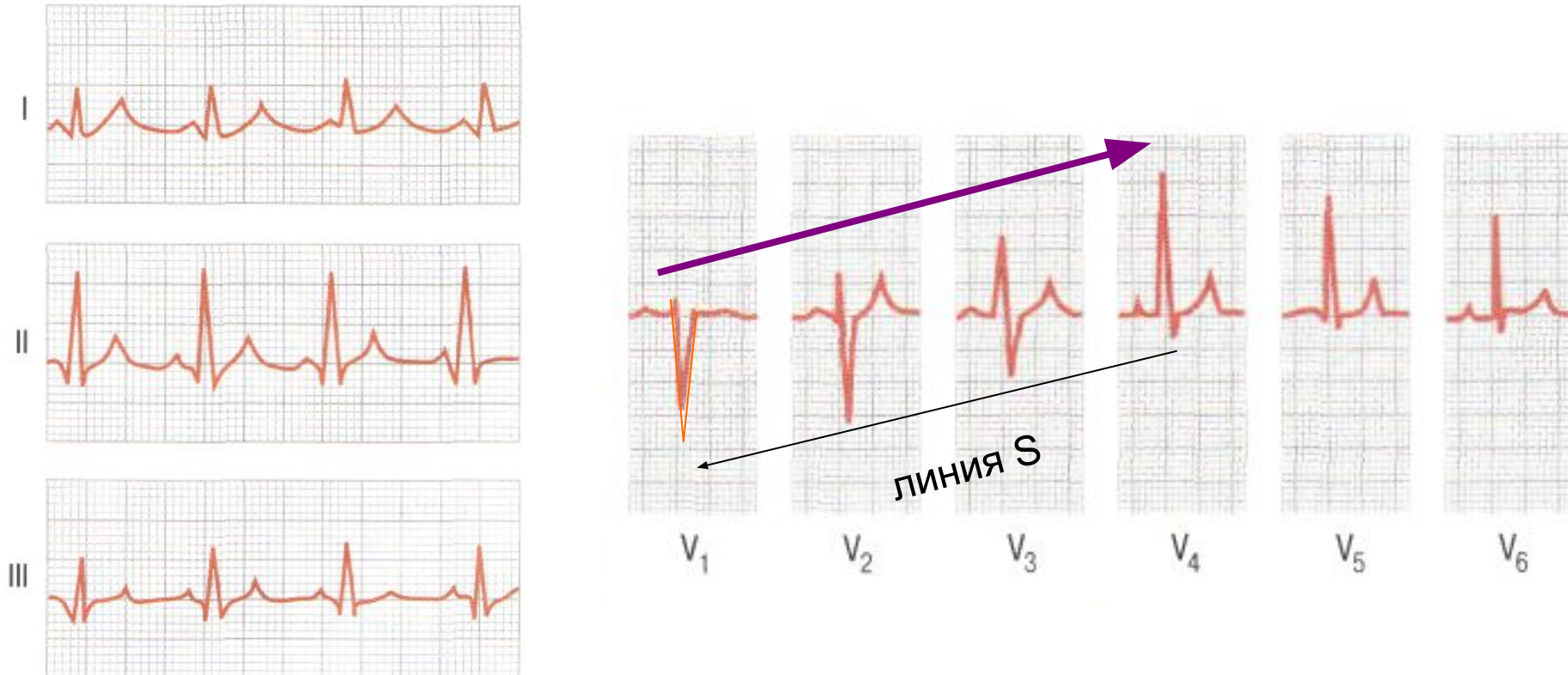


Рис. 24. Примерная форма комплекса QRS в однополюсных грудных отведениях



## 5) Соотношение зубцов R/S



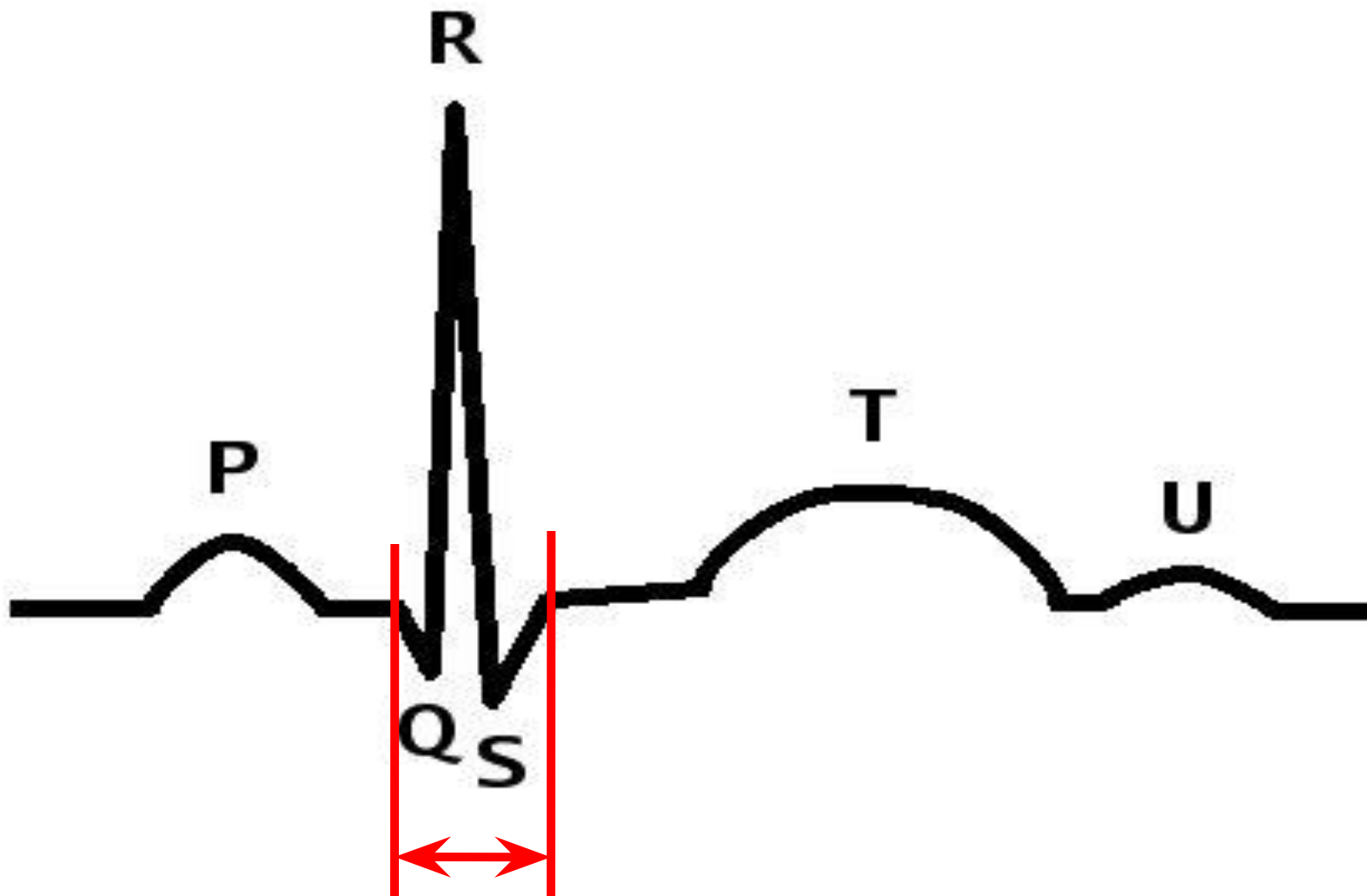
При нормограмме зубец **R** больше зубца **S** в отведениях I, II, III, aVL, aVF.

В **грудных отведениях** R постепенно увеличивается от  $V_1$  к  $V_4$ , а зубец S, напротив, в этих отведениях постепенно уменьшается.

В момент **уравновешивания** правых и левых сил на ЭКГ грудных (прекордиальных) отведений регистрируется комплекс вида RS с **равенством зубцов R и S**.

**Равенство зубца R зубцу S** ( $R=S$ ), называется **изодифазией RS**, а также **переходной зоной**, и в норме регистрируется в отведении  $V_3$ .

6) Продолжительность комплекса QRS составляет 0,06 – 0,1 с



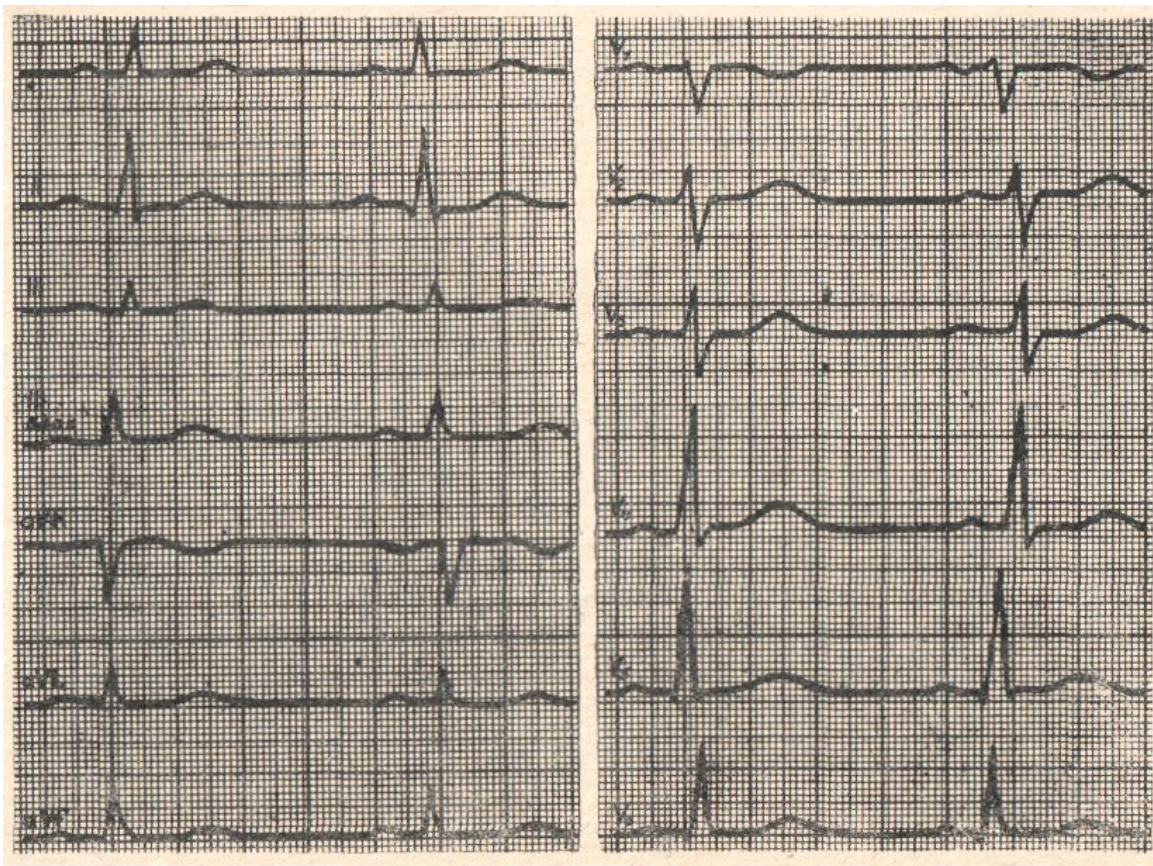


## 7) Зубец Т

Зубец Т отображает процесс быстрой реполяризации желудочков.

**Зубец Т в норме положителен практически во всех отведениях.**

В отведении aVR всегда отрицателен.

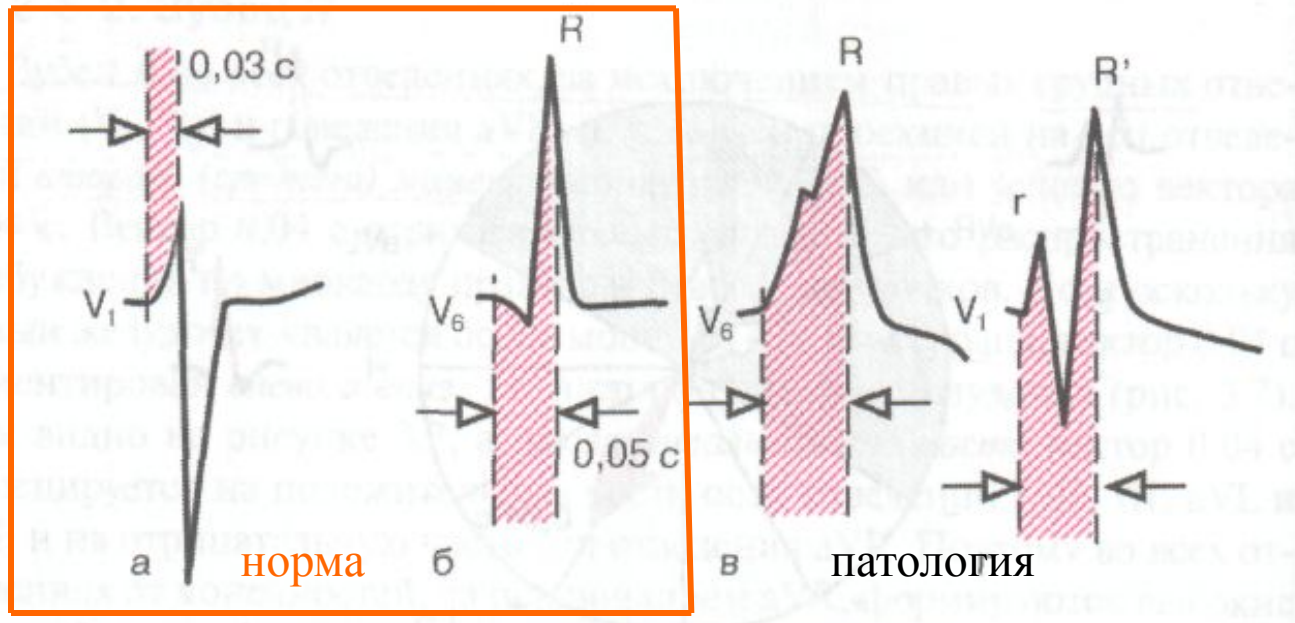


В III стандартном отведении Т может быть даже слегка отрицательным, но становится положительным на ЭКГ, снятой во время глубокого вдоха.

В грудном отведении V1 может быть и в норме отрицательным, изоэлектричным или двухфазным (+-).

**В норме высота зубца Т сопряжена с высотой зубца R в том же отведении: более высокому зубцу R должен соответствовать и более высокий зубец Т.**

## 8) Время внутреннего отклонения (Intrinsicoid)



**Время внутреннего отклонения (ВВО)** характеризует **время распространения возбуждения** от эндокарда к эпикарду в том месте, на котором расположен электрод.

Время внутреннего отклонения характеризует **быстроту максимального охвата возбуждением** правого или левого желудочка. Оно характеризует **толщину миокарда правого или левого желудочка, находящегося под электродом.**

ВВО определяется в правых и левых грудных отведениях и измеряется от начала Q до точки пересечения перпендикуляра, опущенного из вершины R на изолинию.

