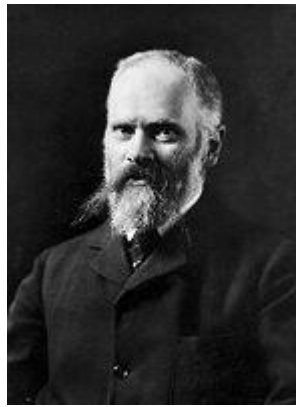
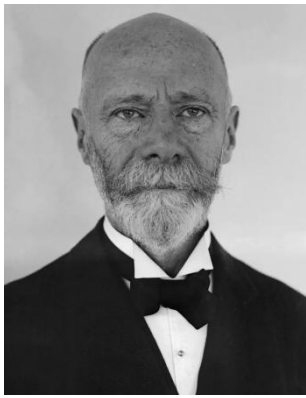
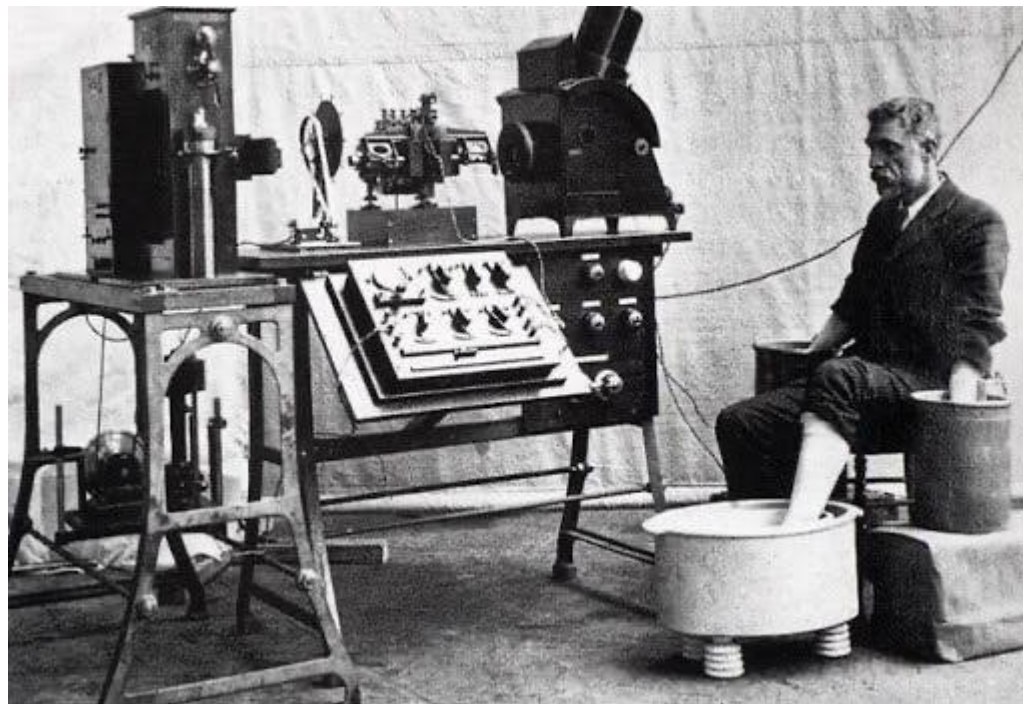


Электрокардиография. Происхождение
электрокардиограммы. Характеристика
нормальной ЭКГ.

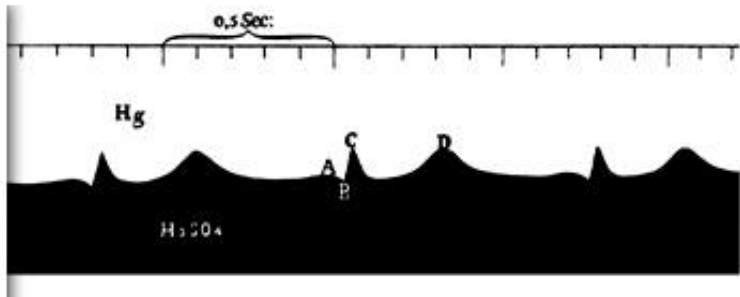
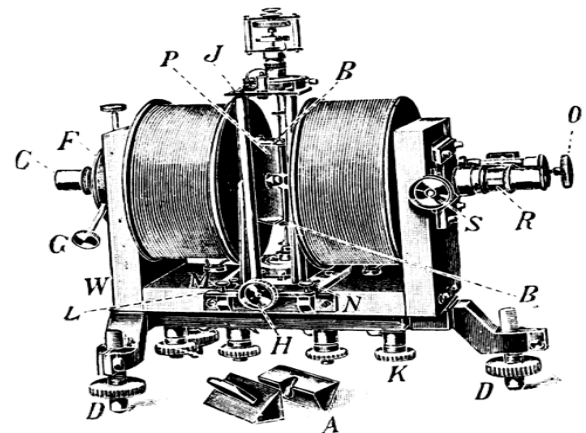
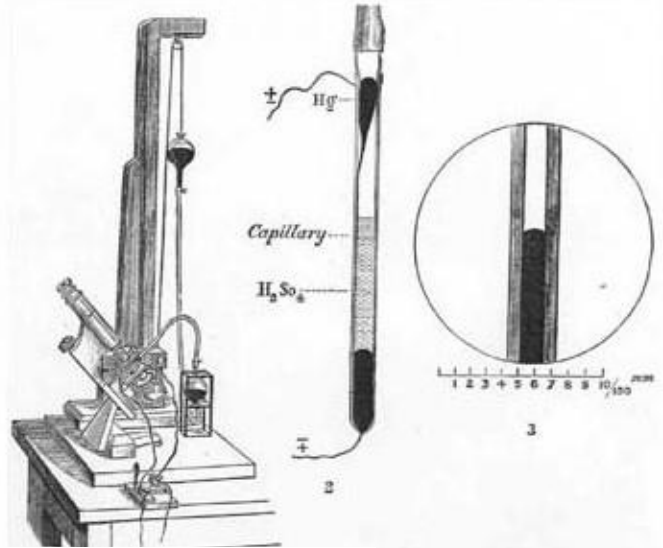


Виллем Эйнтховен

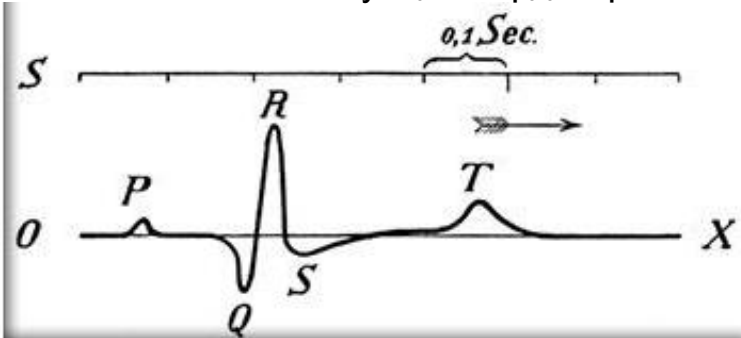
Уоллер, Август Дезире

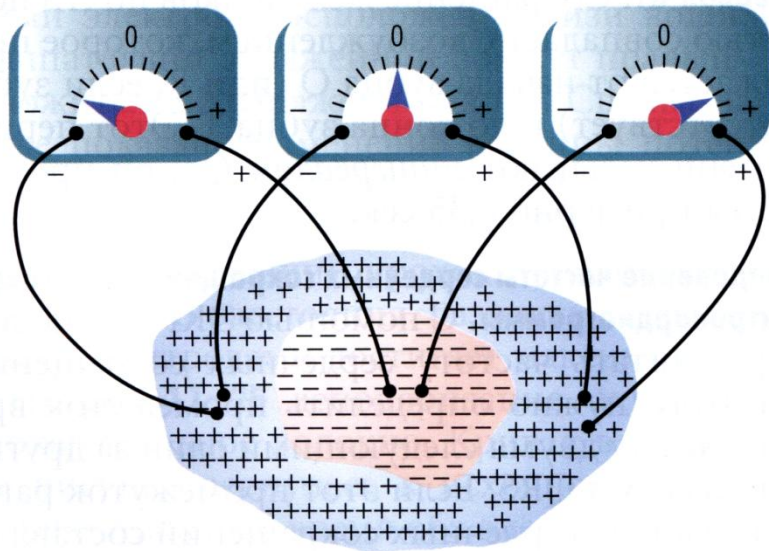


Август Уоллер (первооткрыватель ЭКГ) наглядно демонстрировал, что сердце - источник слабых токов, импульсы которых регулярно повторяются. Делал он это с помощью **капиллярного электрометра**. В тонком стеклянном капилляре встречаются ртуть и серная кислота. Электрический ток меняет поверхностное натяжение ртути и граница двух жидкостей ползает по капилляру. Токи сердца самые слабые – так что сдвиги видны только в сильную лупу. Тем не менее, они есть, и можно заснять их на движущуюся фотоплёнку. **Получается кривая изменения электрического поля сердца.**



Та же кардиограмма, пересчитанная Эйнтховеном (5 лет работы) с поправкой на инерцию тяжёлой ртути (1895 год), с придуманными им обозначениями зубцов кардиограммы.

