

**Электрическая активность
органов.
Физические основы
электрокардиографии.**

Разработала
ст. преподаватель
кафедры математики
Ромашкина Е.П.

**Электрическая активность органов.
Физические основы электрокардиографии.**

План

1. Понятие электрографии
2. Метод электрокардиографии
3. Мембранная теория биоэлектрических явлений
4. Электрический диполь. Потенциал поля диполя
5. Токовый диполь
6. Теория Эйнтховена

Электрография - это регистрация биопотенциалов тканей и органов.

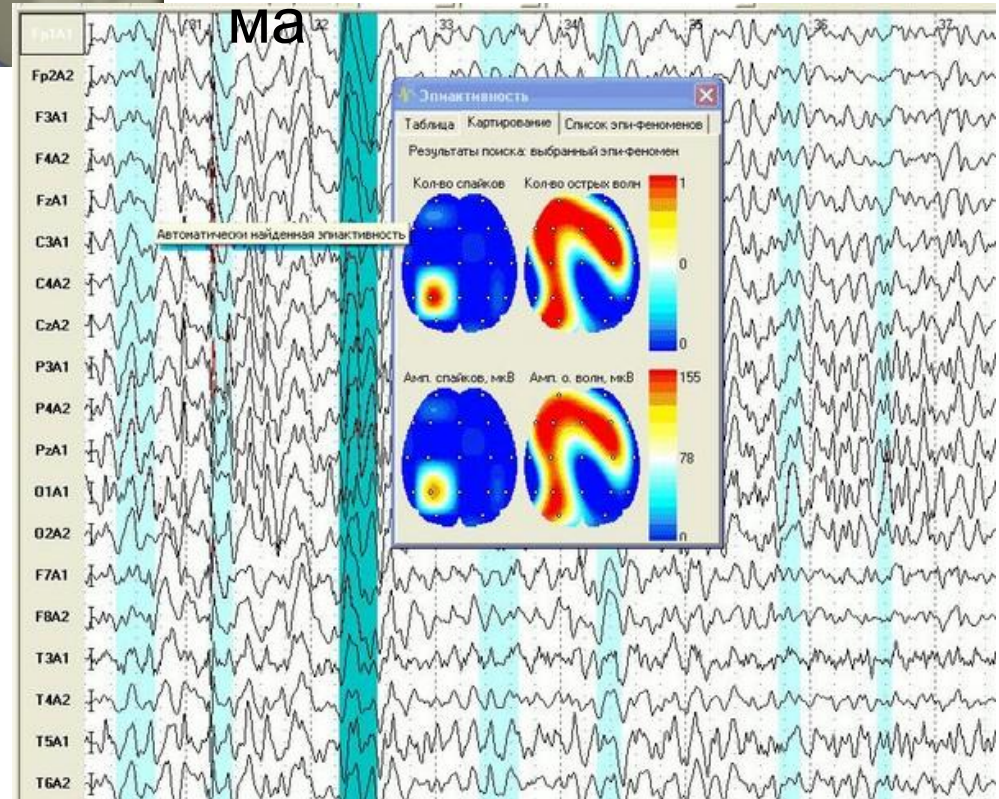
- **ЭКГ** – электрокардиография – регистрация биопотенциалов, возникающих в сердечной мышце при ее возбуждении;
- **ЭРГ** – электроретинография – регистрация биопотенциалов сетчатки глаза, возникающих в результате воздействия на глаз;
- **ЭЭГ** – электроэнцефалография – регистрация биоэлектрической активности головного мозга;
- **ЭМГ** – электромиография – регистрация биоэлектрической активности мышц.



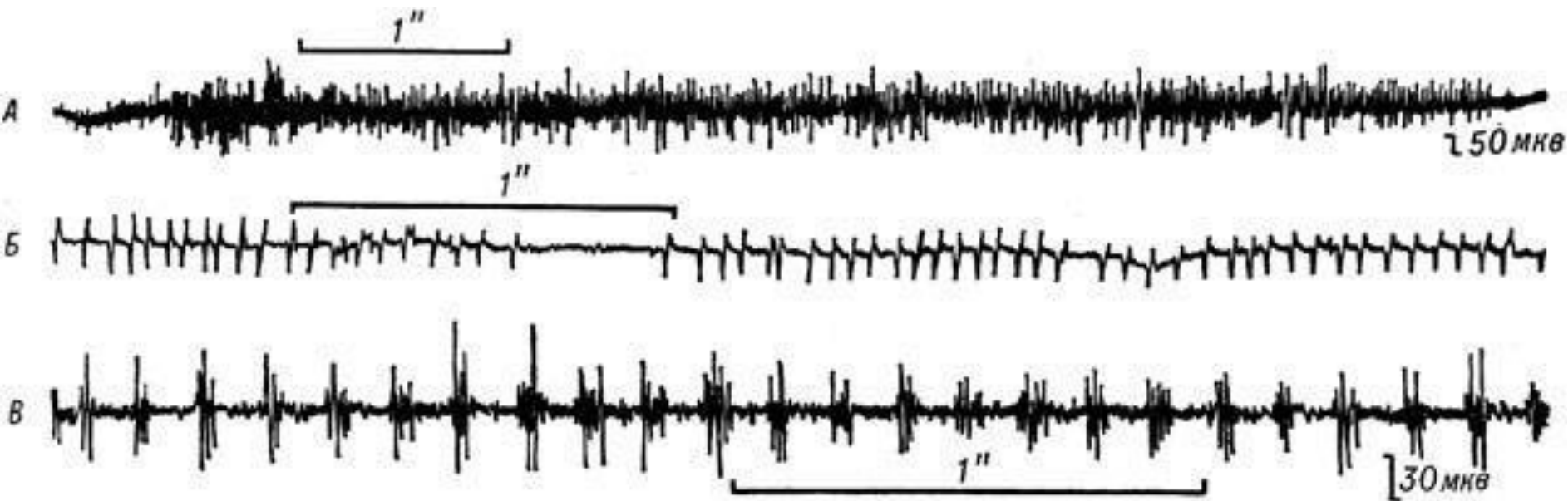
Электрэнцефалограм

ма

Запись
электрэнцефалограммы



ЭМГ – электромиография – регистрация биоэлектрической активности мышц.