**В норме ВВО в  $V_{1-2}$  не более 0,03 с, в  $V_{5-6}$  не более 0,05 с.**

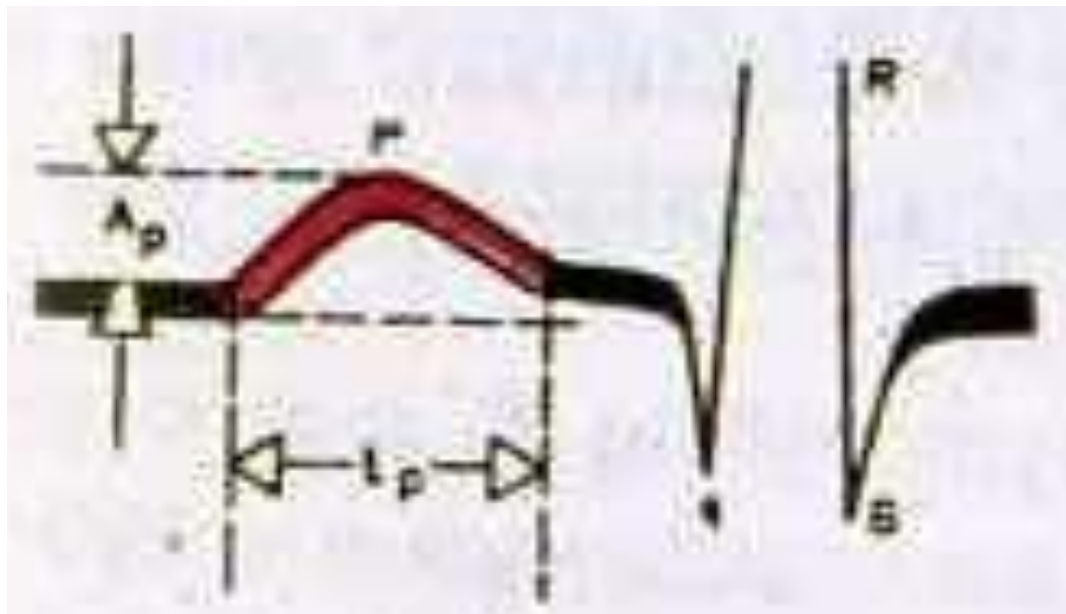
# Сегменты, интервалы и некоторые производные показатели ЭКГ

## 1) Внутрипредсердная проводимость (зубец P)

Внутрипредсердная проводимость оценивается по продолжительности зубца P.

Измеряется от начала зубца P до конца зубца P.

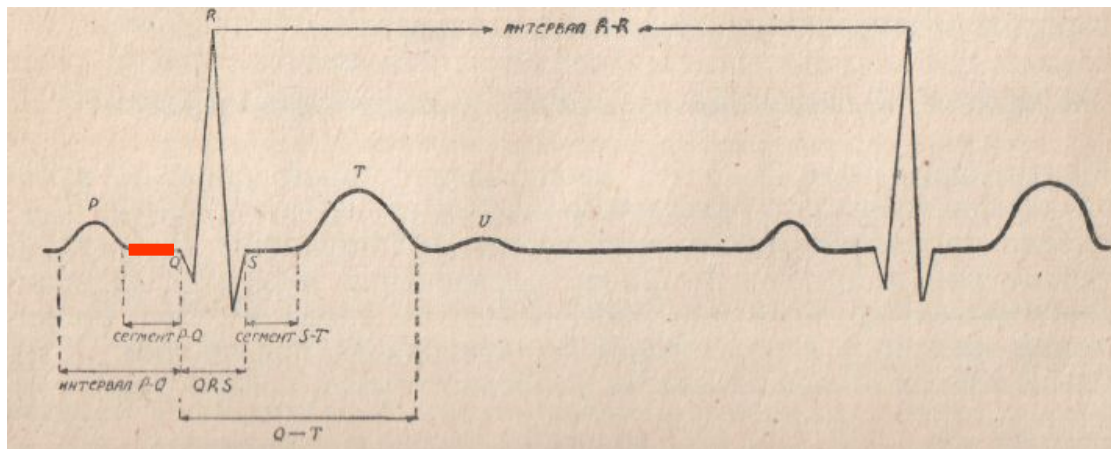
**В норме внутрипредсердная проводимость 0,07-0,1 с.**





## 2) Сегмент PQ

Сегмент PQ – от конца P до начала Q, сегмент PQ **не измеряется**, изоэлектричен.



После окончания деполяризации предсердий поверхность всех предсердных кардиомиоцитов оказывается заряжена одинаково отрицательно, и разность потенциалов в миокарде исчезает. Электрическому взаимодействию между (-) заряженными предсердиями и (+) заряженными желудочками препятствует находящаяся между ними фиброзная ткань, обладающая свойством изолятора.

Возбуждение продолжает распространяться только по АВ соединению и системе Гиса-Пуркинье. Однако, количество проводящих кардиомиоцитов, участвующих в этом процессе, крайне мало, а фронт волны деполяризации очень узок. Поэтому разность потенциалов, возникающая при возбуждении элементов проводящей системы также невелика и на ЭКГ не регистрируется.

Реполяризация предсердий «наслаивается» на комплекс QRS.



### 3) Интервал PQ

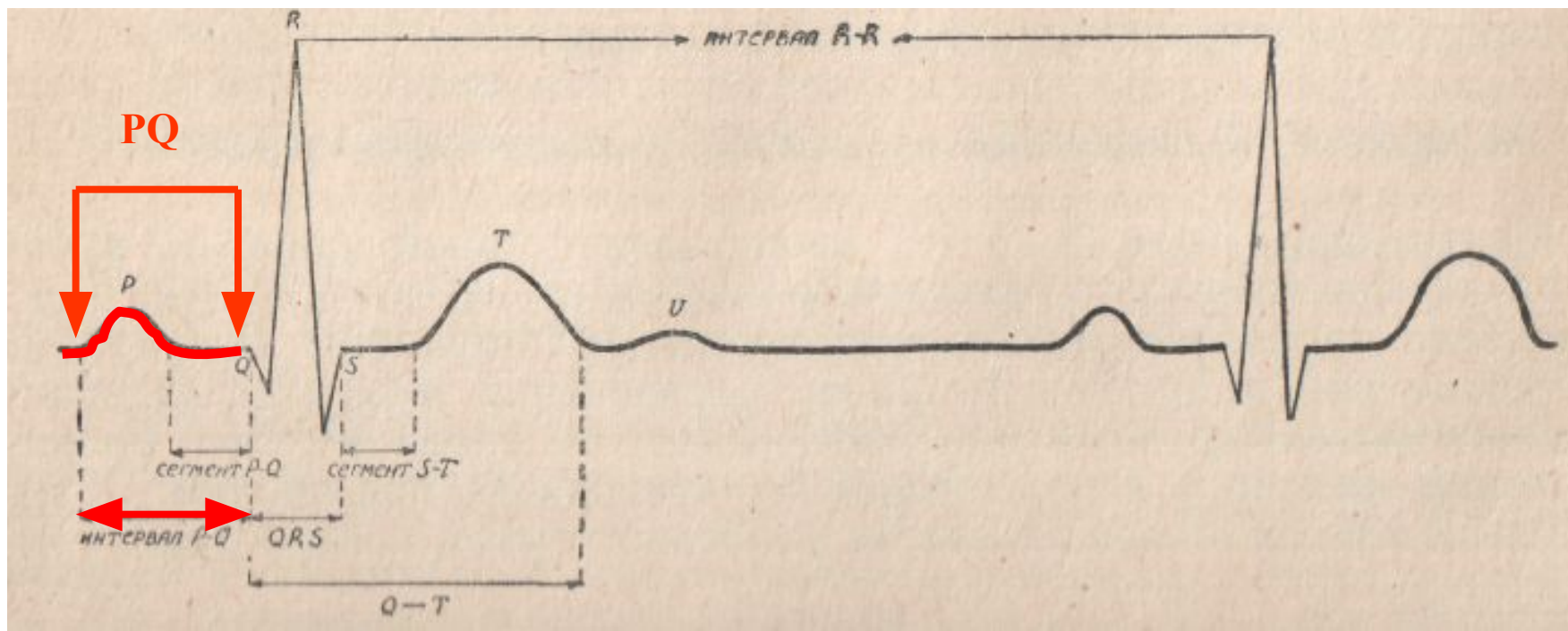
Интервал PQ – это атриовентрикулярная проводимость (АВ-проводимость).  
Это время проведения импульсов **от синусового узла** по:

- предсердиям,
- атриовентрикулярному узлу,
- системе пучка Гиса,
- волокнам Пуркинье

**к мускулатуре желудочков.**

**Он измеряется от начала зубца P до начала зубца Q.**

**В норме интервал PQ 0,12-0,2 с**



## 4) Сегмент ST

Сегмент ST представляет собой медленную фазу реполяризации желудочков.

В **норме** сегмент ST располагается на **изолинии**.

Допускается его смещение от изолинии **в отведениях от конечностей** вниз на 0,5 мм, **вверх** на 1 мм.

В правых **грудных отведениях** сегмент ST часто **приподнят** на 1-2 мм, в левых грудных отведениях допускается его смещение **вверх** на 1 мм, **вниз** на 0,5 мм.

При патологии могут наблюдаться значительные изменения сегмента ST.

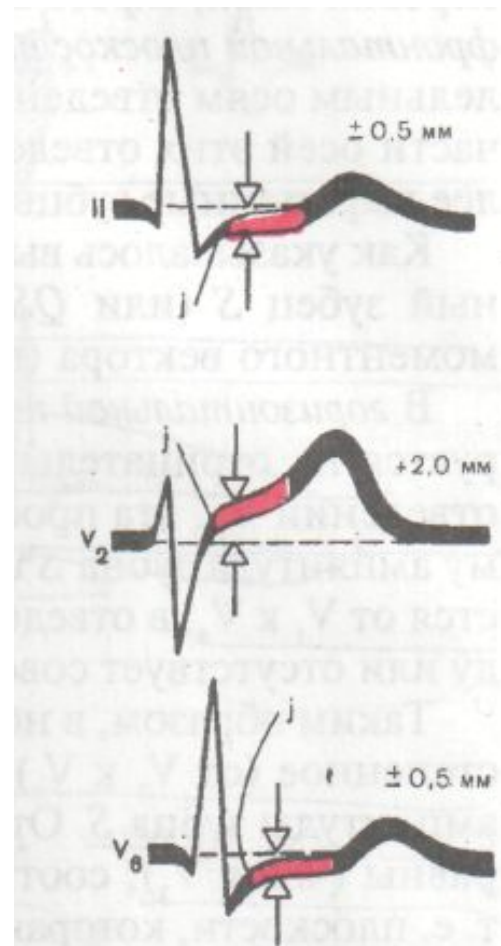
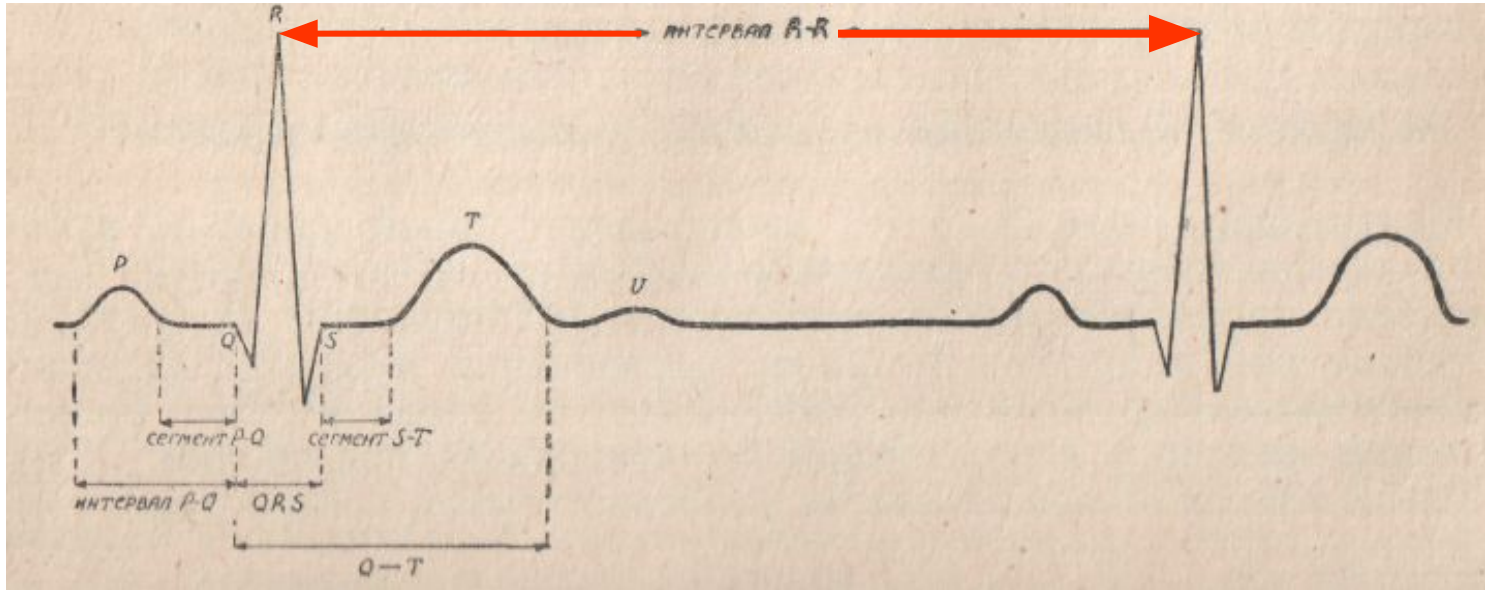


Рис. 3.10. Варианты нормального расположения сегмента *RS—T* в стандартных и грудных отведениях. Максимальные отклонения сегмента *RS—T*, возможные в норме.

## 5) Интервал R-R

Интервал RR – длительность сердечного цикла.



При синусовом регулярном ритме на одной ЭКГ это расстояние в разных отведениях является почти постоянным. (допускается разница на 0,1 сек).

Для подсчета средней длительности сердечного цикла измеряют 3 интервала RR и подсчитывают его среднеарифметическое значение.

При нерегулярном ритме учитывают не менее 10 интервалов RR.

При наличии экстрасистол интервал RR измеряется между двумя нормальными сердечными сокращениями.