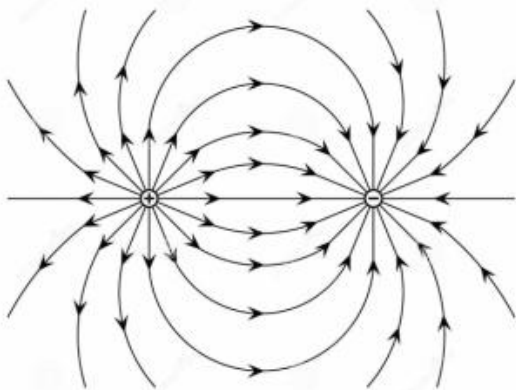




Сердце (миокрад) человека –представляет сеть мышечных волокон - функциональный синцитий. При синхронном возбуждении множества волокон сердечной мышцы какого либо участка этой сети (отдела сердца), в окружающей кардиомиоциты и сердце целиком среде, текут ионные токи, который даже на поверхности тела создают разности потенциалов порядка нескольких мВ.

Протяженное волокно миокарда как диполь

Эту разность потенциалов можно зарегистрировать на мембране кардиомиоцита или поверхности тела.

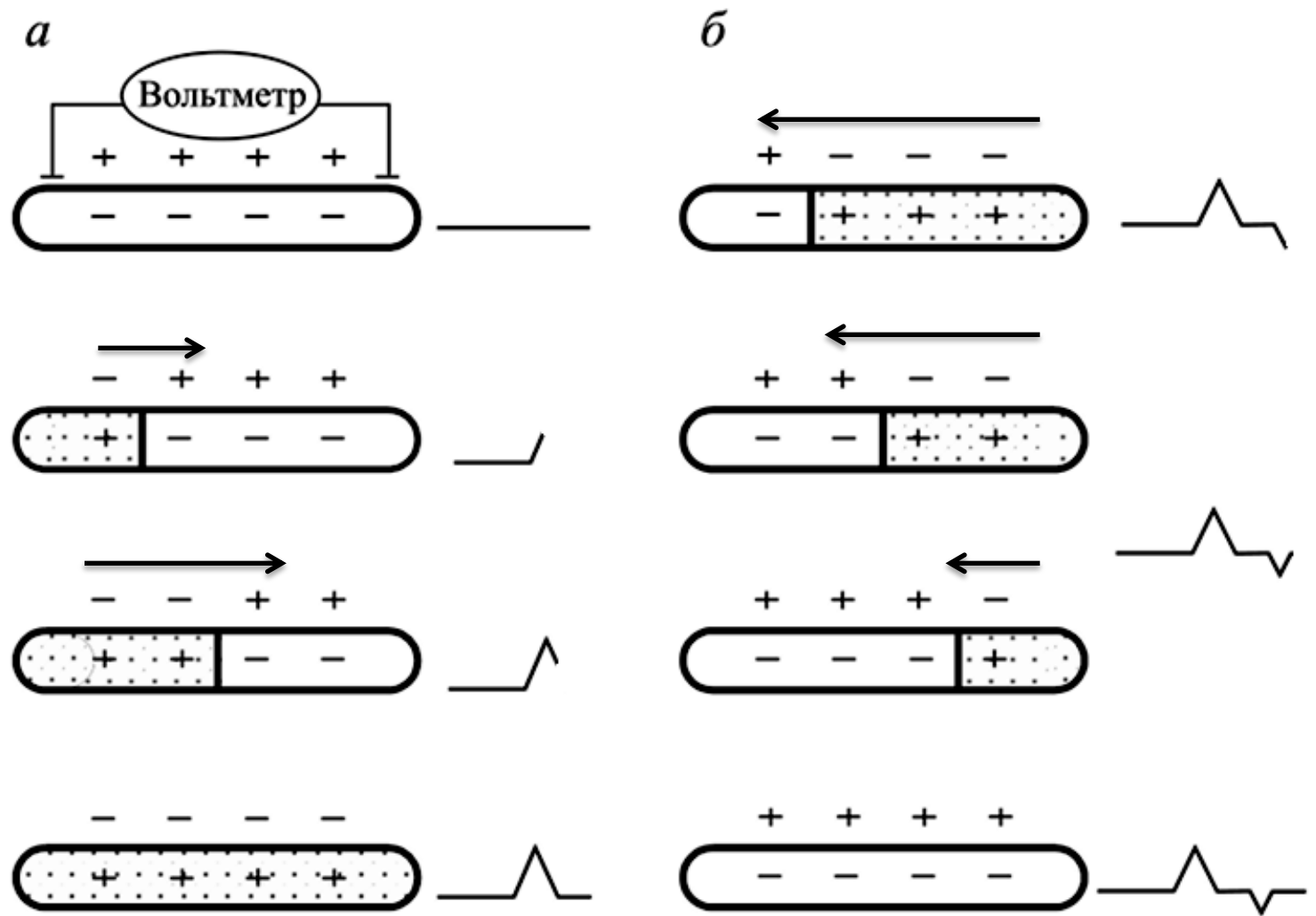


Электрический диполь — идеализированная электронейтральная система, состоящая из точечных и равных по абсолютной величине положительного и отрицательного электрических зарядов.