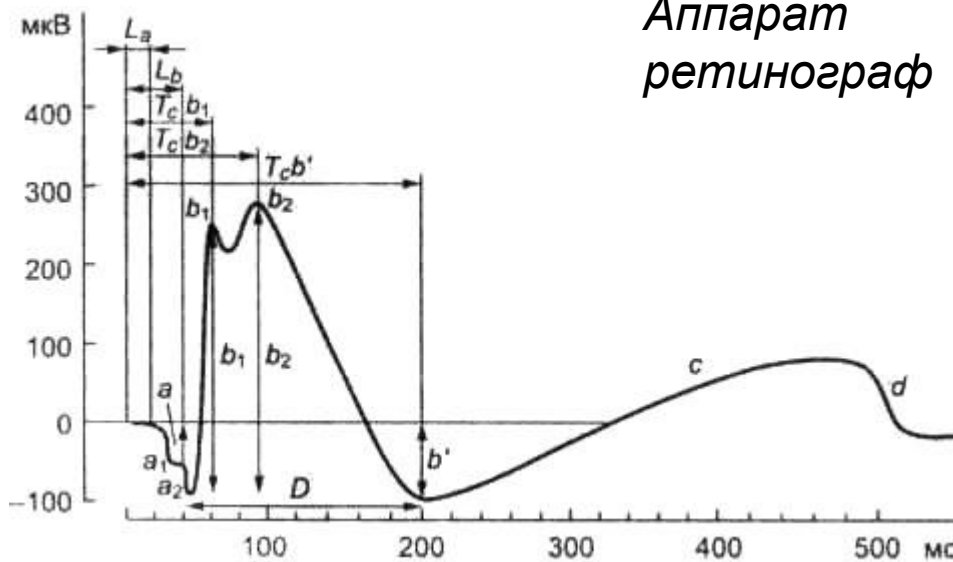


- Электромиограмма при сокращении общих разгибателей пальцев:
- А — в норме;
- Б — при тяжелом парезе мышц после полиомиелита;
- В — при паркинсоническом дрожании и ригидном повышении тонуса.



Ретинограф
ия

Аппарат
ретинограф



Ретинограмм

Характеристики биопотенциалов

Биопотенциалы	Интервал частот, Гц	Амплитуда, мкВ	
		максимальная	минимальная
ЭКГ	0,2–120	1500–2000	100–300
ЭМГ	3–600	1000–1500	30–40
ЭЭГ	1–300	200–300	5–10

Электрокардиография – это метод регистрации электрических процессов, протекающих в сердечной мышце при её возбуждении. Запись этих процессов – электрокардиограмма.

Задача электрокардиографии заключается в том, чтобы оценить электрические процессы в сердце по биопотенциалам, регистрируемым с поверхности тела человека.

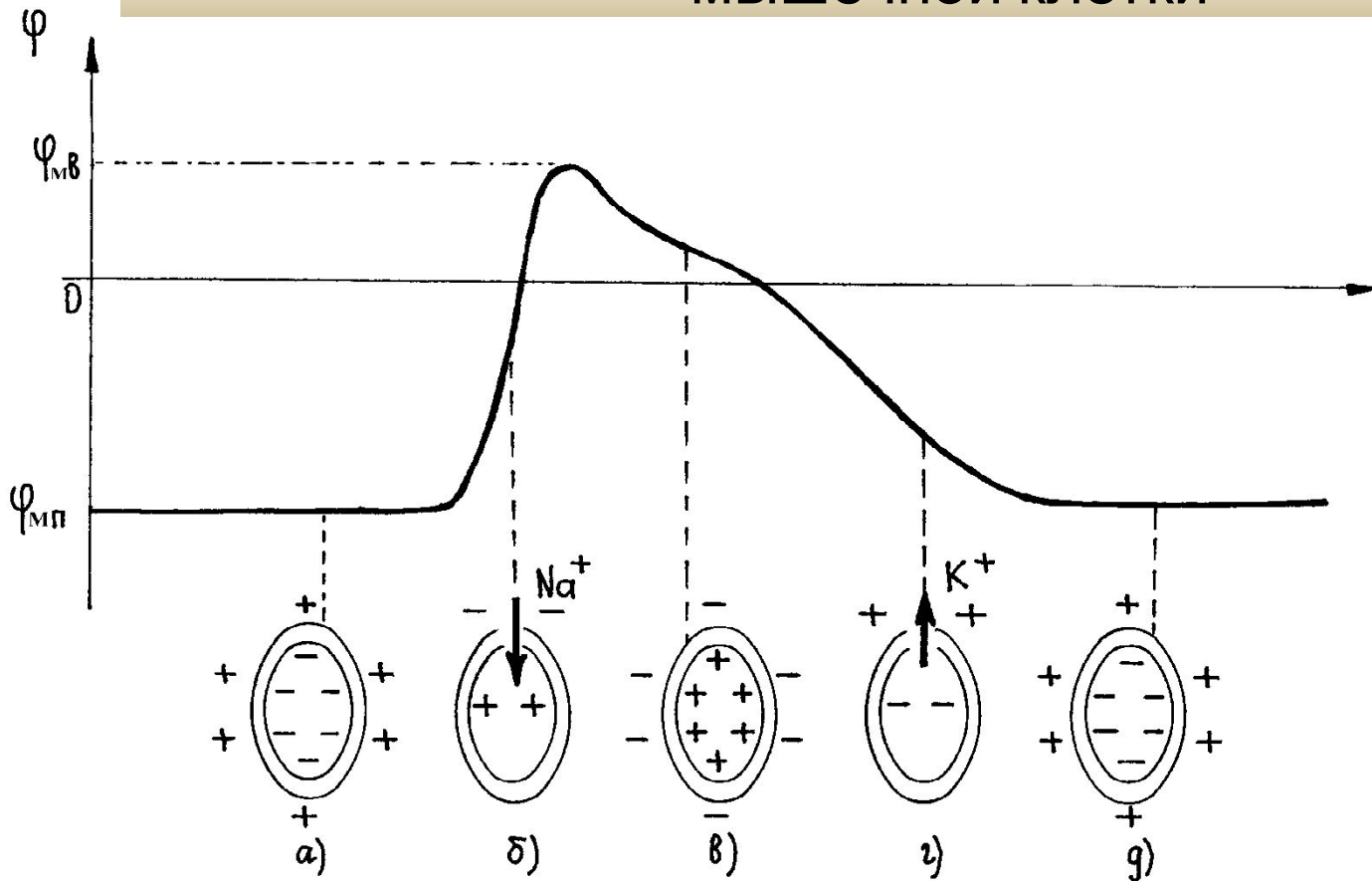
В формировании ЭКГ участвуют **функции сердца:**