## 6) Частота сердечных сокращений (ЧСС)

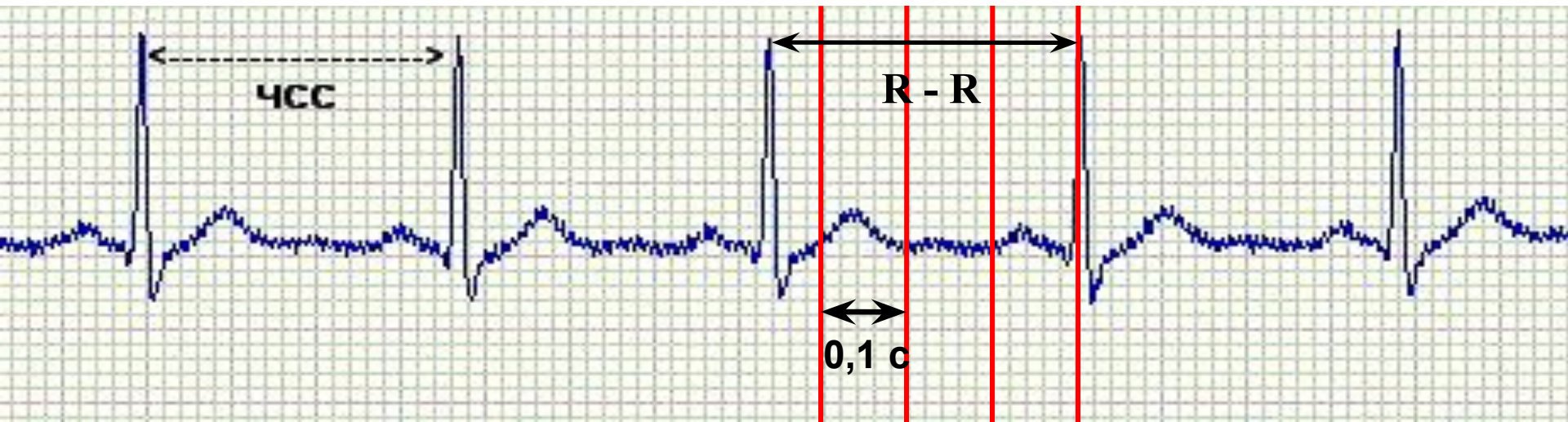
Для подсчета ЧСС в одну минуту применяют формулу:

$$\frac{60 \text{ (число секунд в минуте)}}{R-R \text{ (в секундах)}}$$

В отечественной практике нормальной принято считать ЧСС от 60 уд/мин до 90 уд/мин.

ЧСС ниже 60 уд/мин свидетельствует о брадикардии,

ЧСС свыше 90 уд/мин свидетельствует о тахикардии.

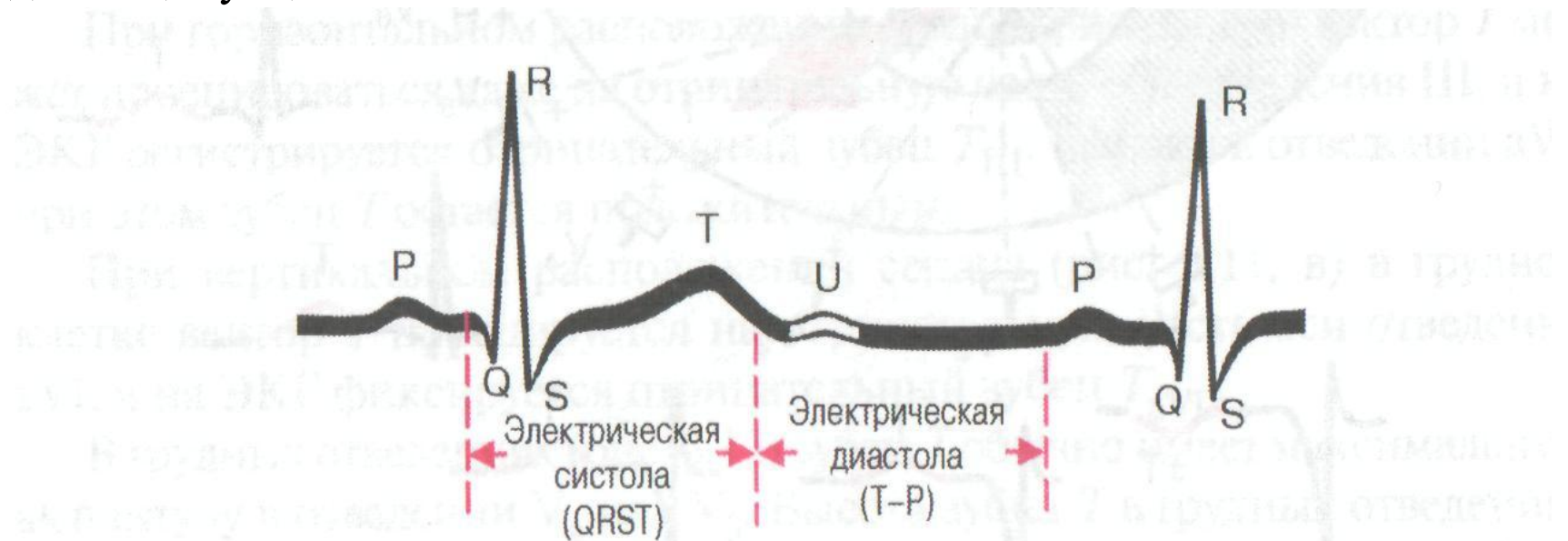




## 7) Интервал QT

Интервал QT (QRST) – это электрическая систола желудочков (продолжительность общей электрической активности желудочков).

QT измеряется от начала зубца Q (при его отсутствии от начала R) до конца зубца T.



**Рис. 3.13.** Нормальная ЭКГ. Начало и окончание интервала *QRST* (*Q–T*) и зубец *U*

При определении продолжительности интервала QT важно измерять его до конца зубца T, а не до конца зубца U (если имеется зубец U).

Зубец U легко принять за зубец T, что приводит к завышенной оценке интервала QT.

Чтобы снизить вероятность такой ошибки, следует измерять интервал QT в отведении **aVL**, в котором зубцы U наименее заметны (Э.Хаутон, Д.Грей, 2001).

В настоящее время **величине интервала QT ЭКГ**, в особенности **его увеличению**, придают значение не с позиции его взаимосвязи с сократительной способностью миокарда, а с позиций его **проаритмогенного значения**.

Со второй половины 70-х годов XX века была обнаружена связь **врожденного** или **приобретенного удлинения интервала QT** с появлением у больных **желудочковых нарушений ритма и случаев внезапной сердечной смерти (!)**.

Существуют понятия:

- 1) **нормативный** показатель QT интервала и
- 2) **корригированный** QT интервал

Однако, хотя имеются таблицы нормальных интервалов QT при различных ЧСС и можно проводить расчет должных величин QT для данной ЧСС (и затем сравнивать это должное значение со значением QT на ЭКГ больного), тем не менее каждый раз просматривать нормальный диапазон QT интервала **довольно неудобно** (Э.Хаутон, 2001).

Гораздо лучшим способом оценки интервала QT является коррекция его до таких значений, которые **бы** имели место, если **бы** ЧСС у больного составляла **60 уд/мин** (так называемый корректированный интервал QT).

При использовании **корректированного интервала QT (QTc)** следует лишь запомнить **один (!) нормальный диапазон для интервала QT**.

**В норме интервал QTc составляет 0,35-0,44 с.**

Для расчета QTc врачу необходим карманный калькулятор.



## II) Корригированный интервал QT

Итак, корригированный интервал QT используется:

- 1) для вычисления величины QT независимой от уровня ЧСС (Л.М.Макаров)
- 2) для нивелирования влияния ЧСС на продолжительность интервала QT (Дж.Хэмптон)

В корригированном QT длительность интервала QT математически приводится к таковой при частоте сокращений 60 в минуту.

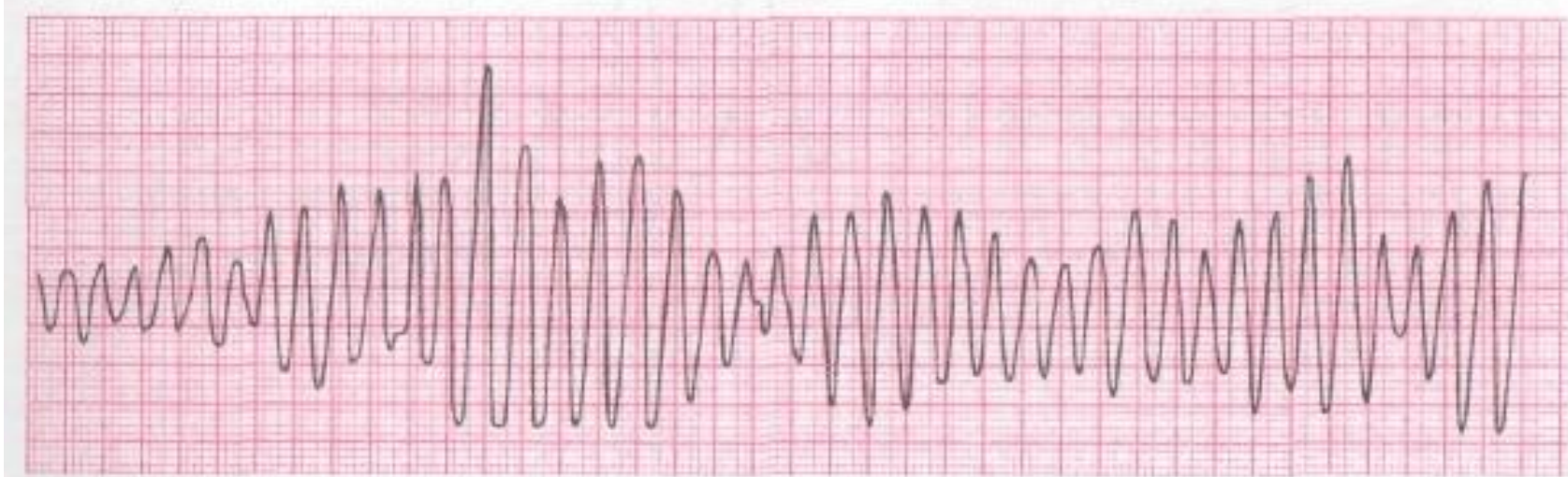
QTс рассчитывают по формуле Н.Вазетт (1920), преобразованной I.Taran, N.Szilaggj (1947)

$$QT_c = \frac{\text{QT измеренный}}{\sqrt{R-R_{\text{измеренный}}}} \quad \text{или} \quad QT_c = QT \cdot RR^{-2}$$

(«с» – корригированный)

Единицей измерения QTс является секунда в степени 1/2.

QTс в норме у взрослых не должен превышать 440 мс (0,44 с).



Как отмечает David Martin (USA, 2005), пируэтная тахикардия - это полиморфная желудочковая тахикардия, которая возникает на фоне удлинения интервала QT и (обычно) синусовой брадикардии. При ней комплексы QRS непрерывно меняются по форме, направлению, амплитуде и длительности: как бы пляшут вокруг изолинии.

*Однако в связи с тем, что при такой тахикардии имеется большой риск возникновения фибрилляции желудочков и внезапной смерти, эту «пляску» можно было бы назвать «пляской смерти».*

## 8) Систолический показатель (СП)

Систолический показатель – это длительность электрической систолы желудочков, выраженная в процентах по отношению к продолжительности всего сердечного цикла.

СП указывает, какую часть сердечного цикла занимает электрическая систола желудочков.

$$\text{СП вычисляется по формуле: } \text{СП} = \frac{\text{QT}}{\text{RR}} \times 100\%$$

Наиболее часто расчет СП служит для объективизации неполноценной функции сердечной мышцы в связи с метаболическими расстройствами; по СП можно судить о сократительной способности миокарда, например, при кардиосклерозе (Ю.Н. Беленков, 2007).

Продолжительность электрической систолы (интервала QT) в норме почти совпадает с длительностью механической систолы.

*Электрическая систола в норме занимает около 1/3 части всего сердечного цикла.*

**Нормативы** систолического показателя в зависимости от ЧСС приводятся в таблице.

Для определенной частоты ритма систолический показатель является величиной почти постоянной (допустимые отклонения от цифр, указанных в таблице, составляют  $\pm 5\%$ ).

Увеличение СП, рассчитанного у конкретного больного, по сравнению с должными величинами (определяемыми по таблице) косвенно свидетельствует о снижении сократительной способности миокарда.

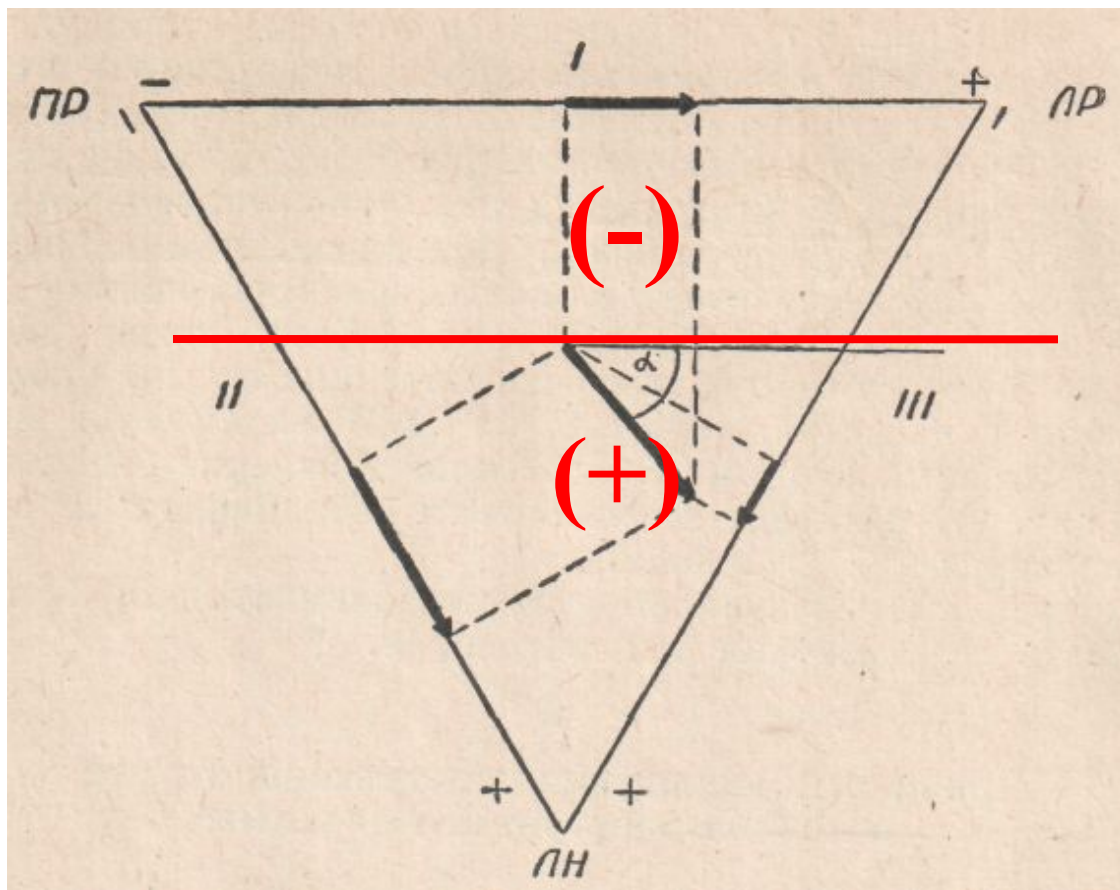
Нормативы Q—T и систолический показатель по Фогельсону — Черногорову

Частота сердечного ритма в мин.	Продолжительность сердечного цикла в сек.	Продолжительность систолы в сек. Q—T		Систолический показатель в %	
		у мужчин	у женщин	у мужчин	у женщин
40	1,5	0,45	0,48	30	32
50	1,2	0,40	0,44	33	36
60	1,0	0,37	0,40	37	40
70	0,86	0,34	0,37	40	43
80	0,75	0,32	0,35	43	47
90	0,67	0,30	0,32	45	48
100	0,60	0,28	0,31	47	50
110	0,55	0,27	0,30	50	54
120	0,50	0,26	0,28	52	56



# **7. Определение направления электрической оси сердца (угла $\alpha$ )**

Угол  $\alpha$ , выраженный в градусах, характеризует положение электрической оси сердца. Он образуется пересечением направления этой оси и горизонтальной линии, проведенной через условный электрический центр сердца, или оси I отведения.