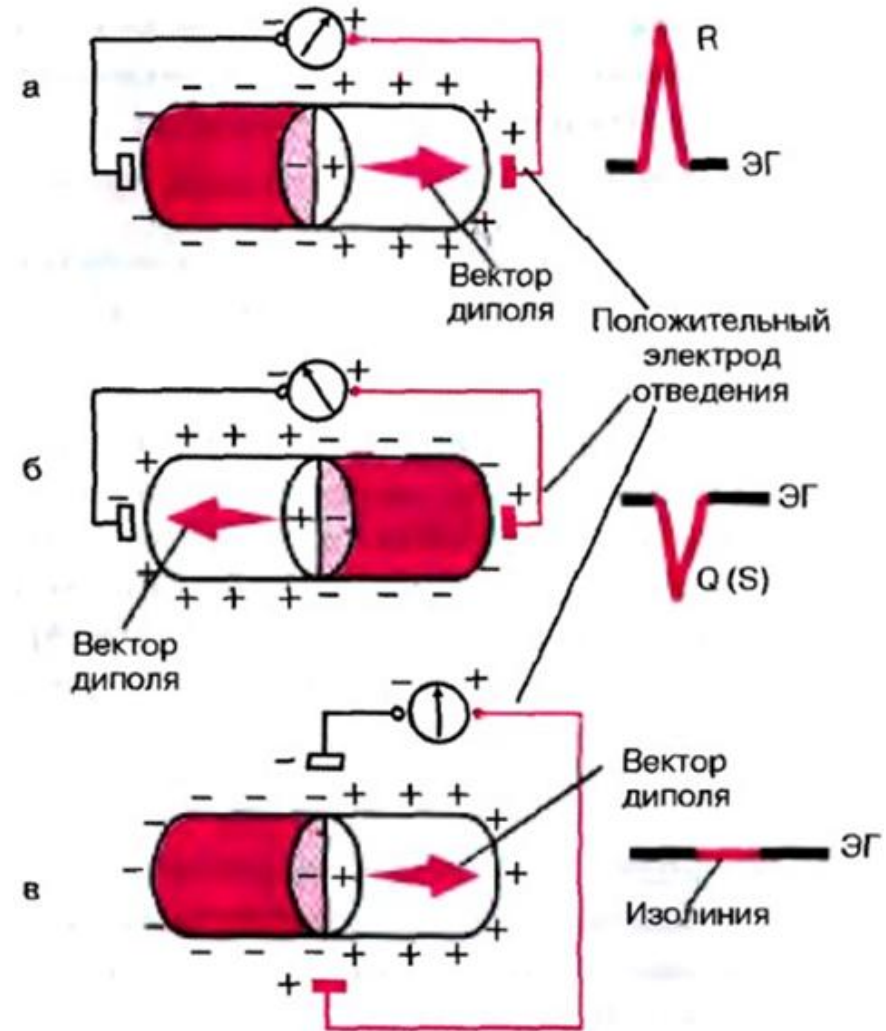
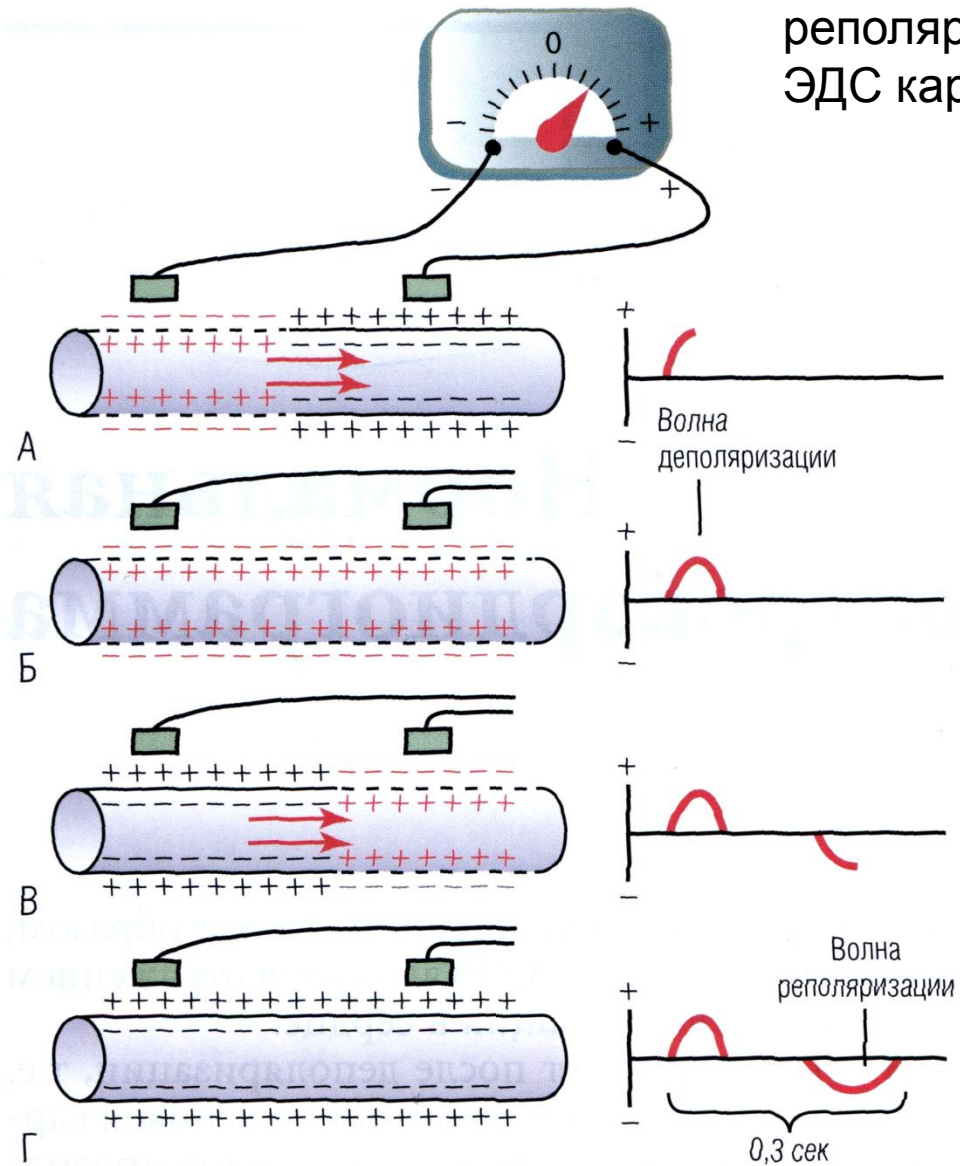
Волокно миокарда как диполь:

Возбужденный участок мышечного волокна (генерация ПД) заряжен отрицательно, а удаленный участок этого волокна в этот же момент времени в состоянии покоя заряжен положительно. Возникает разность потенциалов и **ЭДС**.

- а* – двухмерный деполяризационный диполь;
- б* – двухмерный реполяризационный диполь



двухмерный деполяризационный и реполяризационный диполь изображающий ЭДС кардиомиоцита.



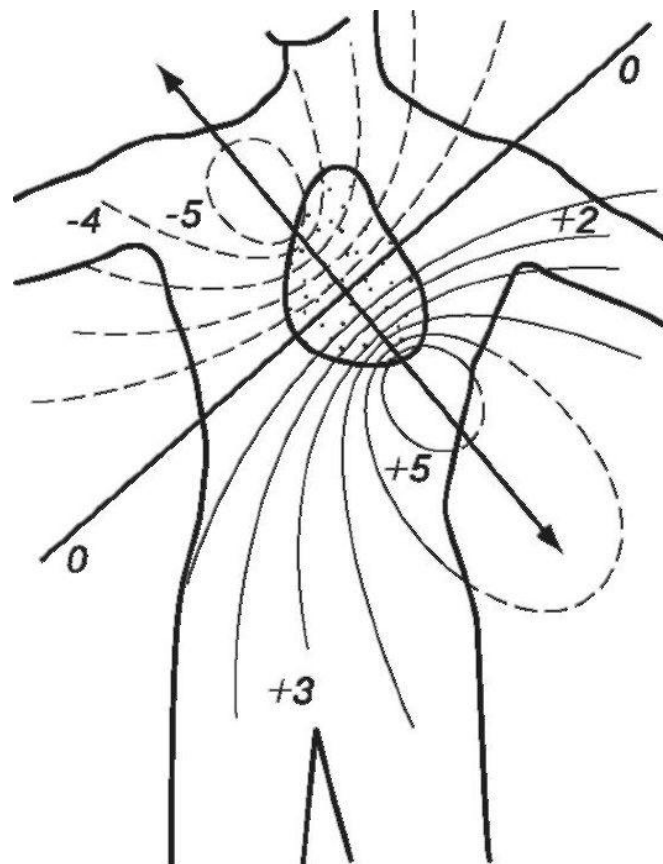
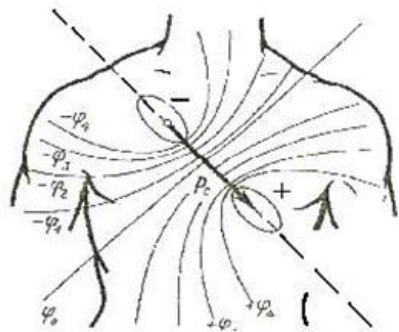
Теория отведений Эйнтховена:

сердце есть токовый диполь с дипольным моментом P_c , который поворачивается, изменяет свое положение (направление) и точку приложения во время распространения возбуждения по проводящей системе и миокарду сердца за время сердечного цикла. («дипольный момент сердца» - «вектор электродвижущей силы сердца» или «электрический вектор сердца»).

ЭДС в сердце может быть изображена в виде **токового диполя** (двух или трехмерного) с **определенным изменяемым дипольным моментом сердца** (величиной имеющей численное значение и направление).

Электрическое поле сердца подобно полю **токового диполя**.

Дипольный момент – интегральный электрический вектор сердца (суммарный электрический вектор возбужденных в данный момент клеток).