автоматизм – способность вырабатывать импульсы, вызывающие возбуждение;

проводимость – способность проводить импульсы от места их возникновения до сократительного миокарда;

возбудимость – способность возбуждаться под влиянием импульсов.

Трансмембранный потенциал изолированной мышечной клетки



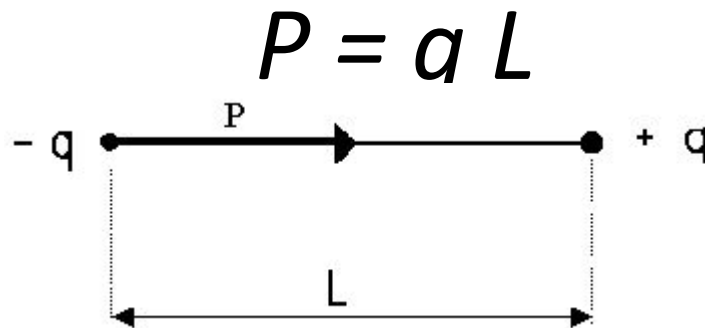
- а) стадия поляризации клетки в состоянии покоя;
- б) стадия деполяризации при возбуждении клетки;
- в) стадия полной деполяризации;
- г) стадия реполяризации клетки;
- д) стадия поляризации клетки.

Электрический диполь – система из двух равных по величине, но противоположных по знаку электрических зарядов, расположенных на некотором расстоянии друг от друга.

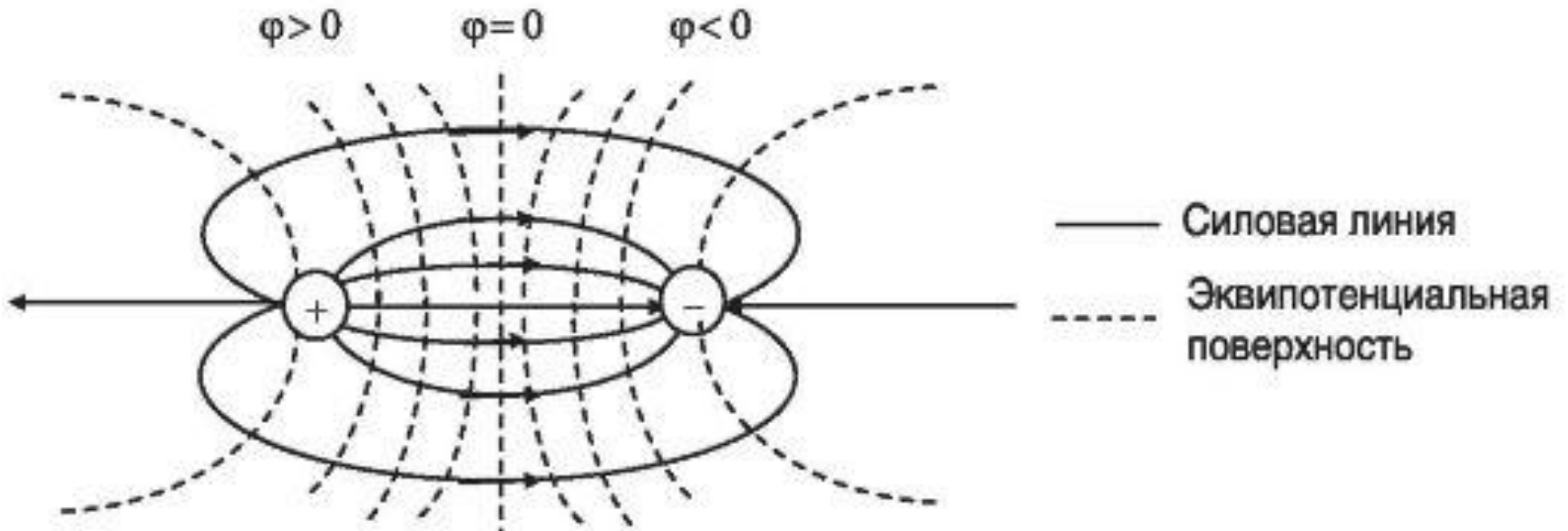
Расстояние между зарядами называется **плечом диполя**.

Электрический момент диполя (или дипольный момент) – это произведение абсолютной величины заряда на расстояние между зарядами.