Эйнтховен предложил обозначать угол  $\alpha$  знаком (+), если он расположен книзу от линии, проведенной из условного центра сердца (тождественной оси I отведения), и знаком (-), если расположен выше этой линии.

Угол  $\alpha$  можно определить путем геометрического построения в треугольнике Эйнтховена, зная величину зубцов комплекса QRS в двух стандартных отведениях.

Однако на практике для определения угла  $\alpha$  пользуются специальными таблицами или схемой Дьеда.

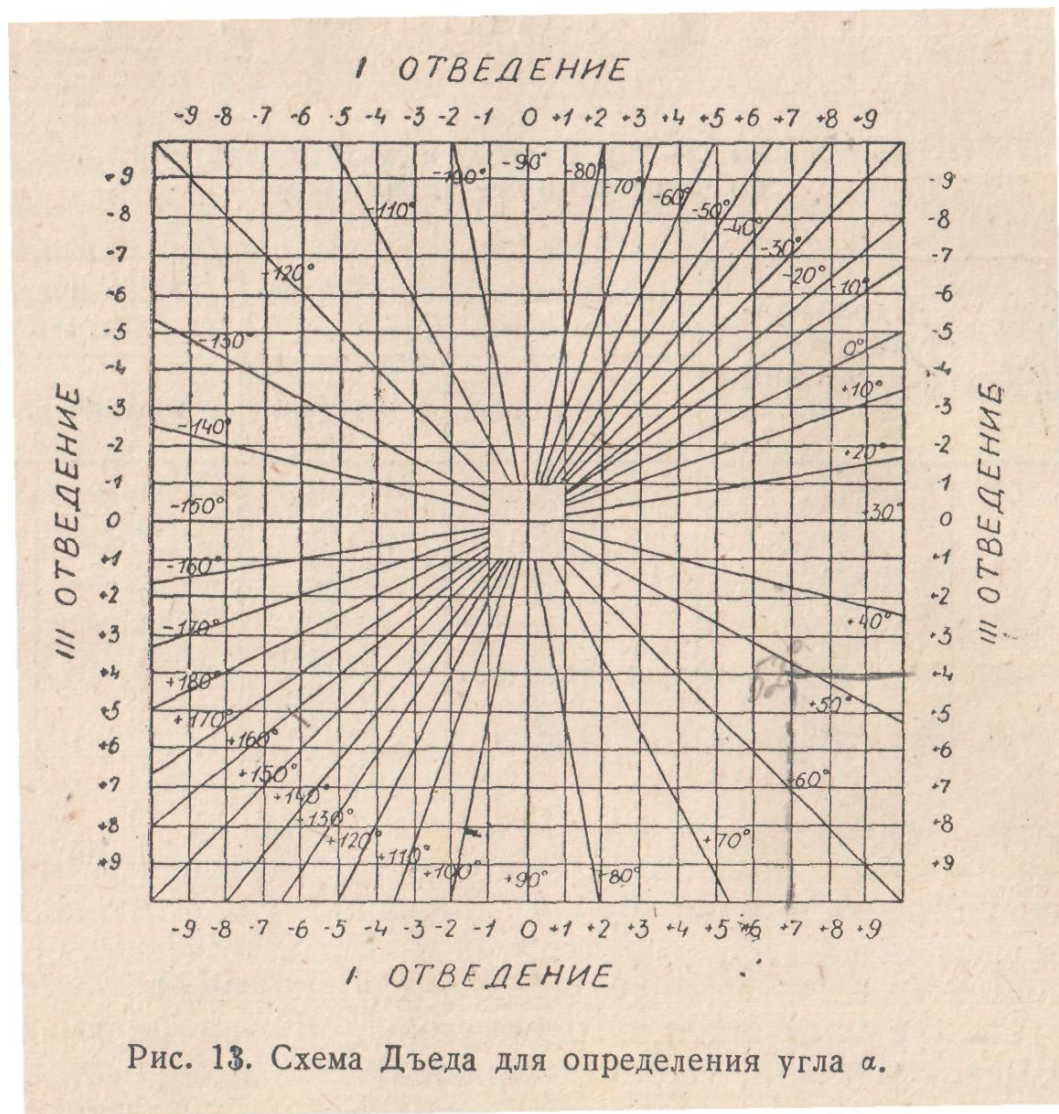
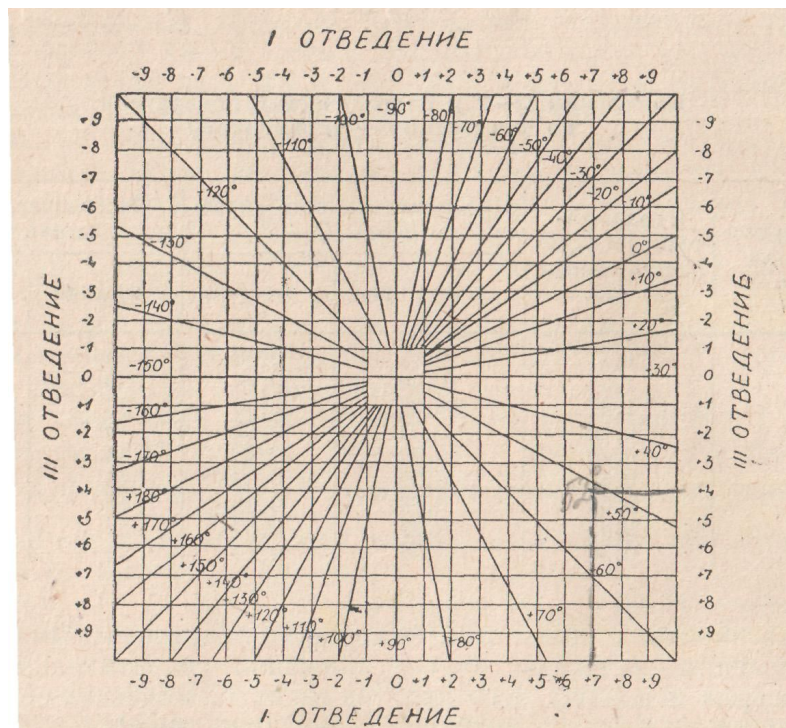


Рис. 13. Схема Дьеда для определения угла  $\alpha$ .

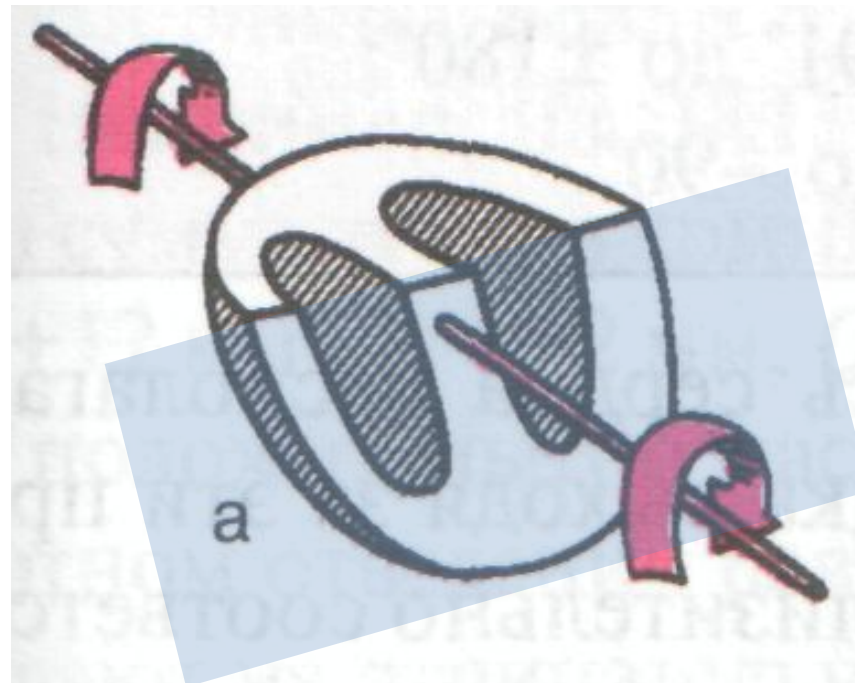
# Последовательность действий врача для определения угла $\alpha$ с помощью схемы Дьеда



- 1) Вычисляют алгебраическую сумму зубцов комплекса QRS в I и III стандартных отведениях.
- 2) Алгебраическую сумму зубцов комплекса QRS в I стандартном отведении помечают на «I отведении» схемы Дьеда, алгебраическую сумму зубцов комплекса QRS в III стандартном отведении помечают на «III отведении» схемы Дьеда.
- 3) Из полученных точек восстанавливают перпендикуляры, определяют точку пересечения перпендикуляров.
- 4) Точка пересечения перпендикуляров, совпадающая с определенной радиальной линией, указывает на величину угла  $\alpha$ .



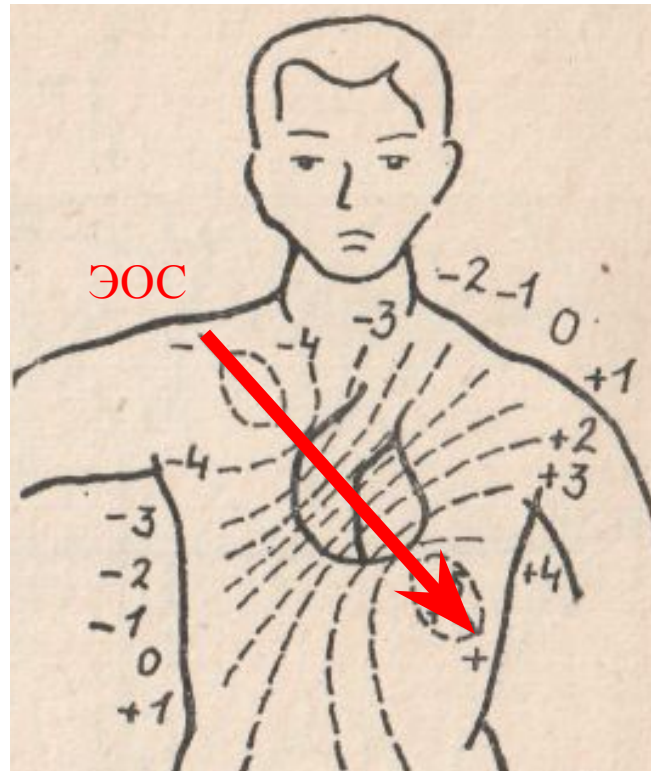
Повороты сердца вокруг переднезадней [сагиттальной] оси – **5 классических вариантов** положения электрической оси сердца **во фронтальной плоскости** и связанные с ними изменения конфигурации ЭКГ.



**ЭОС в норме направлена от основания к вершине сердца почти параллельно анатомической оси сердца.**

Ее направление зависит от:

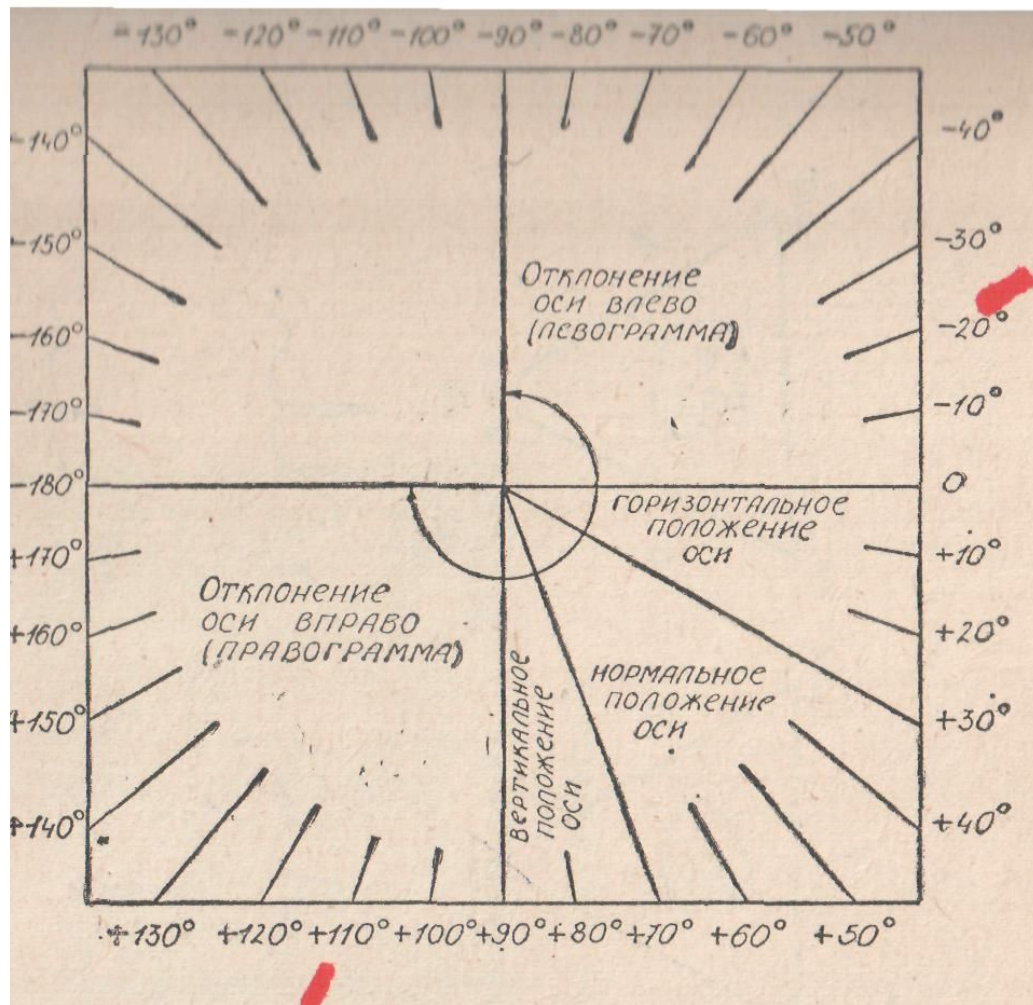
- 1) положения сердца в грудной клетке,
- 2) соотношения массы миокарда желудочков,
- 3) нарушения проведения импульса к желудочкам,
- 4) очаговых изменений миокарда



Выделяют 5 вариантов положения ЭОС, определяемых во фронтальной плоскости (по переднезадней – сагиттальной\* оси, проведенной через анатомический центр сердца):

- 1) нормальное,
- 2) вертикальное,
- 3) отклонение вправо,
- 4) горизонтальное,
- 5) отклонение влево.

Все эти варианты могут быть выражены количественно в градусах угла  $\alpha$ .