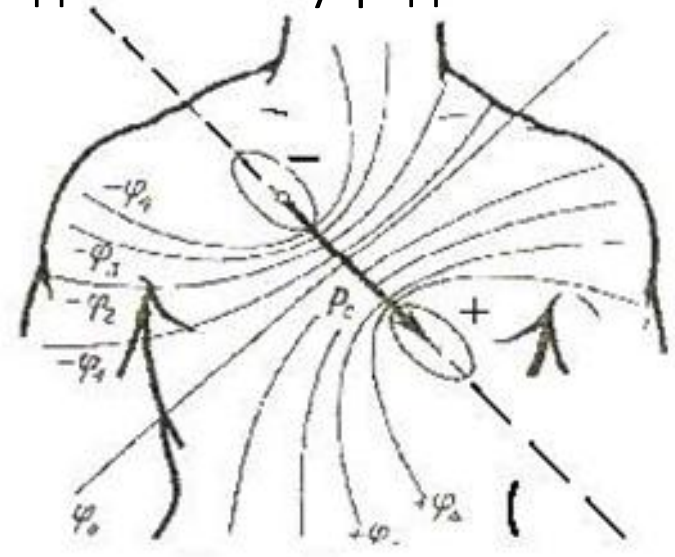


Электрокардиография (ЭКГ)

- методика регистрации разности потенциалов, электрического поля образующего при работе сердца, между различными точками поверхности тела.

Прямым результатом электрокардиографии, является получение *электрокардиограммы* (ЭКГ) - графического представления изменяемой разности потенциалов электрического поля (возникающего по причине возбуждения миокарда предсердий и желудочков) на поверхности тела.

ЭКГ – это скалярное - плоскостное - двухмерное – представление усреднения всех векторов, возникающих в определённый момент работы сердца.



Теория Эйнтховена устанавливает связь между разностью биопотенциалов на поверхности кардиомиоцитов (сердца) и разностями потенциалов, регистрируемых в соответствующих участках тела - отведениях (см. ниже).

Стандартные отведения от конечностей и их проекция.

По Эйнтховену, сердце располагается в центре равностороннего треугольника, вершинами которого являются: правая рука - левая рука - левая нога. Поэтому разности потенциалов, снятые между этими точками, **суть проекции дипольного момента сердца на стороны этого треугольника.**

Пары точек, между которыми измеряются разности биопотенциалов называют «**отведениями**».

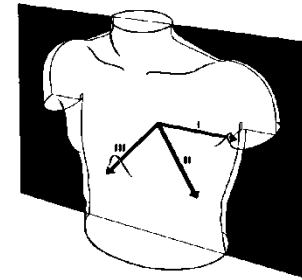
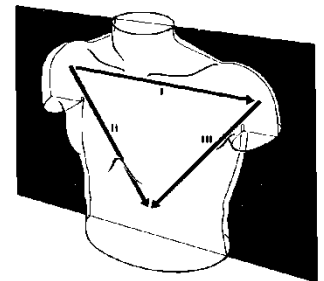
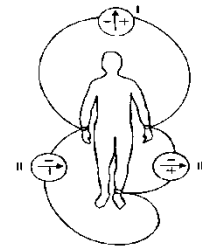
Для регистрации I, II и III отведения электроды накладываются на конечности:

I - правая рука — левая рука,

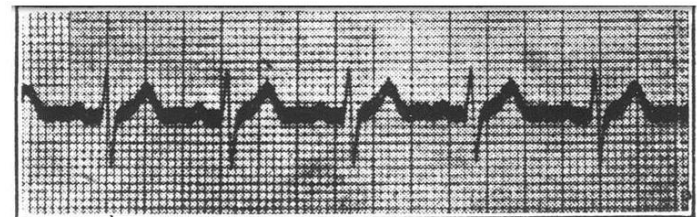
II - правая рука — левая нога,

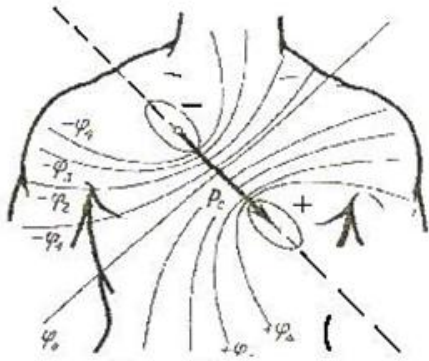
III - левая рука — левая нога.

С электрода на правой ноге показания не регистрируются, он используется только для заземления пациента (индифферентный электрод).

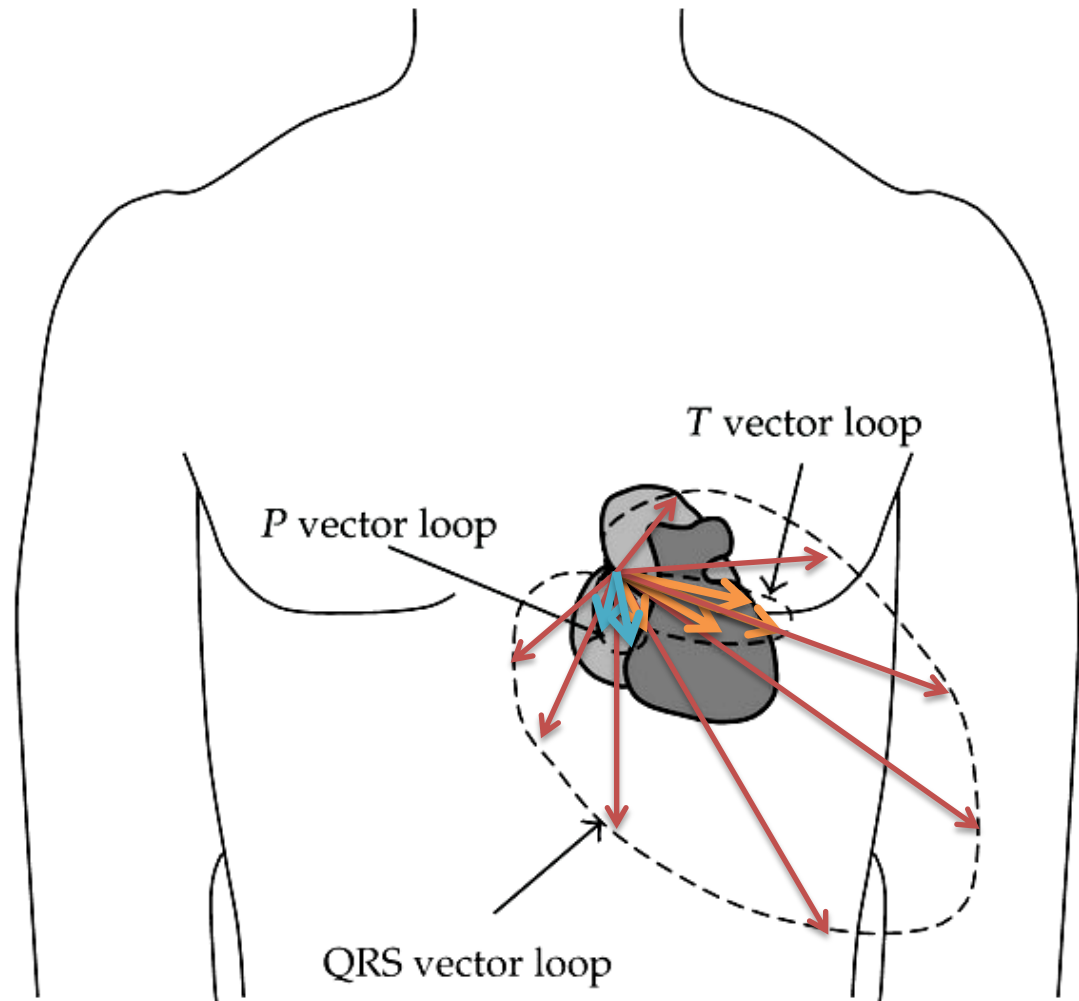


Первая ЭКГ человека, опубликованная Эйнтховеном в Розенштайновском сборнике (1902) и Пфлюгеровском архиве (1903).