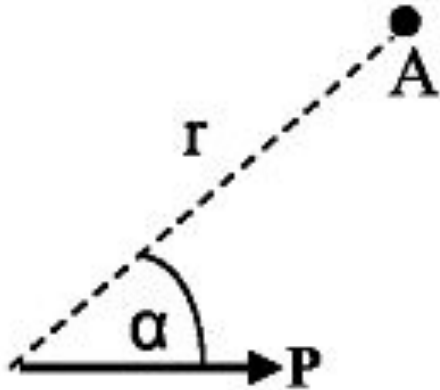
Дипольный момент – это вектор. Он направлен от отрицательного заряда к положительному.



Диполь и его электрическое поле



Потенциал электрического поля диполя



$$\varphi = \frac{1}{4\pi\epsilon_0\epsilon} \cdot \frac{P \cos \alpha}{r^2}$$

P – дипольный момент;

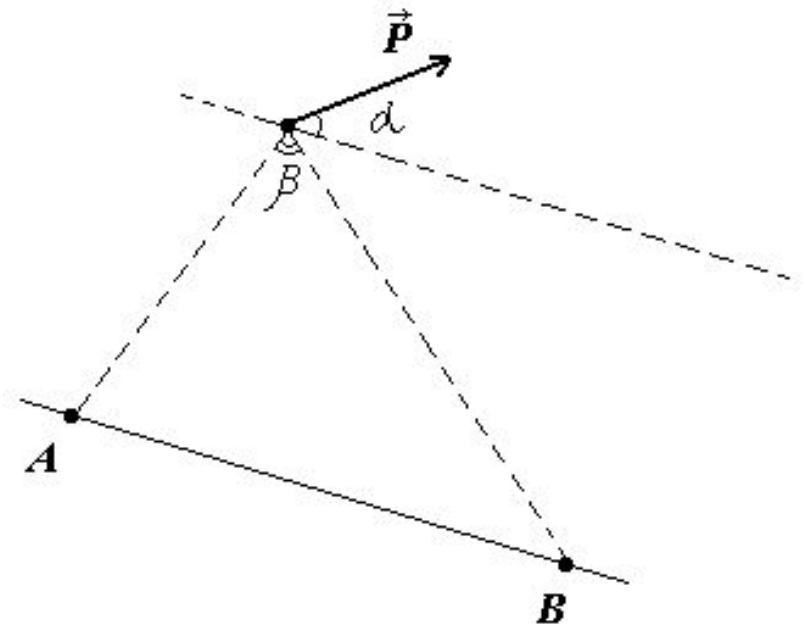
ϵ – диэлектрическая проницаемость среды;

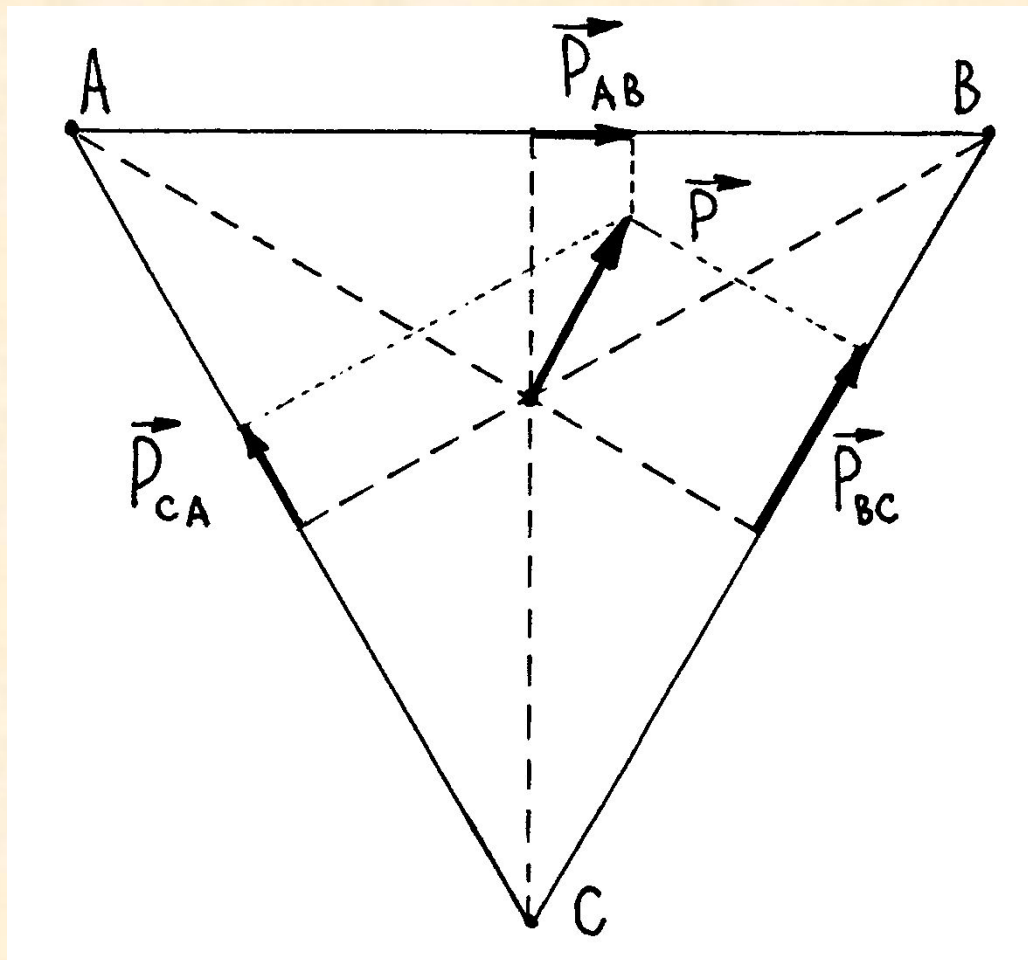
r – расстояние от точки A среды до диполя;

α – угол между вектором P и направлением на точку A .