\* разработка вариантов положения ЭОС по сагиттальной оси принадлежит Вильсону (1932 г.)

Изменения положения электрической оси сердца сказываются на форме зубцов ЭКГ преимущественно **в отведениях от конечностей**, которые можно легко понять из их схематического изображения в треугольнике Эйнтховена.

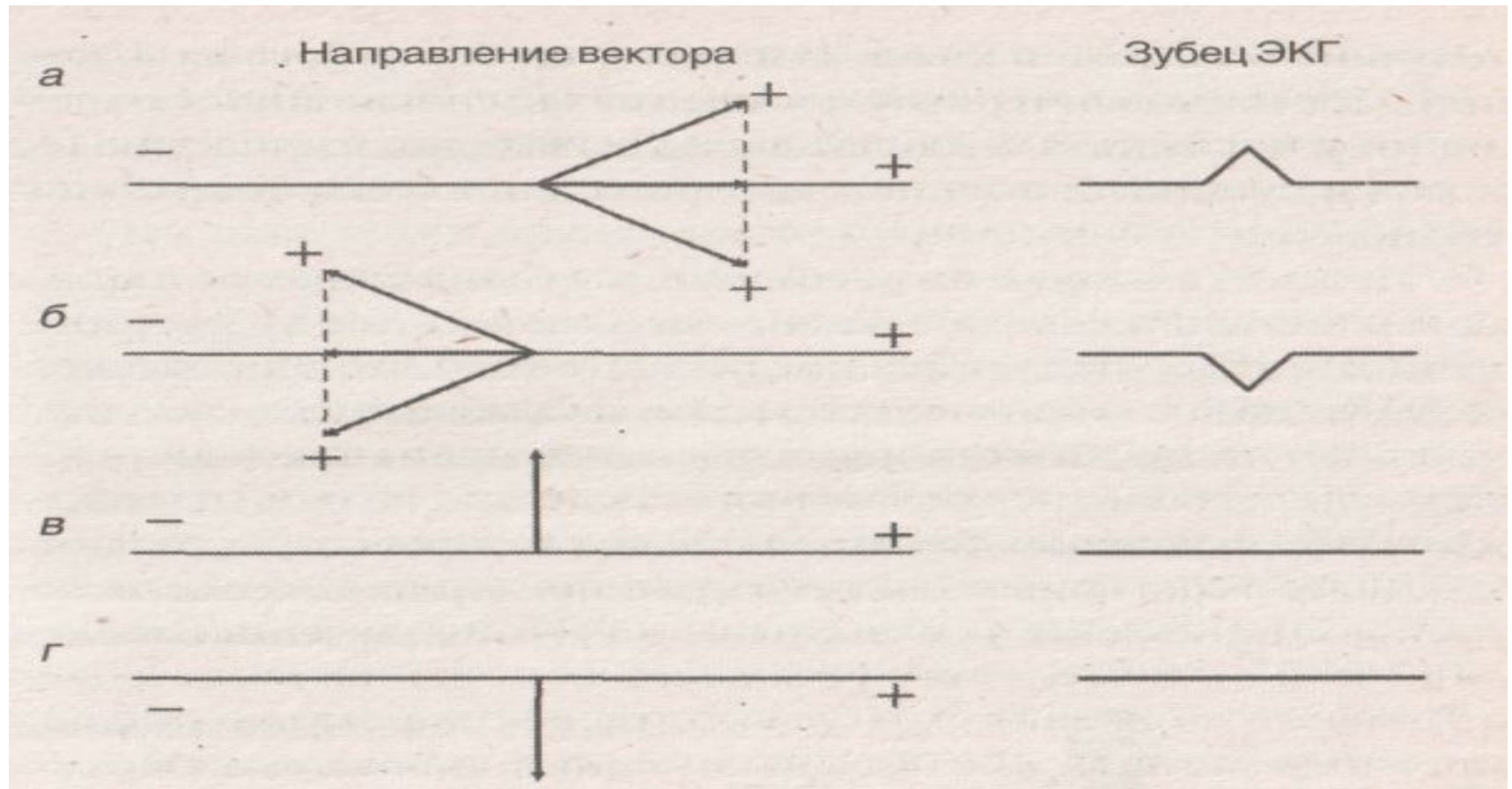
**Каждому варианту** положения электрической оси сердца соответствует **типичная визуальная картина ЭКГ**, и поэтому **приблизительное определение направления электрической оси может быть осуществлено без вычисления угла  $\alpha$** .

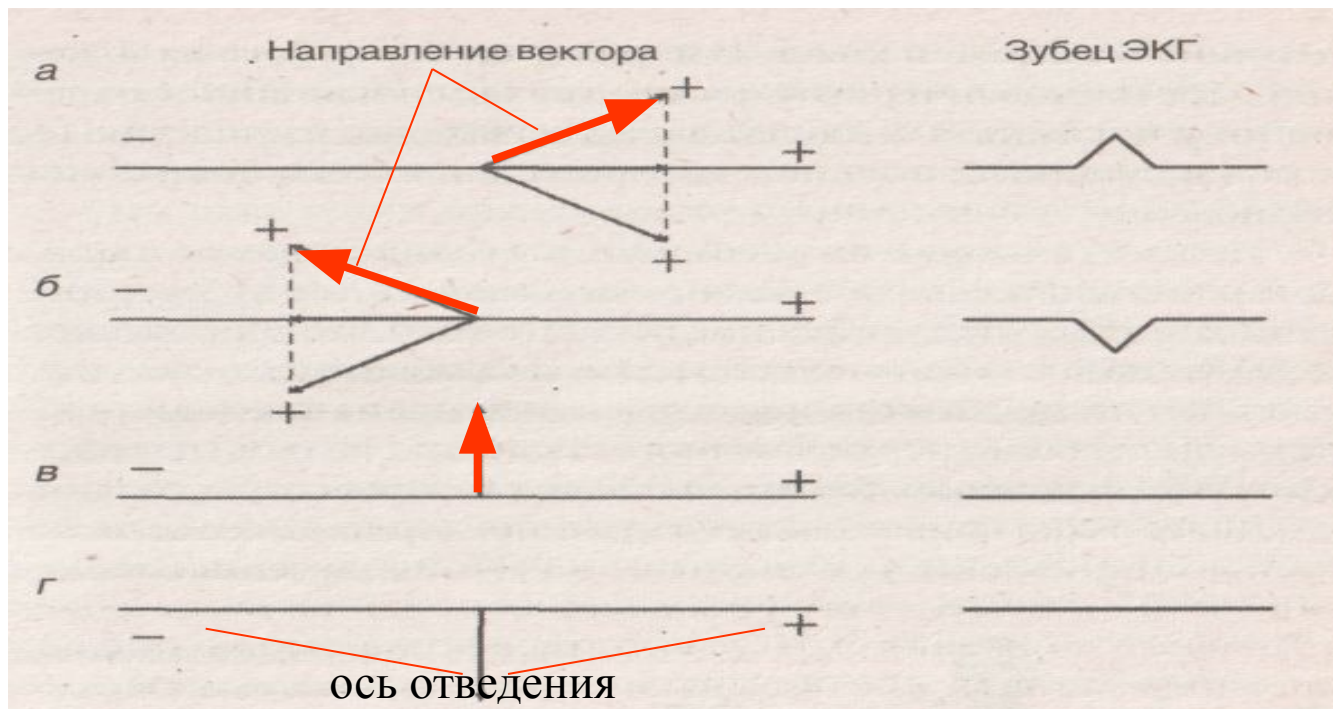
Приводим характеристику конфигурации ЭКГ, типичную для различных вариантов положения электрической оси сердца в **стандартных** и **однополюсных отведениях от конечностей**.



# Правило проекции Эйнтховена

Направление регистрируемого зубца ЭКГ определяется соотношением направления (полярности) вектора и полярности линии отведения (т.е. направления тока по оси отведения).





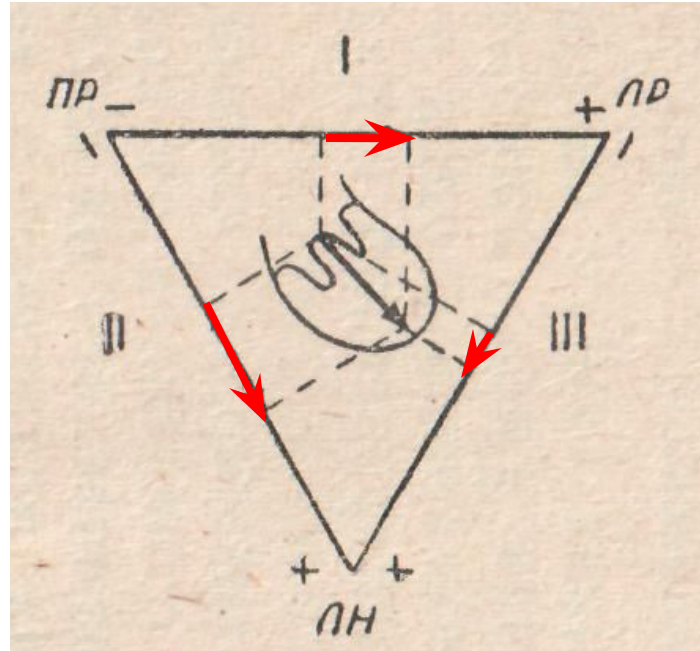
а) Если направление вектора совпадает с полярностью отведения (т.е. совпадает с направлением тока по оси отведения) или, что одно и то же, стрелка вектора «смотрит» на (+) отведения ЭКГ, то зубец будет положительным.

б) Если направление вектора «смотрит» на (-) отведения ЭКГ, т.е. противоположно направлению тока по оси отведения, то зубец будет отрицательный.

в) Если вектор перпендикулярен к оси отведения, то никакого зубца не будет.



# 1) Нормальное положение электрической оси сердца - нормограмма



## Формула нормограммы:

$$R_{II} > R_I > R_{III}$$

$$R_{aVF} > R_{aVL}$$

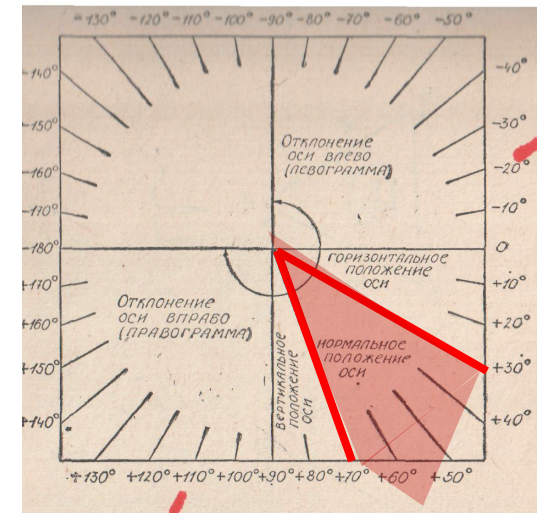
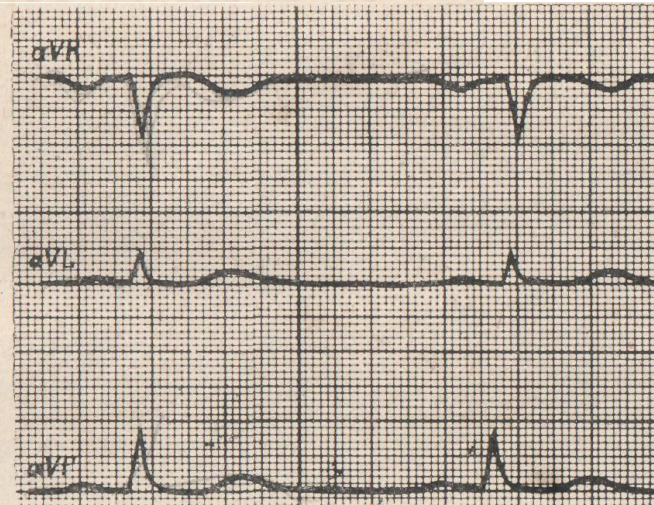
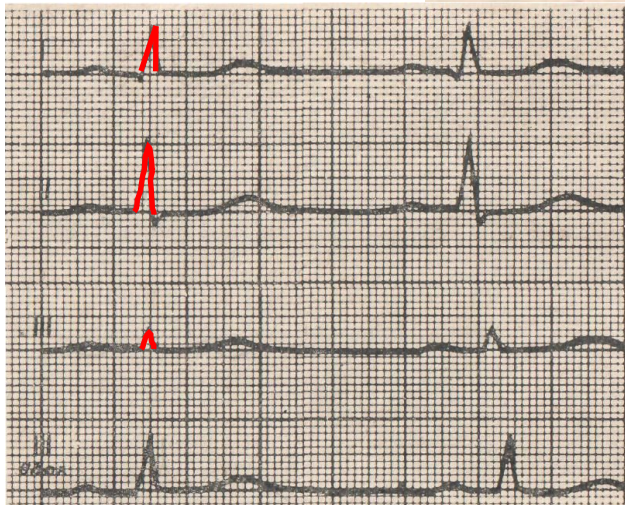
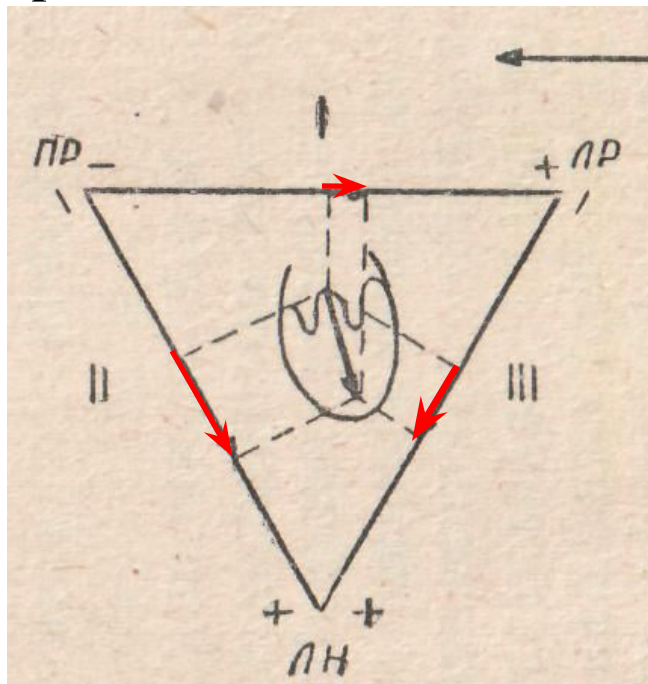


Рис. 16. ЭКГ здорового человека. Нормальное положение электрической оси сердца ( $\angle \alpha = +52^\circ$ ).