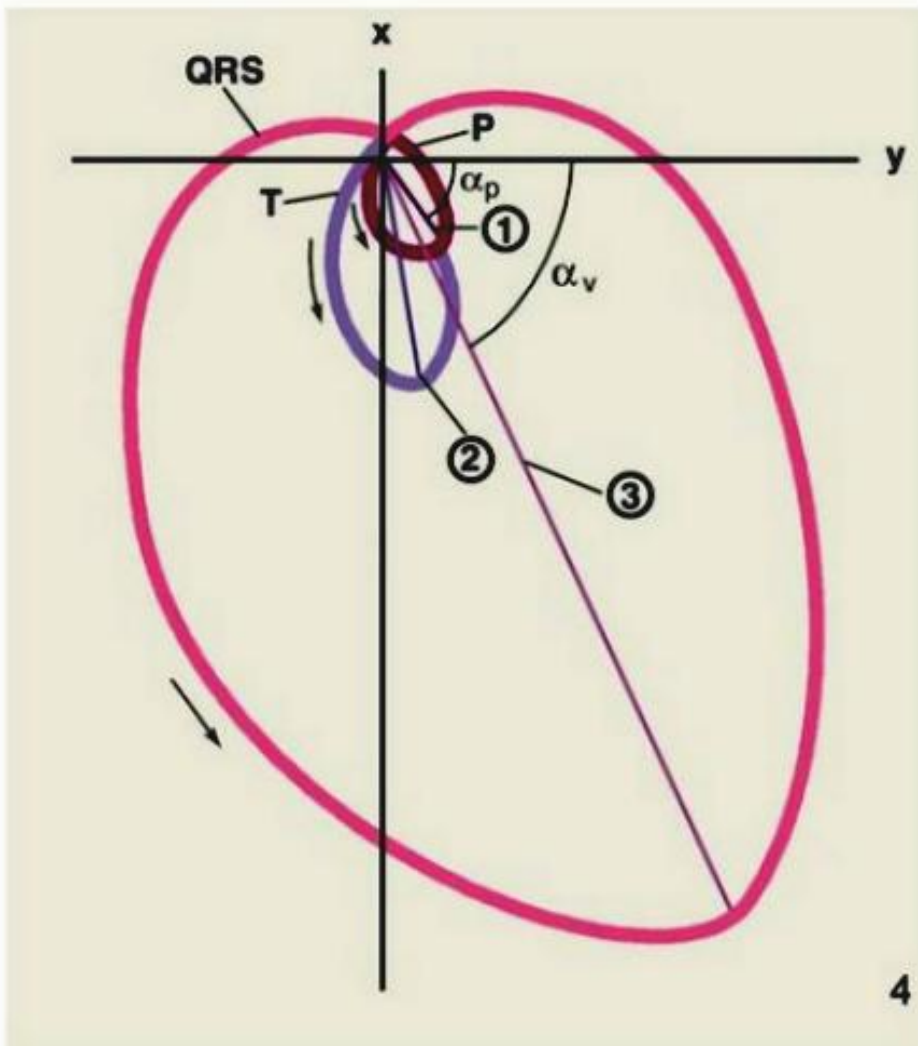
– трехмерное - представление усреднения всех векторов, возникающих в определённый момент работы сердца.

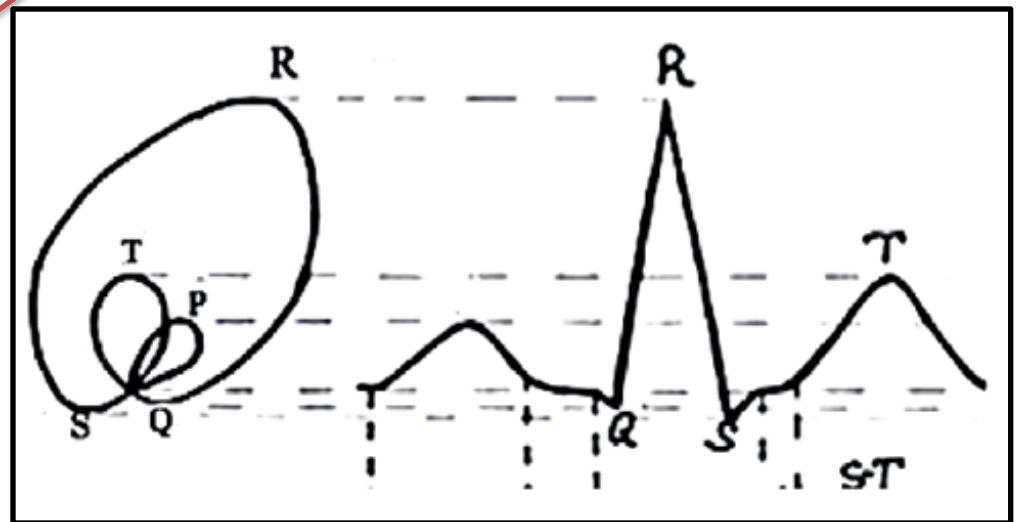
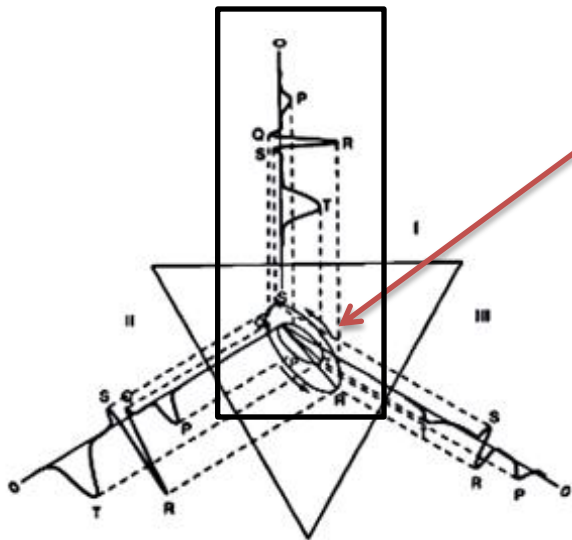
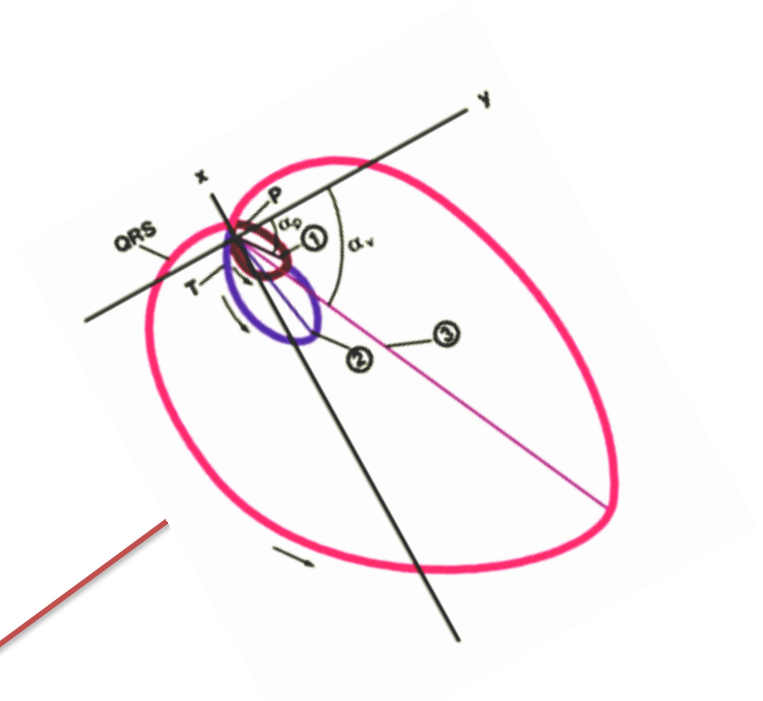
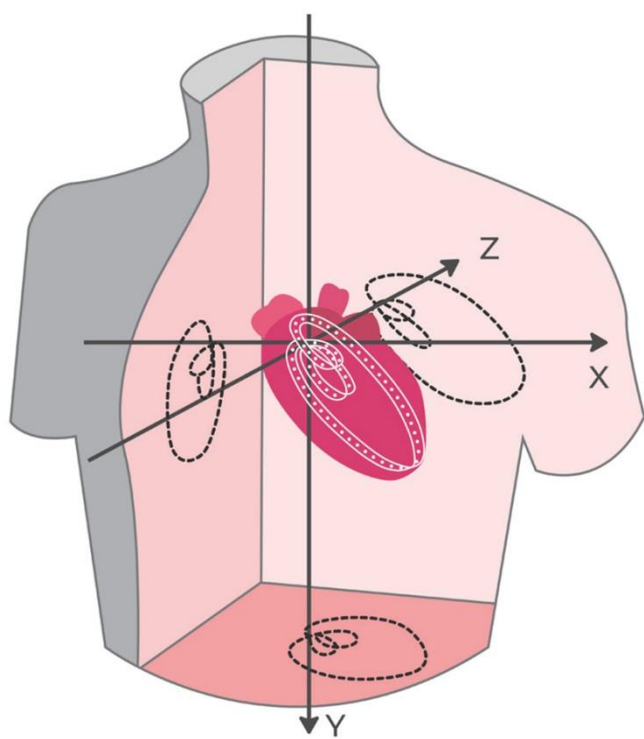