Разность потенциалов между любыми двумя точками поля, созданного диполем, пропорциональна проекции дипольного момента на прямую, проходящую через эти точки и зависит от синуса половины угла, под которым видны эти точки

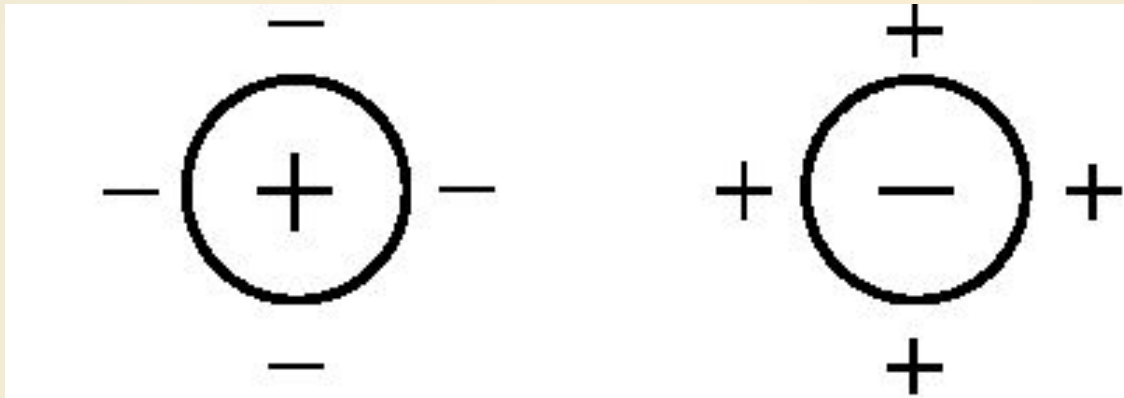
$$\varphi_B - \varphi_A = \frac{P \cos \alpha}{2\pi\epsilon_0\epsilon r^2} \sin \frac{\beta}{2} = U_{AB}$$



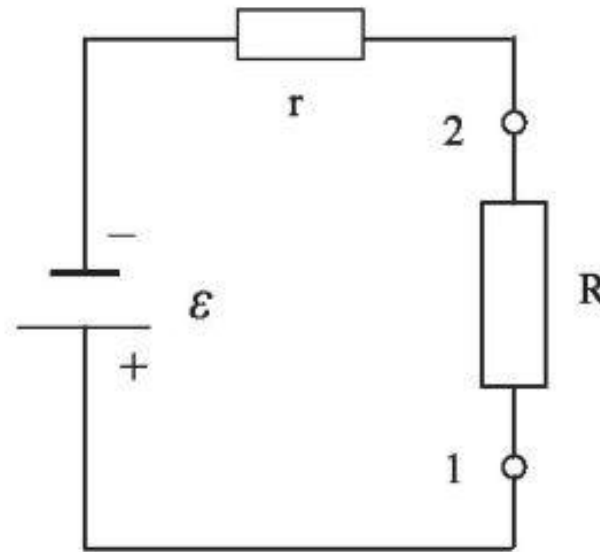
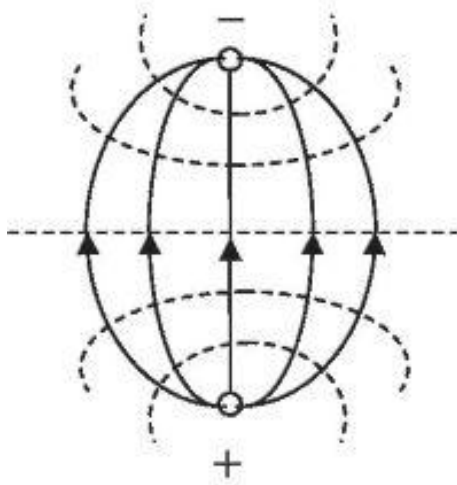


$$U_{AB} : U_{BC} : U_{CA} = P_{AB} : P_{BC} : P_{CA}$$

Экранирование диполя в проводящей среде



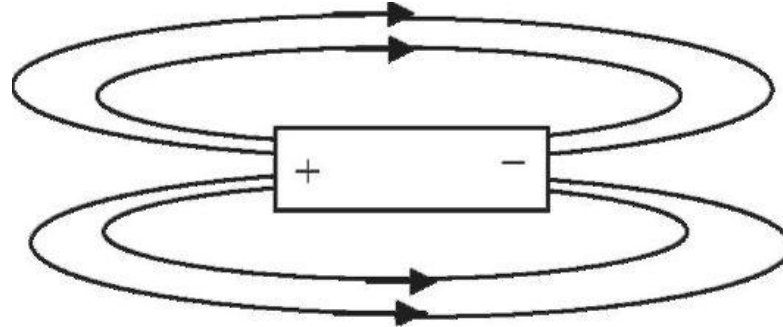
Двухполюсная система в проводящей среде, состоящая из истока и стока тока, называется **дипольным электрическим генератором** или **токовым диполем**. Расстояние между истоком и стоком тока (L) называется **плечом** токового диполя.



R - сопротивление проводящей среды, в которой находятся электроды; r - внутреннее сопротивление источника, ϵ - его э.д.с.; положительный электрод (1) – *исток тока*; отрицательный электрод (2) – *сток тока*.