Угол  $\alpha =$   
от  $+30^\circ$  до  $+70^\circ$



## 2) Вертикальное положение электрической оси сердца – правая девиация

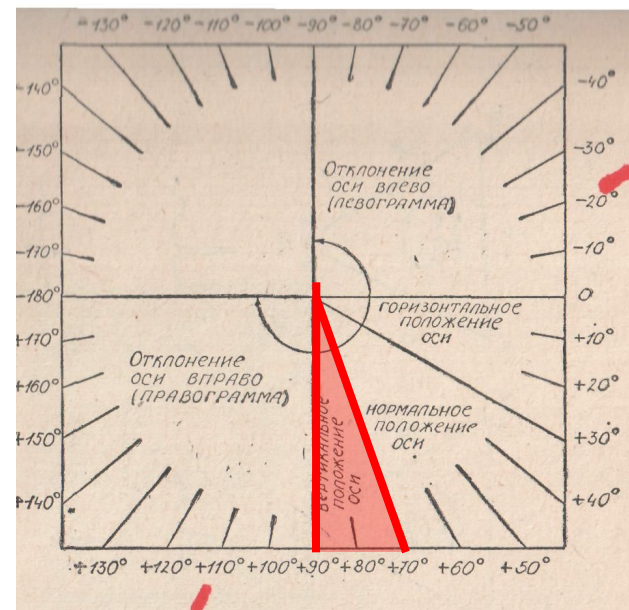
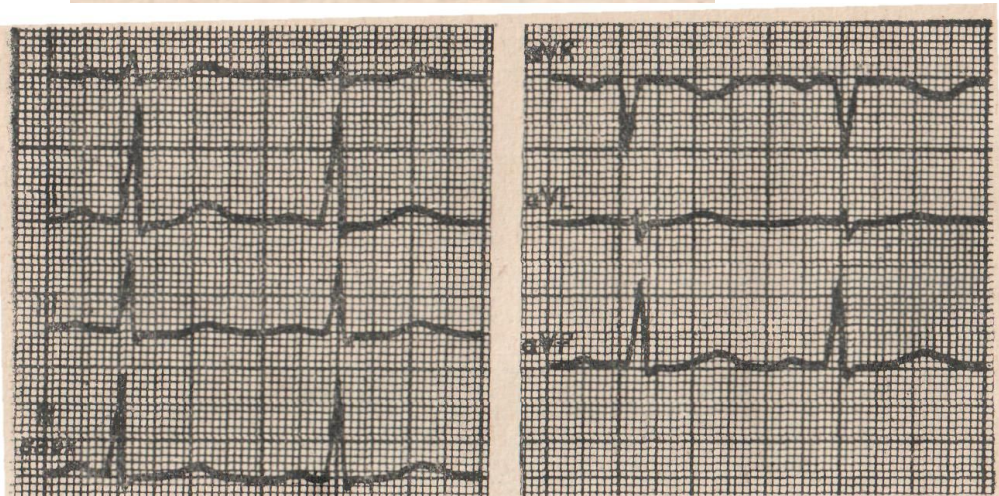


Формула вертикального положения ЭОС:

$$R_{II} \geq R_{III} > R_I$$

$$R_I > S_I \quad (R_I \text{ все еще} > S_I)$$

$$R_{aVF}, S_{aVL}$$

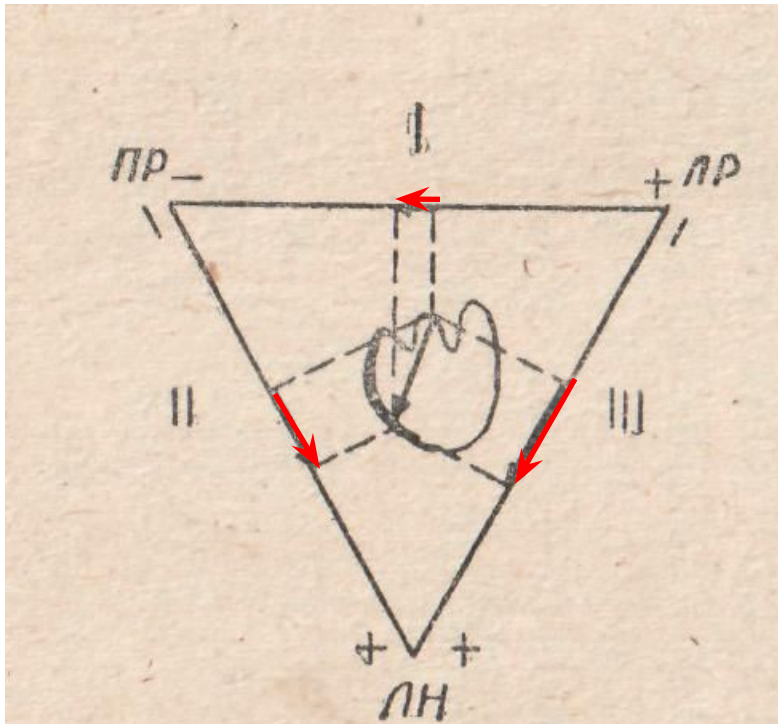


**Угол  $\alpha$  = от + 70° до + 90°**

Рис. 17. ЭКГ здорового человека. Вертикальное положение электрической оси сердца ( $\angle \alpha = + 76^\circ$ ).



### 3) Отклонение электрической оси сердца вправо - правограмма

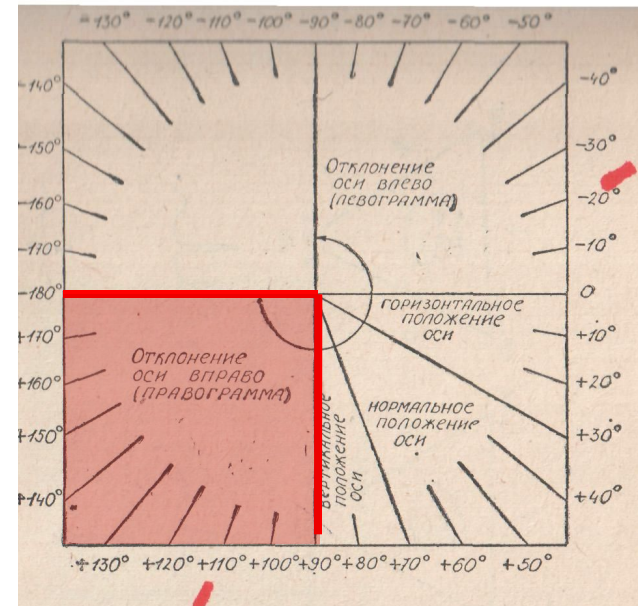


**Формула правограммы:**

$$R_{III} > R_{II} > r_I$$

$$S_I > r_I$$

$R_{aVF}$ , в aVL глубокий S, вплоть до QS



**Угол  $\alpha$  = от + 90°  
до + 180°**

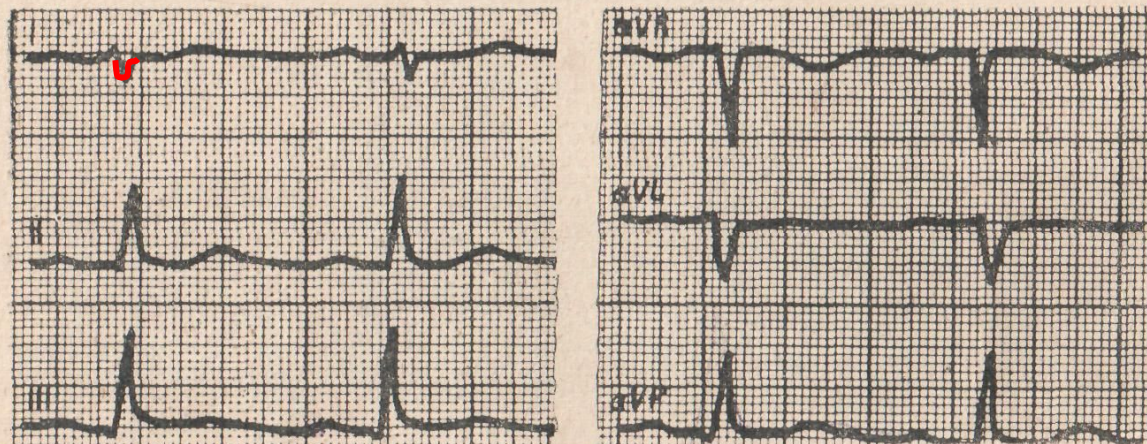
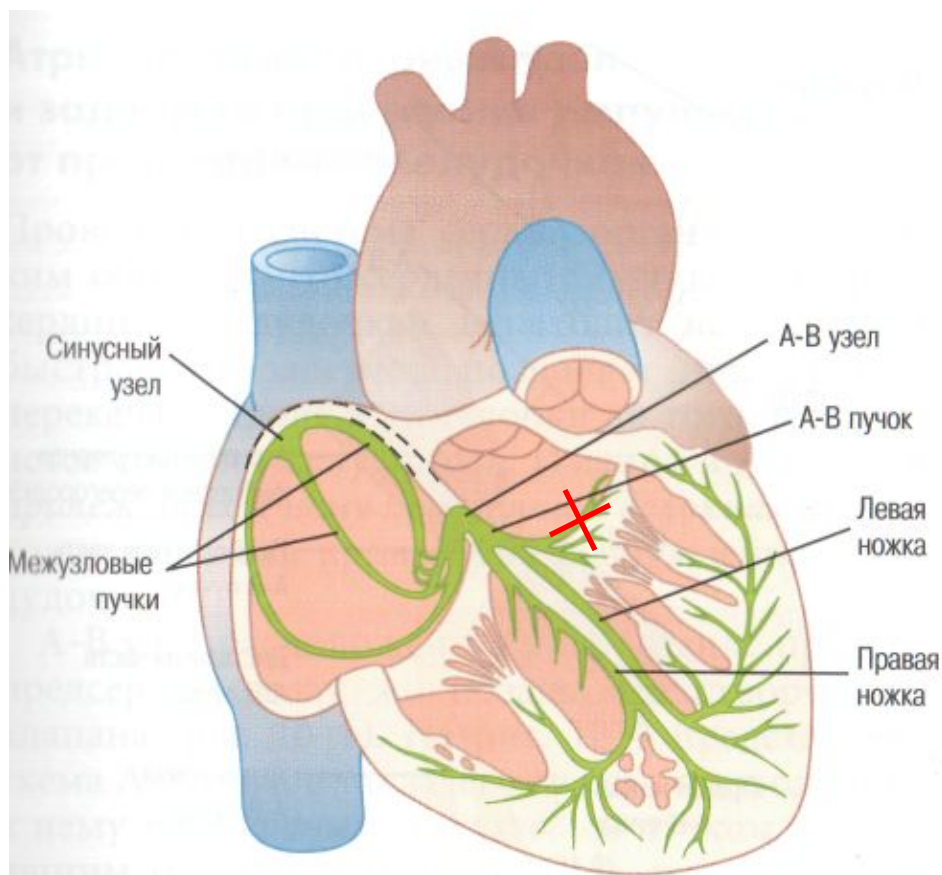


Рис. 18. ЭКГ здорового человека. Небольшое отклонение электрической оси сердца вправо ( $\angle \alpha = +100^\circ$ ).

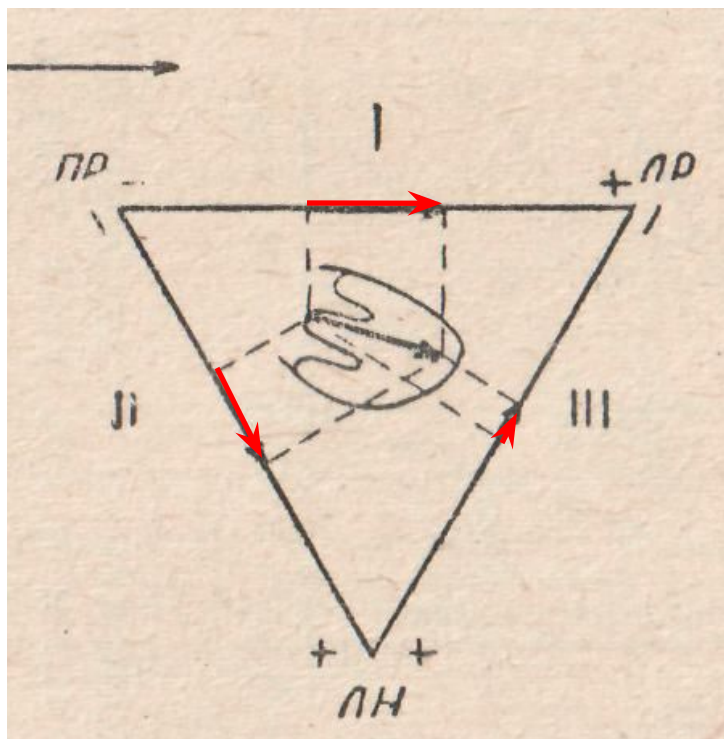
Следует помнить, что отклонения электрической оси сердца вправо у здоровых людей, обусловленное положением сердца в грудной клетке, возможно лишь до определенного уровня – при этом **величина угла  $\alpha$  не может быть больше [правее] + 110°** (Я.М.Милославский с соавт., 1983; Ю.Н.Беленков, 2007).

Более значительный поворот электрической оси сердца вправо является патологическим признаком. Например, резкий поворот вправо может быть обусловлен блокадой задней ветви левой ножки пучка Гиса.





#### 4) Горизонтальное положение электрической оси сердца – левая девиация



Формула горизонтального положения ЭОС:

$$R_I \geq R_{II} > r_{III}$$

$$S_{III} > r_{III} \quad (S_{III} \text{ уже } > r_{III})$$

но  $r_{aVF}$  еще  $> s_{aVF}$

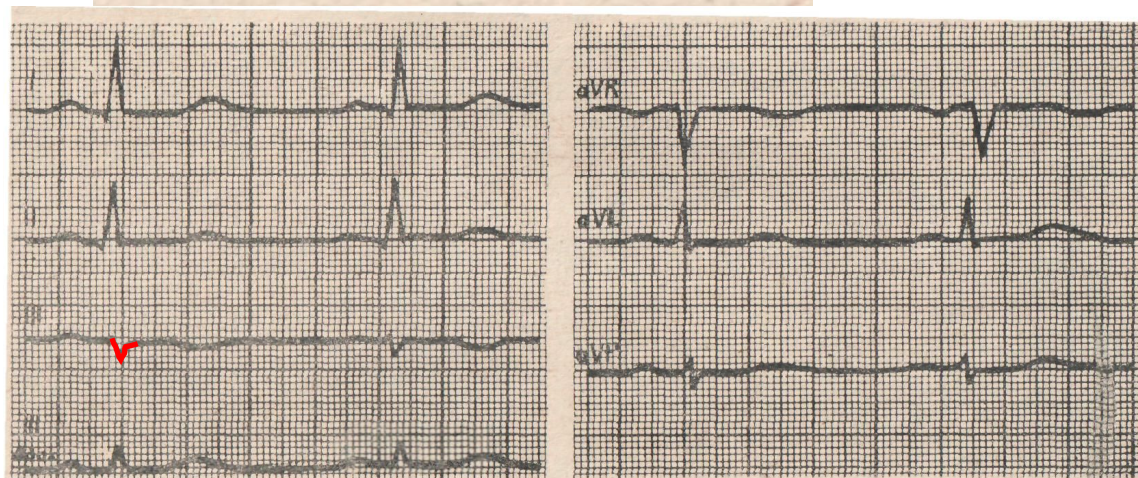
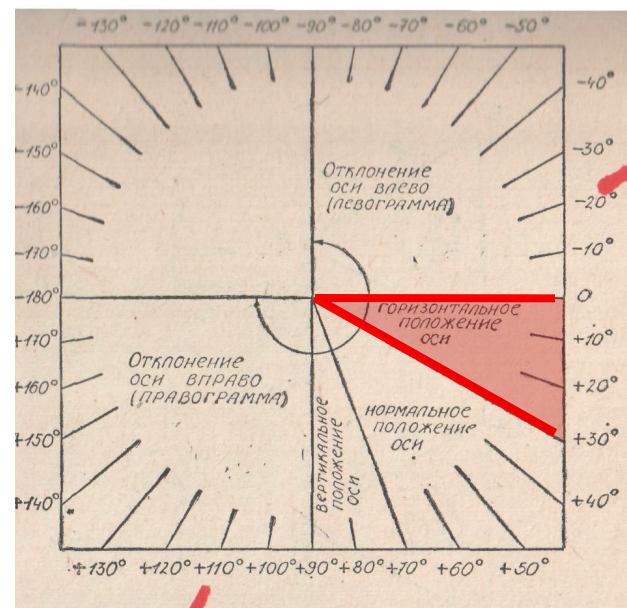