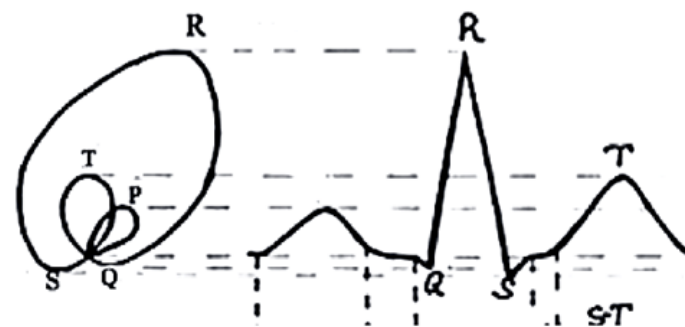
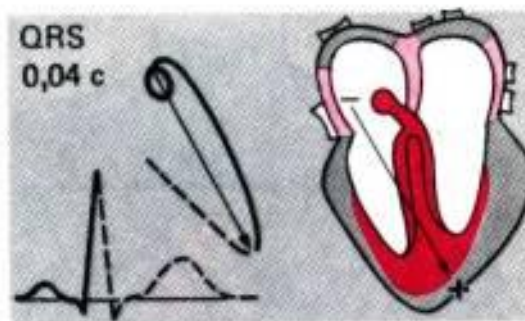
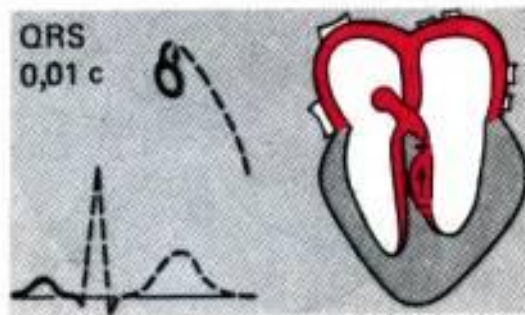
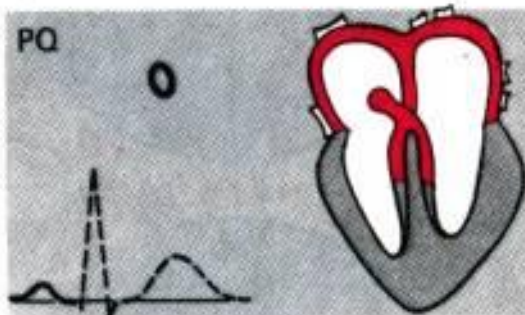
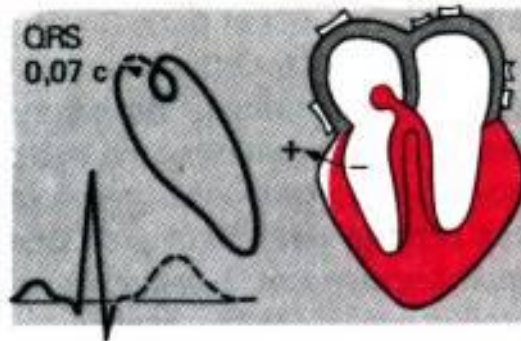
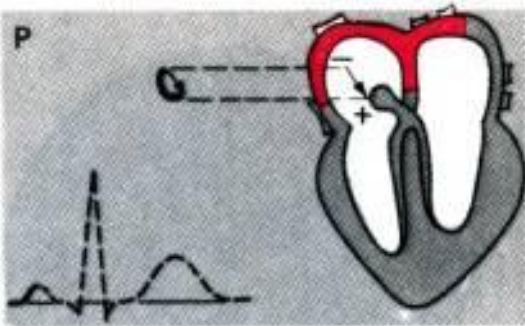
– трехмерное - представление усреднения всех векторов, возникающих в определённый момент работы сердца.

Векторкардиограмма

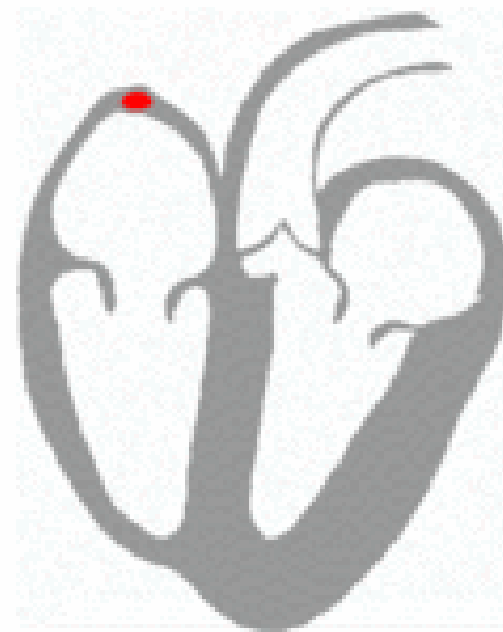
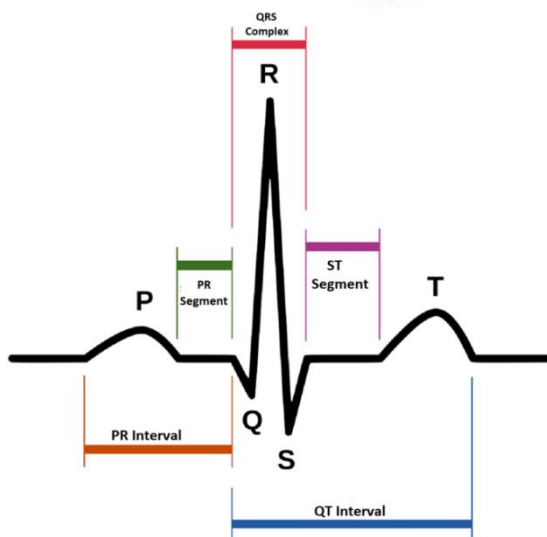
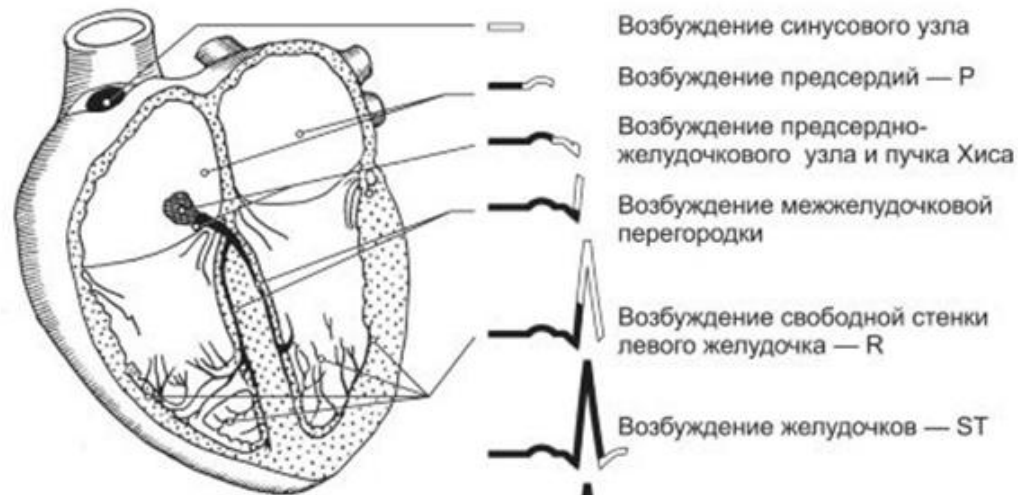
Петли векторкардиограммы в системе прямоугольных координат (оси x , y), образуемые ходом возбуждения по предсердиям (петля **P-коричневого** цвета) и желудочкам сердца (петля деполяризации желудочков **QRS-красного** цвета, петля реполяризации **T-фиолетового** цвета):
1, 2 и 3 — максимальные векторы петель P, T и QRS;
 α_p и α_v — углы отклонения максимальных векторов от координатной оси y .