$$I = \epsilon / r$$

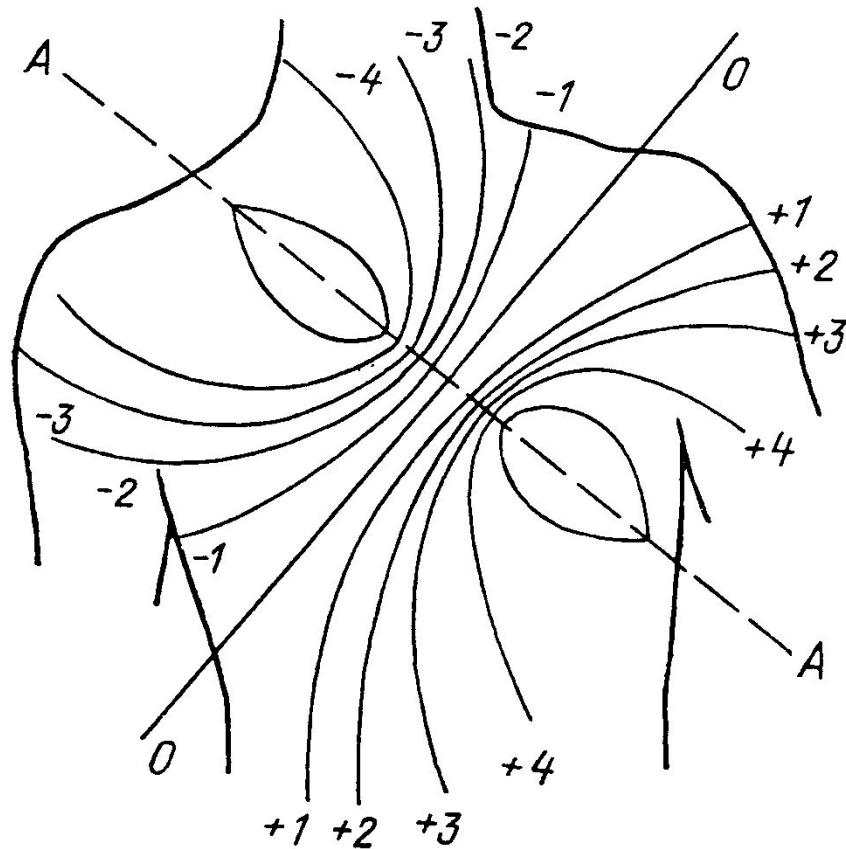
Токовый диполь и созданные им линии тока



Дипольный момент токового диполя – вектор, направленный от *стока* (–) к *истоку* (+) и численно равный произведению силы тока на плечо диполя:

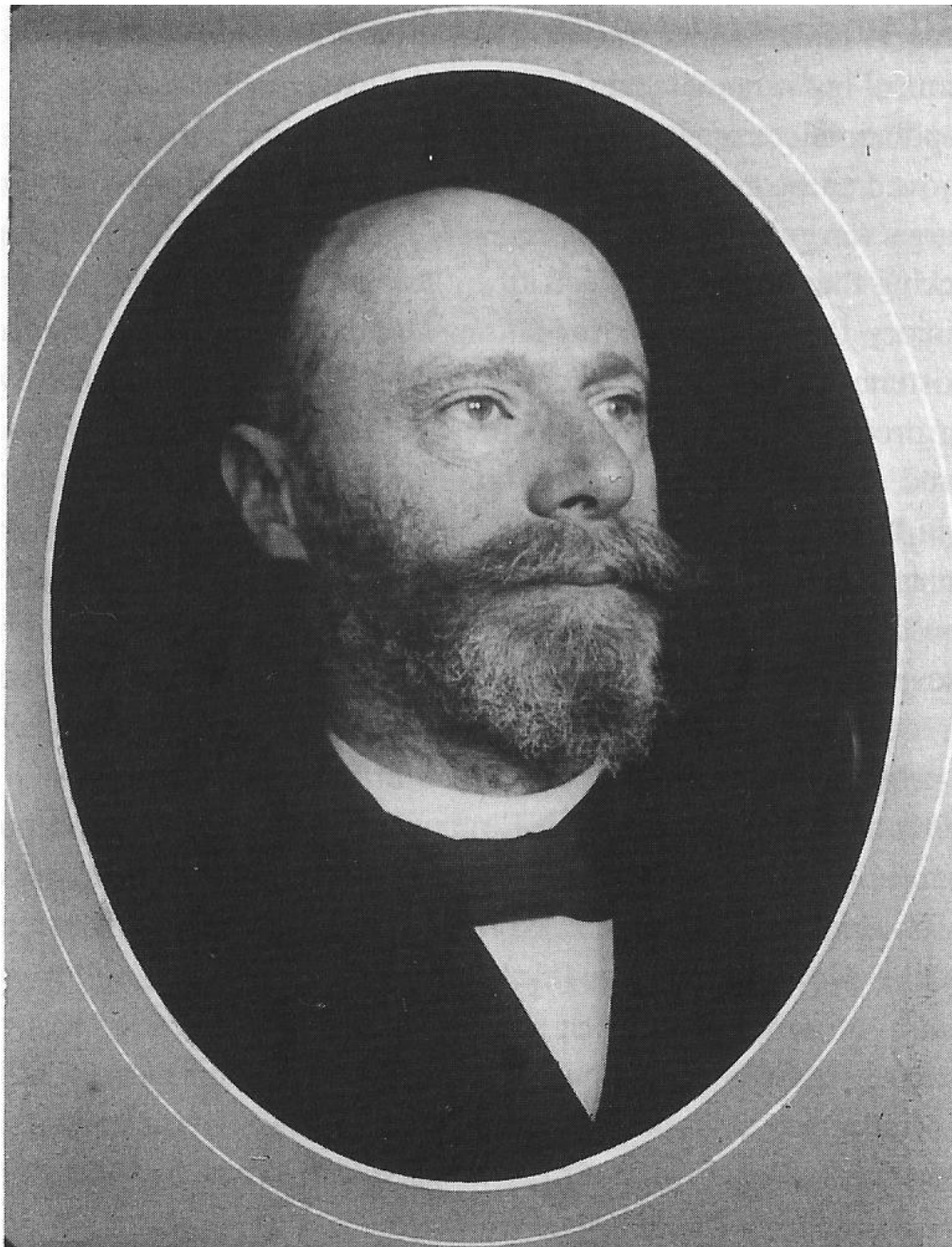
$$P_m = I \cdot L$$

Эквипотенциальные поверхности на теле человека



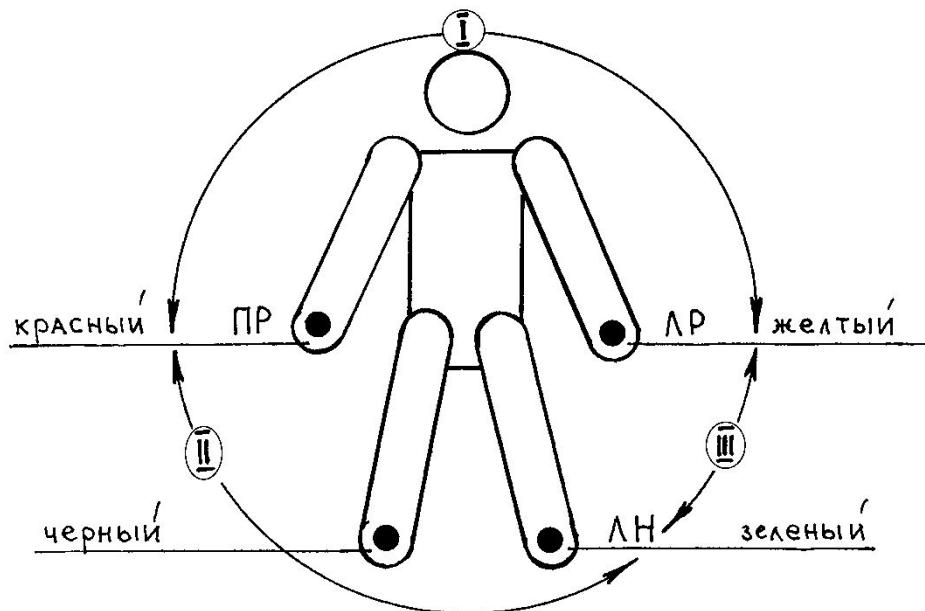
O-O – линия нулевого потенциала;

A-A – электрическая ось сердца.



**Виллем
Эйнтховен** —
нидерландский
физиолог,
основоположник
электрокардиографии
(Нобелевская премия
по
физиологии/медицине
в 1924 г.)

Разность потенциалов, регистрируемая между двумя точками на поверхности тела, в физиологии называется **отведением**.



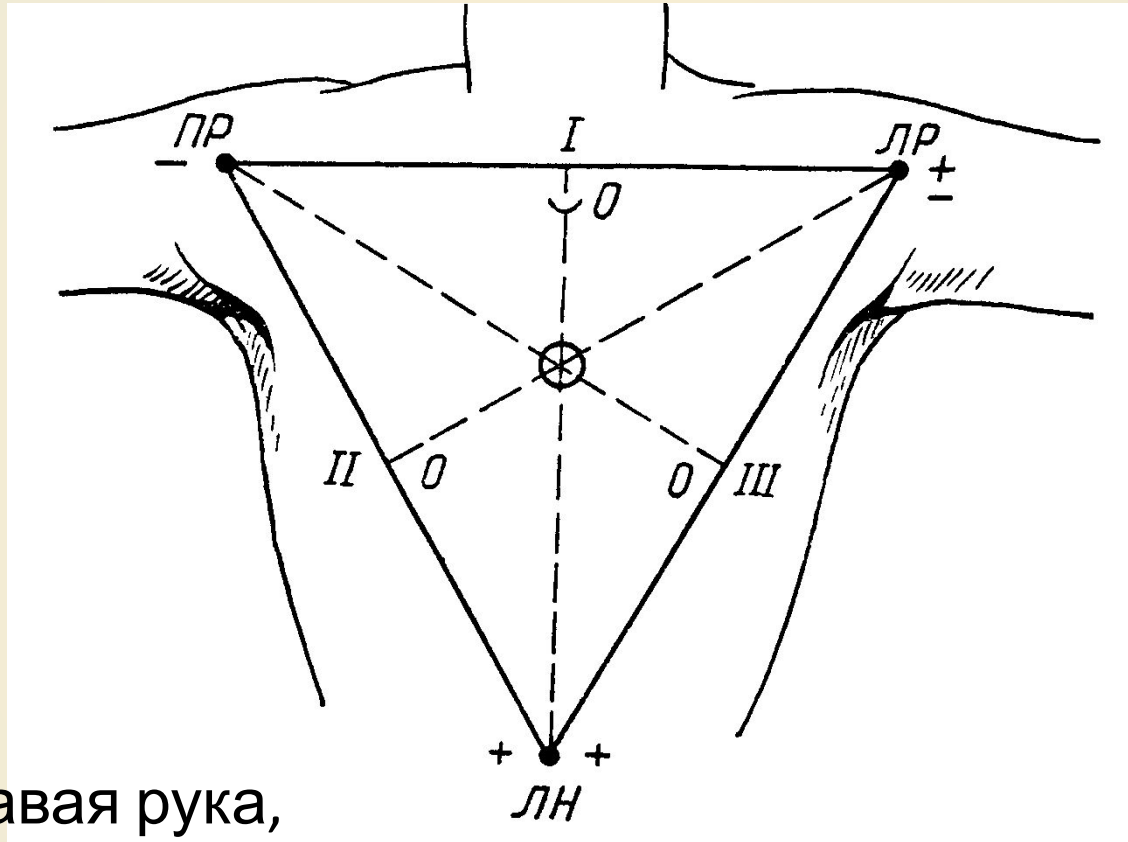
Система стандартных отведений Эйнтховена

1 отведение: правая рука – левая рука;

2 отведение: правая рука – левая нога;