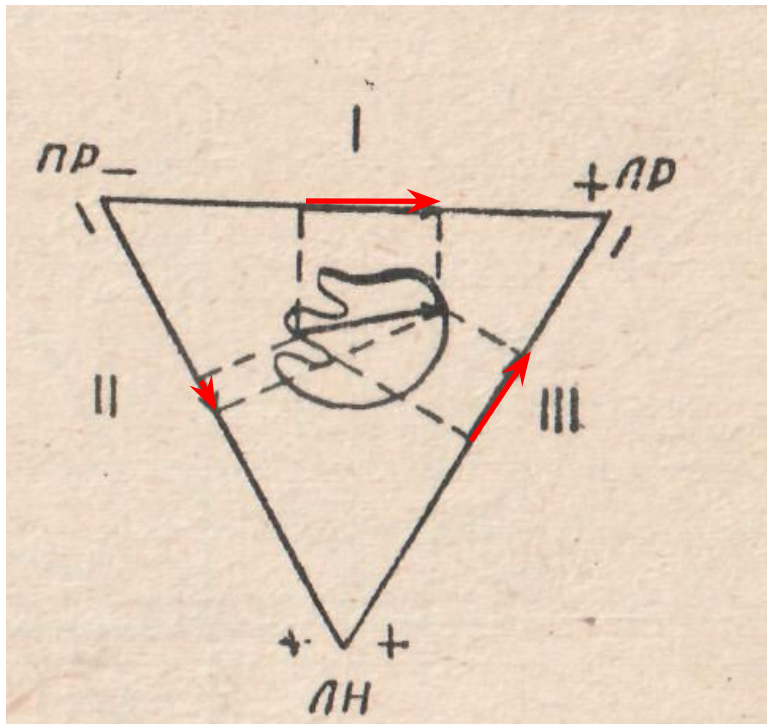
Рис. 19. ЭКГ здорового человека. Горизонтальное положение электрической оси сердца ( $\angle \alpha = +15^\circ$ ).



Угол  $\alpha =$  от  $+30^\circ$  до  $0^\circ$



## 5) Отклонение электрической оси сердца влево – левограмма



### Формула левограммы:

$$R_I > R_{II} > r_{III}$$

$$S_{III} > r_{III} \quad (\text{вплоть до } QS_{III})$$

$$S_{aVF} > r_{aVF}$$

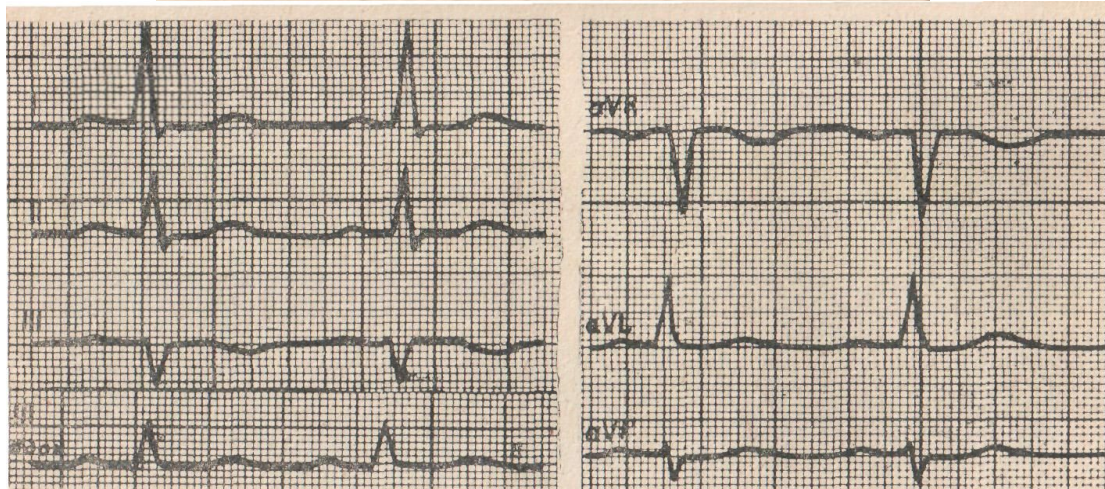
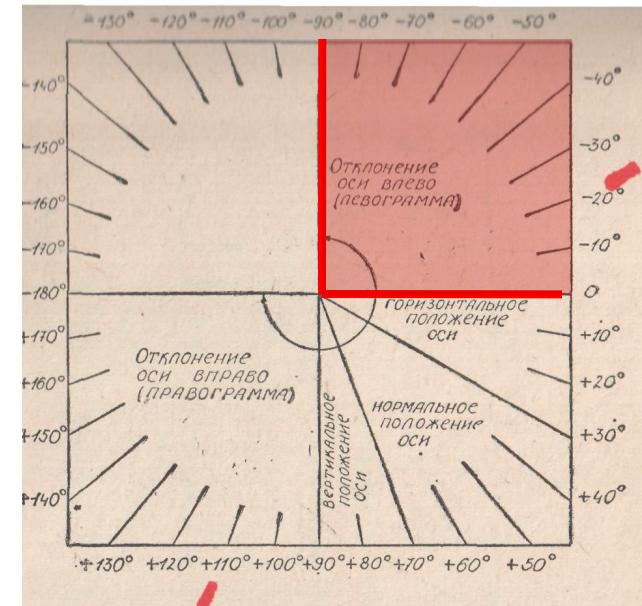


Рис. 20. ЭКГ здорового человека. Небольшое отклонение электрической оси сердца влево ( $\angle \alpha = -2^\circ$ ).

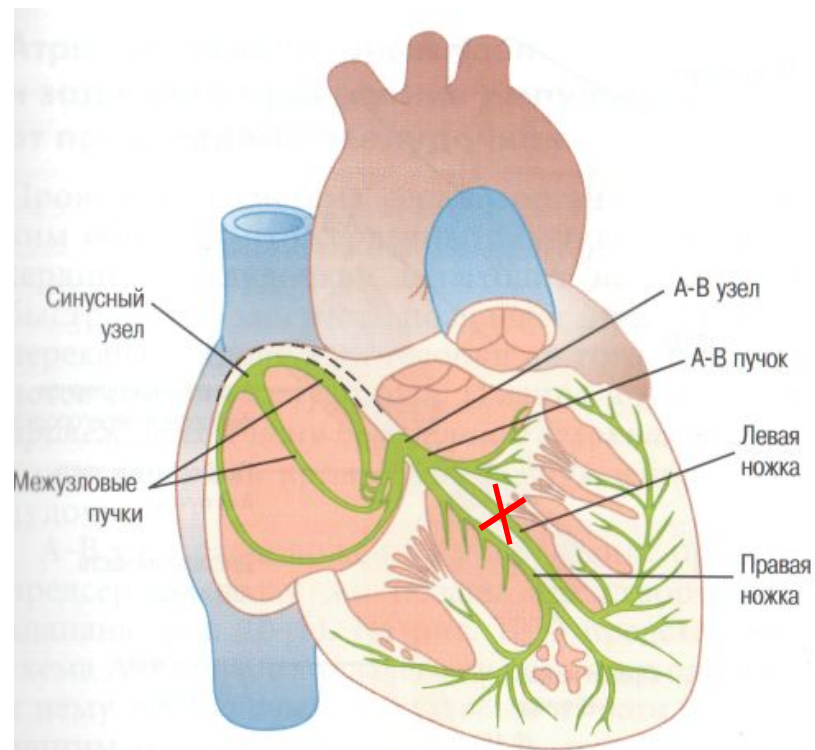


Угол  $\alpha$  = от  $0^\circ$  до  $-90^\circ$



Следует помнить, что отклонения электрической оси сердца влево у здоровых людей, обусловленное положением сердца в грудной клетке, возможно лишь до определенного уровня – при этом **величина угла  $\alpha$  не может быть больше [левее] –  $20^\circ$**  (Я.М.Милославский с соавт., 1983; Ю.Н.Беленков, 2007).

Более значительный поворот электрической оси сердца влево является патологическим признаком. Например, резкий поворот влево может быть обусловлен блокадой передней ветви левой ножки пучка Гиса или полной блокадой левой ножки пучка Гиса.

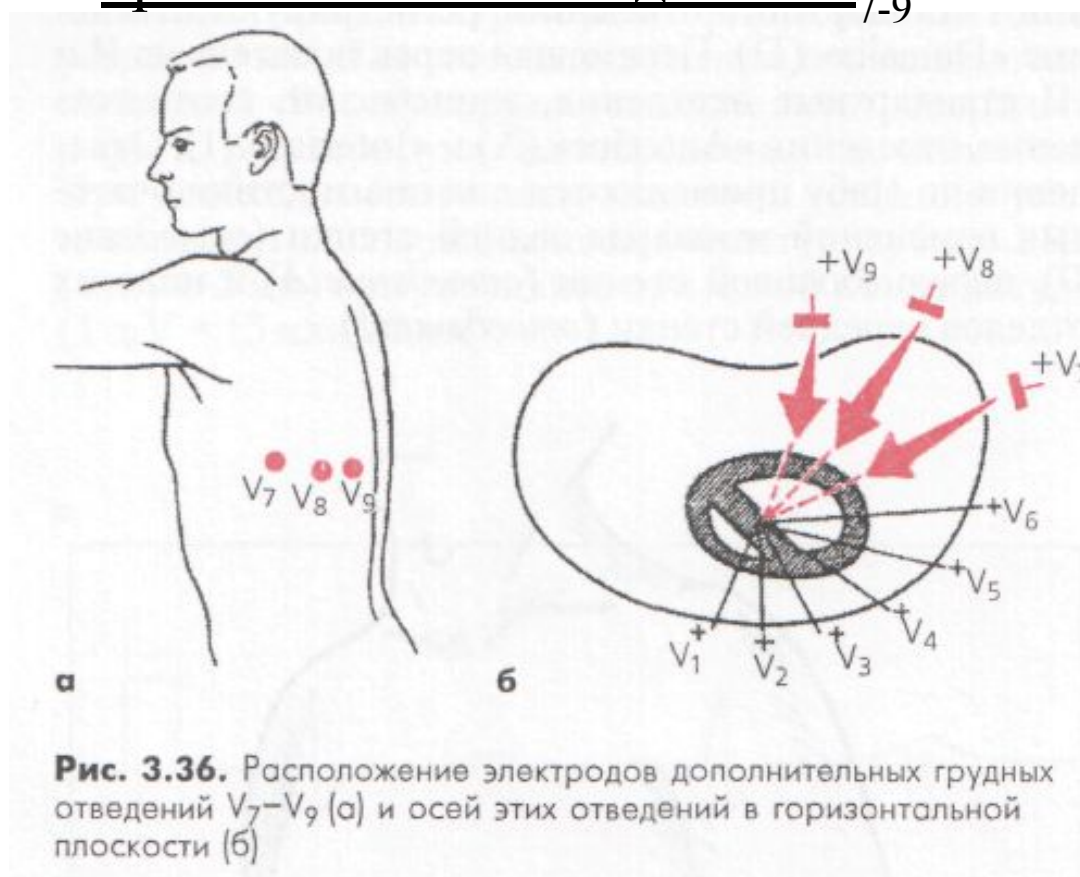


Итак, в норме угол  $\alpha$  колеблется в пределах  $-20^\circ$  до  $+110^\circ$ .

Превышение значения угла  $\alpha$  левее  $-20^\circ$  и правее  $+110^\circ$  относится к патологическому отклонению электрической оси сердца.

8. Дополнительные  
электрокардиографические  
отведения  
и  
дополнительные  
электрокардиографические  
исследования

## 8.1. Дополнительные грудные отведения ЭКГ – крайние левые отведения $V_{7-9}$ .



Отведение  $V_7$  – активный электрод устанавливают по задней подмышечной линии (на уровне  $V_4$ );

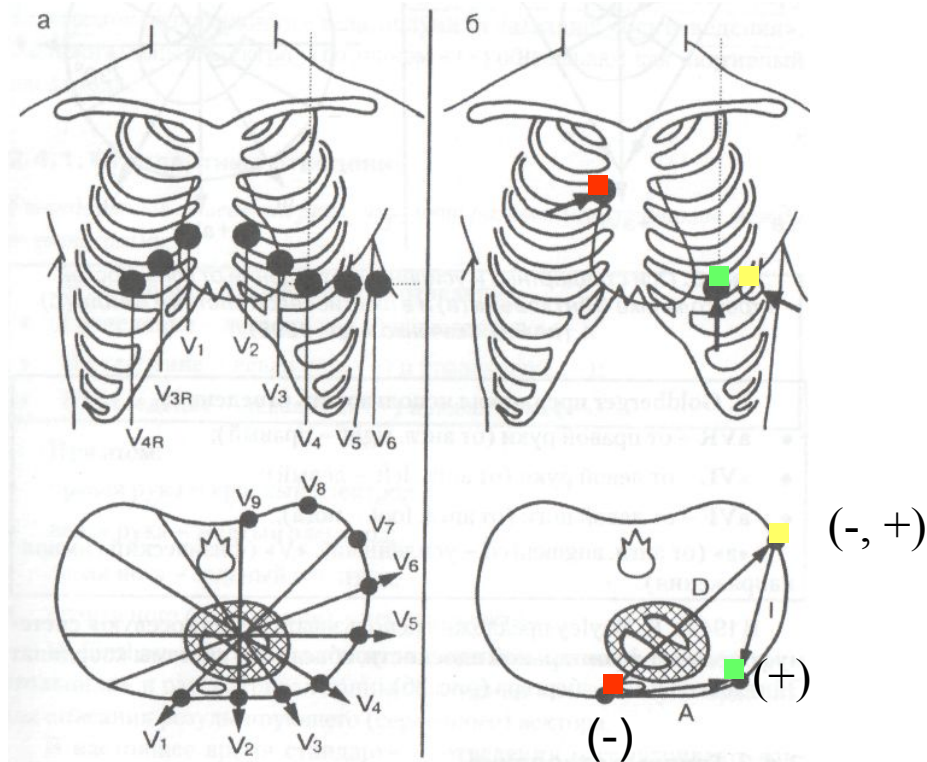
отведение  $V_8$  – по лопаточной линии;

отведение  $V_9$  – по паравертебральной линии.