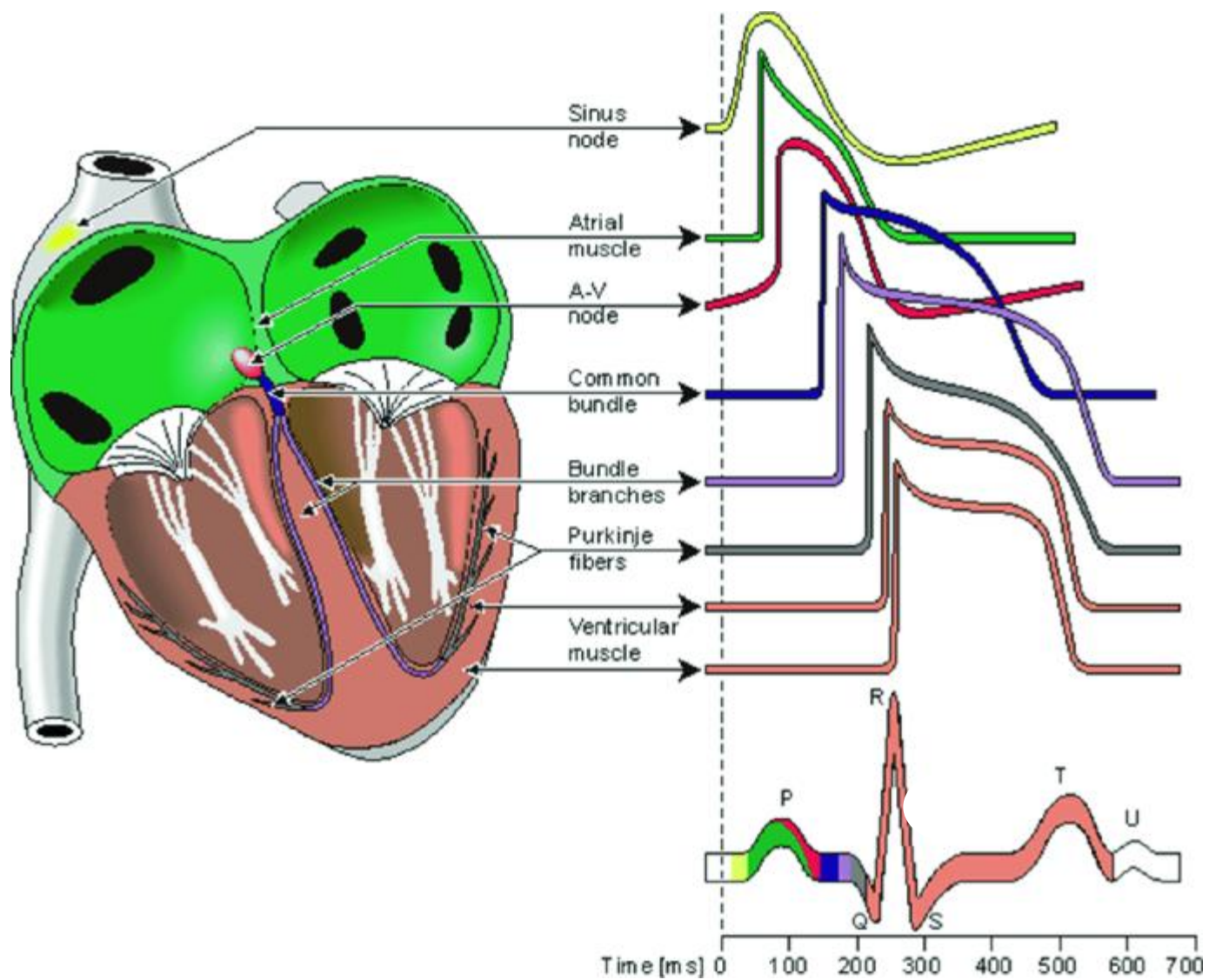




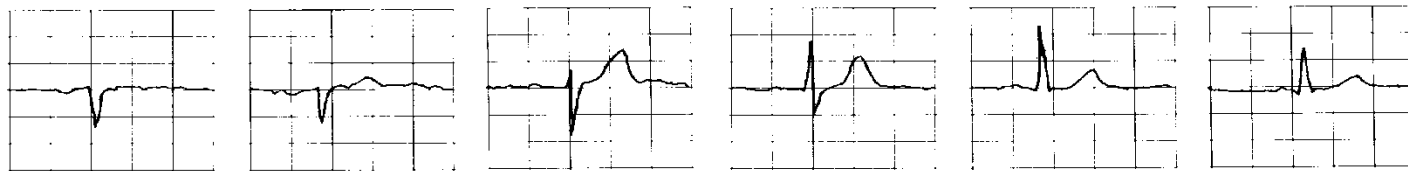


ФОРМИРОВАНИЕ ЗУБЦОВ ЭКГ





Грудные отведения ЭКГ (по Вильсону)



rS

qR(s)