Эти отведения используют для более точной диагностики очаговых изменений миокарда в заднебазальных отделах левого желудочка.



## 8.2. Отведения по В.Нэбу (3 электрода)



Грудные отведения

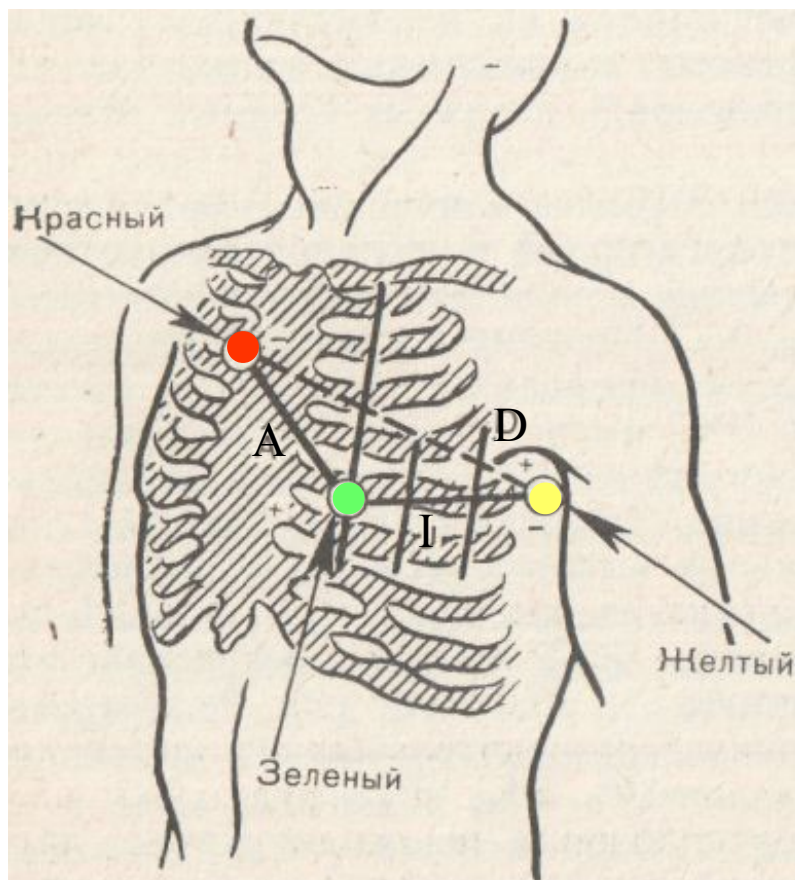
Отведения по Нэбу

Электроды при этом размещают в трех точках:

- 1-я – во втором межреберье у правого края грудины, к этому электроду присоединяют провод от правой руки (красный);
- 2-я – в точке, находящейся на уровне верхушки сердца по задней подмышечной линии, к этому электроду присоединяют провод от левой руки (желтый);
- 3-я – на месте верхушечного толчка, сюда присоединяют провод с левой ноги (зеленый).

Отведения по В.Нэбу (1938): А – anterior (соответствует II стандартному отведению), D – dorsalis (соотв. I станд. отв.), I – inferior (соотв. III станд. отв.) помогают распознавать очаговые изменения в миокарде, а также их применяют при записи ЭКГ во время движений, при пробах с физической нагрузкой (т.к. конечности остаются свободными от электродов).

Отведения по Нэбу удобны при проведении массовых обследований населения.



Точки наложения электродов и оси отведений по Нэбу

### 8.3. Чреспищеводная электрокардиография (ЧПЭКГ)

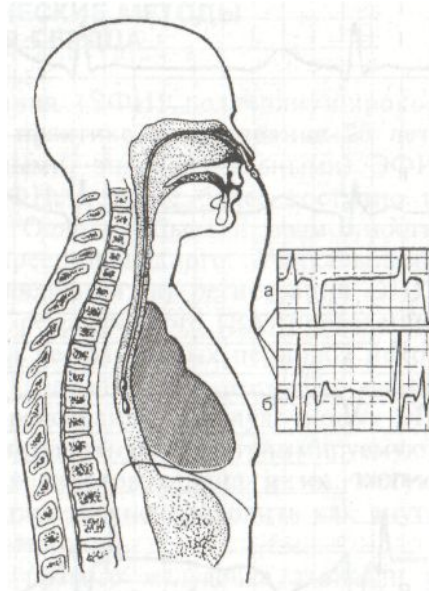


Рис. 17. Регистрация ЧПЭКГ (схема)

Электрофизиологическое исследование (ЭФИ) сердца можно производить не только при эндокардиальной электрографии, но и с помощью пищевого электрода.

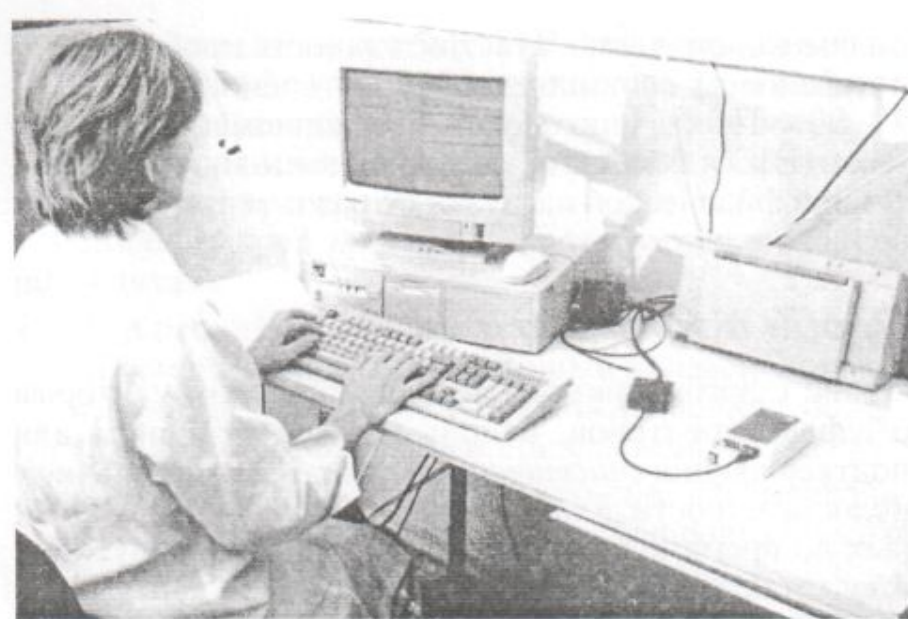
Впервые электрод был помещен в пищевод для записи ЭКГ М.Сремер в 1906 г., но лишь через 30 лет W.Brown (1936) продемонстрировал значение этого метода для диагностики нарушений сердечного ритма и проводимости.

Анатомическая близость пищевода к предсердиям позволяет записывать хорошо очерченные зубцы Р, что облегчает точное распознавание предсердных аритмий, внутри- и межпредсердных блокад и т.д.

## 8.4. Холтеровское мониторирование ЭКГ (Холтер-ЭКГ)



**Рис. 3.141.** Наложение электродов для длительной регистрации ЭКГ по Холтеру на портативном записывающем устройстве



**Рис. 3.140.** Общий вид системы для длительного мониторирования ЭКГ по Холтеру. Компьютерный анализ результатов суточного мониторирования ЭКГ



Холтер-ЭКГ представляет собой большую ценность для обследования больных с аритмиями сердца.

Холтер-ЭКГ позволяет:

1. определить истинную частоту возникновения аритмий
2. уточнить их характер
3. выяснить обстоятельства возникновения и прекращения аритмий
4. выявить бессимптомные нарушения ритма
5. точно определить, как то или иное нарушение ритма влияет на состояние и самочувствие больного
6. адекватно оценить эффективность антиаритмической терапии.

Холтер-ЭКГ имеет важное значение в обследовании больных ИБС, позволяя изучать реакцию ЭКГ на бытовые нагрузки, прием медикаментозных средств и т.п.

Данные Холтер-ЭКГ сопоставляют с дневником пациента.

## 8.5. Передача ЭКГ по телефону

Регистрация ЭКГ по телефону получила в последние годы широкое распространение в связи с созданием сети дистанционных кардиологических консультативно-диагностических центров (Э.Ш.Халфен, 1980).



Передать ЭКГ по телефону может сам пациент (аутотрансляция). Для этого используют передатчик с двумя электродами, которые удобнее всего помещать в подмышечные впадины.

Электрические сигналы с электродов передаются через акустическую приставку, соединенную с микрофоном телефонной трубки. Принятые по телефону акустические сигналы вновь преобразуются в электрические с помощью специального устройства, находящегося в дистанционном диагностическом центре.

Пациент может связаться по телефону с консультативным центром при появлении у него болезненных ощущений.

Аутотрансляция ЭКГ по телефону является ценным методом выявления аритмии сердца и по информативности сопоставима с Холтер-ЭКГ.

## 8.6. Телеэлектрокардиография (телеЭКГ)

Передача ЭКГ на расстоянии посредством радио- или спутниковой (космической) связи называется телеэлектрокардиографией\*.

Метод основан на преобразовании биопотенциалов сердца в радио-волны, передаваемые в эфир с помощью портативного радиопередатчика. Эти волны воспринимаются устройством, преобразующим радиосигналы в электрические импульсы, которые регистрируются на электрокардиографе.

Для регистрации телеЭКГ используют одно из отведений по Нэбу.

ТелеЭКГ имеет важные преимущества перед другими методами регистрации ЭКГ, т.к. позволяет непосредственно осуществлять мониторинг в быту, при дозированных физических нагрузках, трудовой деятельности, при этом обследуемый не связан проводниками с регистрирующим устройством.

Этот метод широко используется в спортивной и космической медицине.

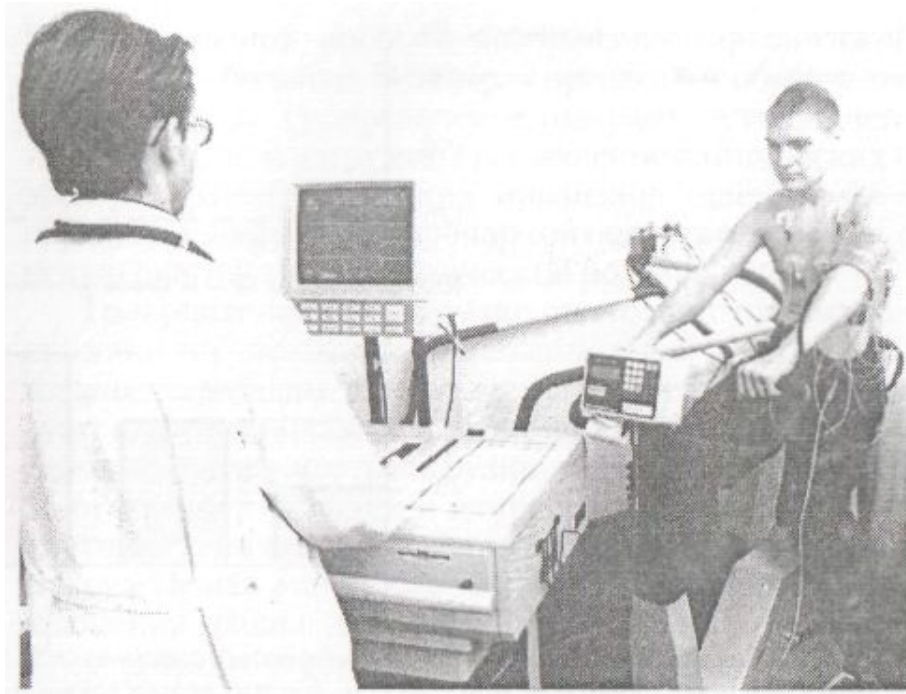
---

\* Метод радиоэлектрокардиографии разработан Норманом Холтером.

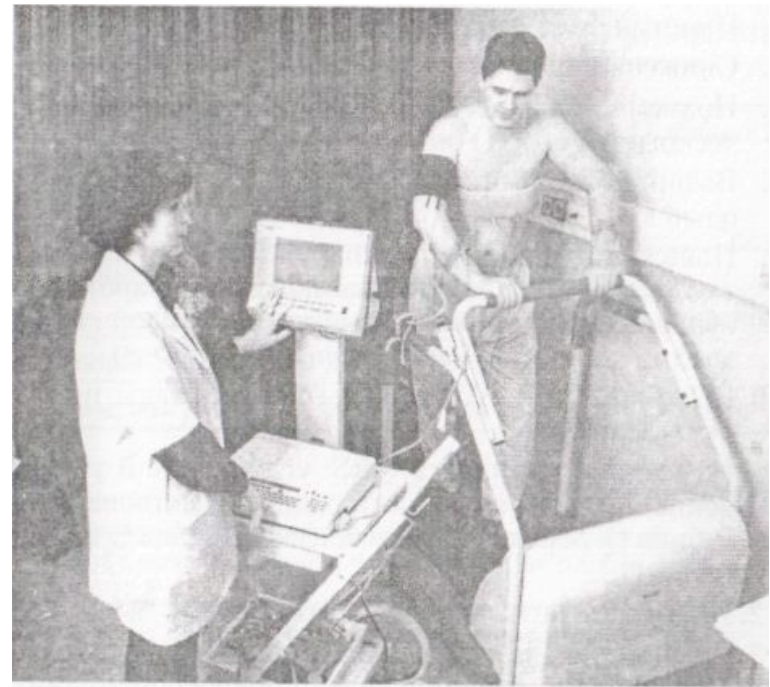
## 8.7. ЭКГ при пробах с физической нагрузкой

Существует несколько разновидностей тестов с физической нагрузкой:

1. дозированная ходьба (под контролем телеЭКГ)
2. лестничная (двухступенчатая) проба Мастера
3. велоэргометрия
4. тредмилметрия (бегущая дорожка)



Велоэргометрия



Тредмилметрия



## 8.8. ЭКГ при психоэмоциональных нагрузочных тестах

Моделирование психоэмоционального напряжения может вызывать определенные ЭКГ изменения.

У больных ИБС психоэмоциональные тесты вызывают как признаки ишемии миокарда, так и нарушения сердечного ритма.

Больному предлагают задачи по устному арифметическому счету, составлению слов и предложений, логические задачи и т.п.

Для усиления психоэмоционального напряжения предлагается решать задачи в условиях дефицита времени, создаются помехи в виде световых и звуковых раздражений, делаются порицающие замечания и т.д.

Пробы проводят под контролем ЭКГ.

Психоэмоциональные пробы моделируют иной вид напряжения, чем физические нагрузочные тесты, и поэтому могут дать важную дополнительную информацию (В.Л.Дощицин, 1999).

## 8.9. ЭКГ при медикаментозных пробах

Медикаментозные тесты проводятся для установления реакции сердечно-сосудистой системы на различные лекарственные препараты.

Исследования проводят в положении лежа, обычно натошак.

Используются следующие пробы:

1. Атропиновая проба
2. Нитроглицериновая проба
3. Калиевая проба
4. Проба с пропранололом
5. Проба с аймалином

Спасибо за внимание!