V₁

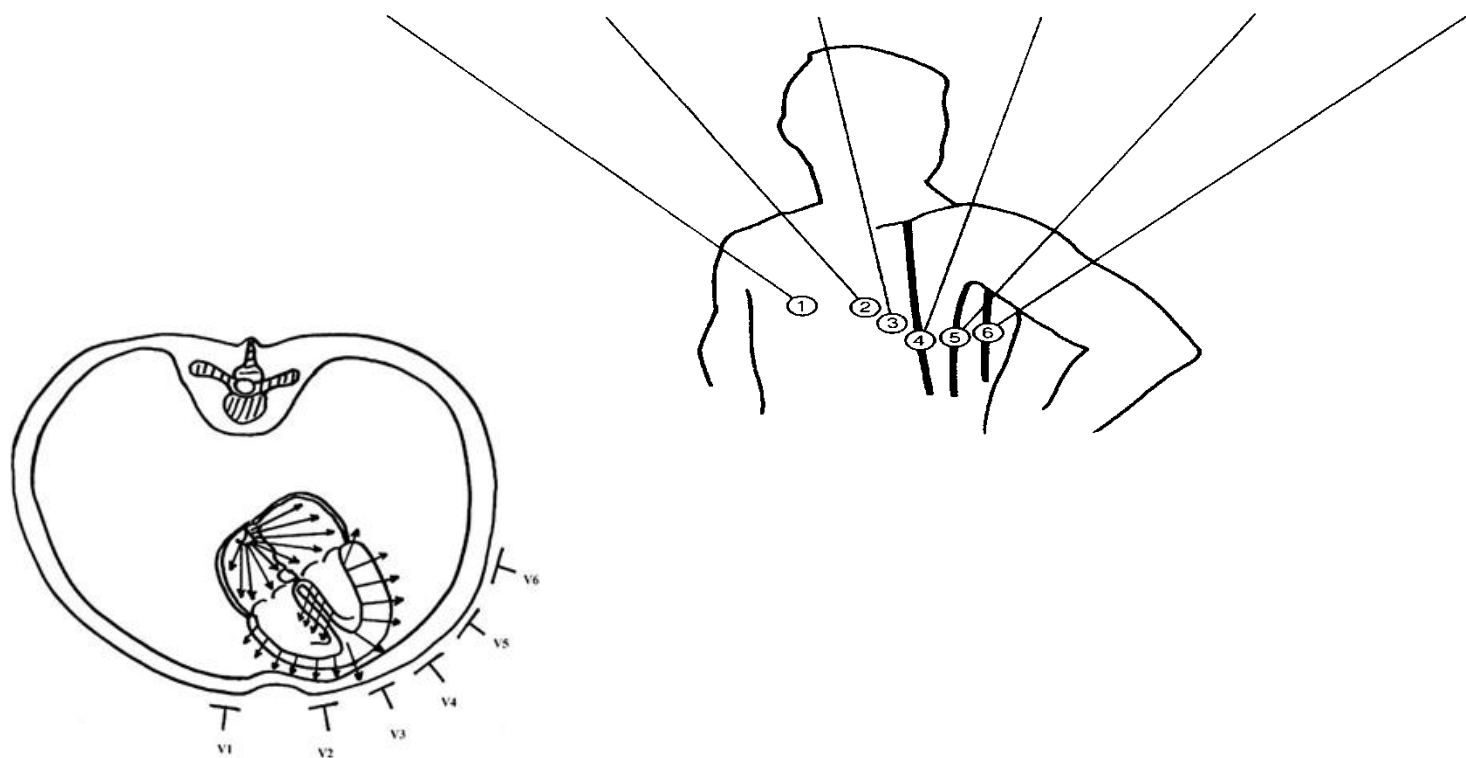
V₂

V₃

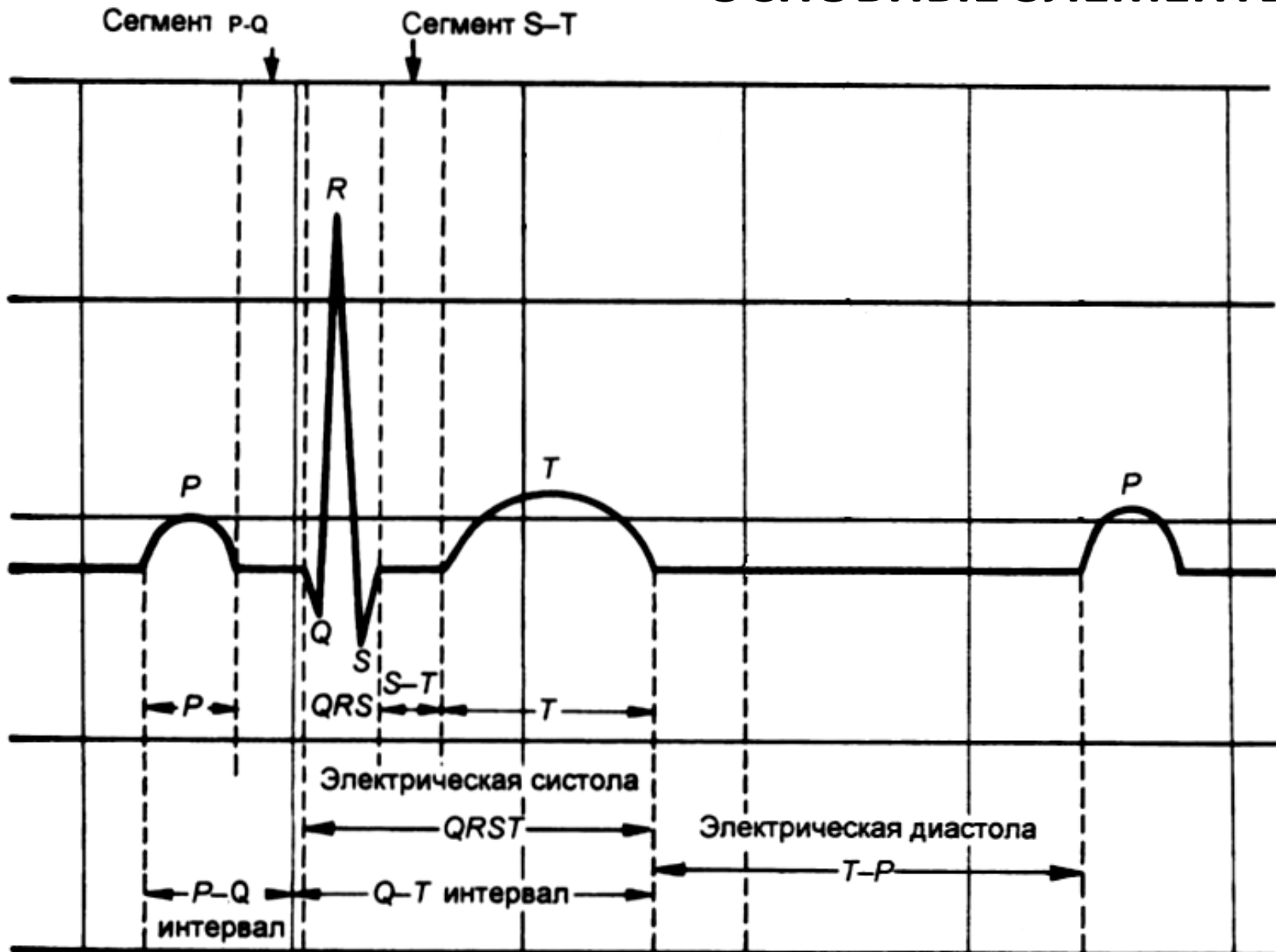
V₄

V₅

V₆

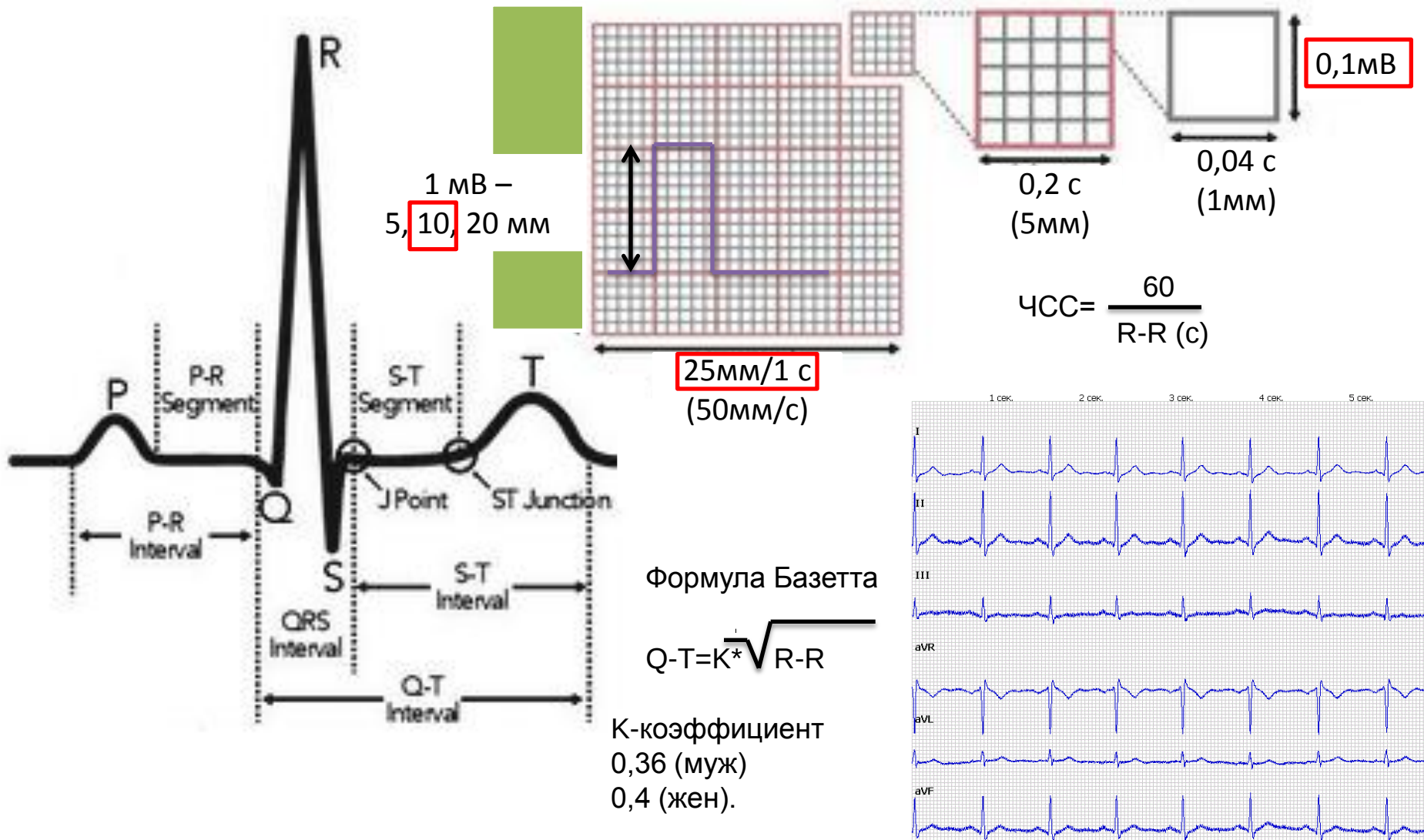


ОСНОВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ ЭКГ



Электрокардиограмма (второе стандартное отведение).

ОСНОВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ и анализ ЭКГ



Александра Филиппович Самойлов, физиолог, ученик И.П. Павлова и И.М. Сеченова, соратник и друг В. Эйнтховена.

Александр Филлипович с 1903 по 1930 гг. возглавлял кафедру зоологии, сравнительной анатомии и физиологии физико-математического факультета Казанского университета.

Именно здесь в 1906 г., была записана первая электрокардиограмма в России здорового человека, а в 1908 г. сделана электрокардиограмма больной ревматическим пороком сердца в терапевтической клинике А.Н. Казем-Бека.

Уже с ноября 1920 г. в Казанском институте усовершенствования врачей А.Ф. Самойловым впервые в мире был введен курс физиологии и электрокардиографии для врачей.