3 отведение: левая рука – левая нога

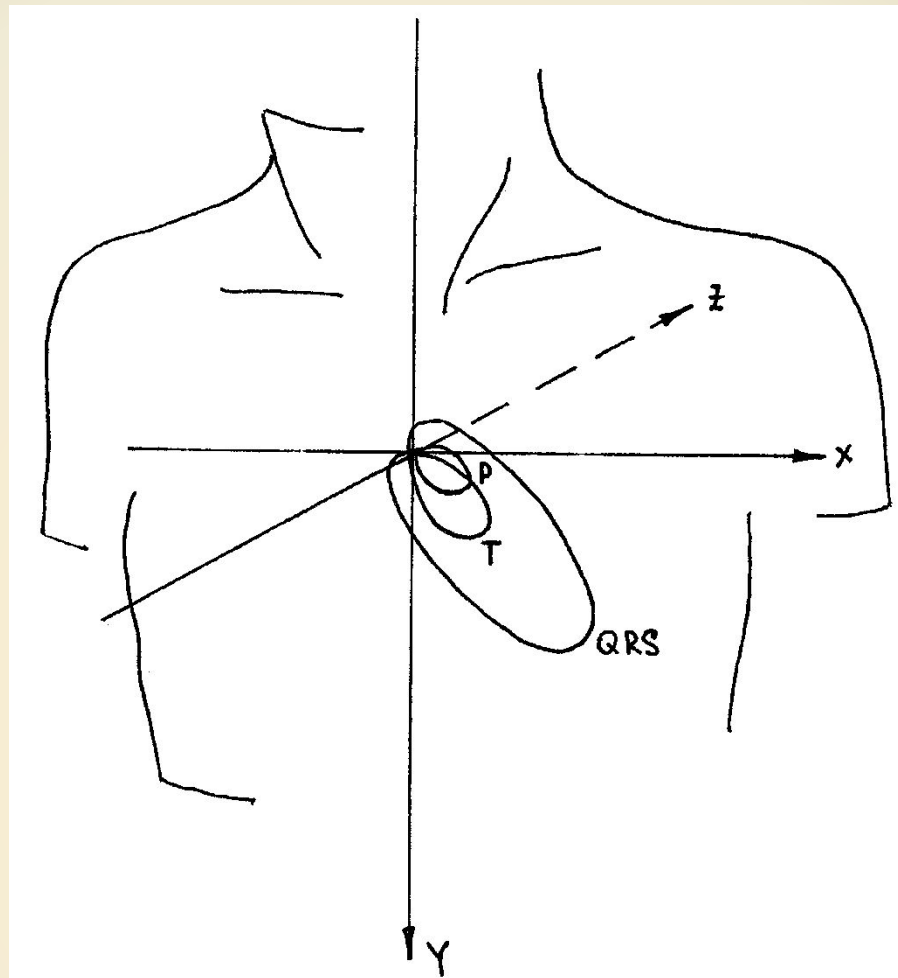
Треугольник Эйнтховена



ПР – правая рука,

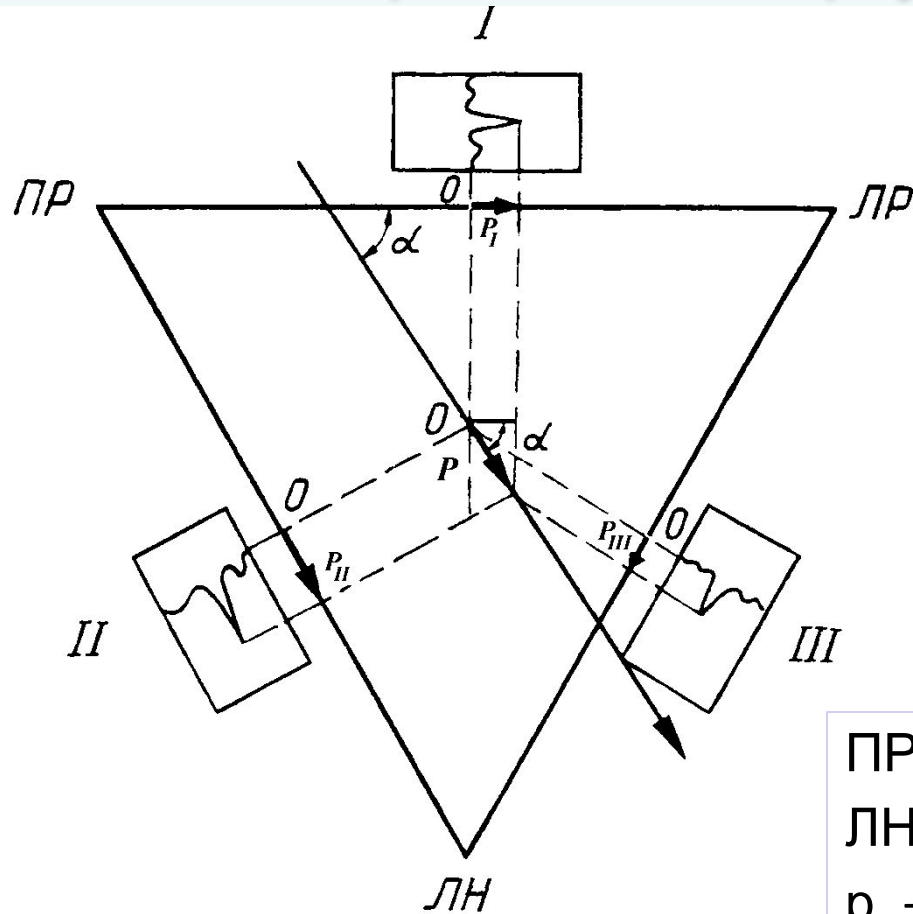
ЛР – левая рука,

ЛН – левая нога



- В процессе проведения возбуждения по сердечной мышце положительный полюс вектора дипольного момента описывает три замкнутые линии: петли P, QRS и T

Электрокардиограммы трех стандартных отведений, изображенные на треугольнике Эйнтховена



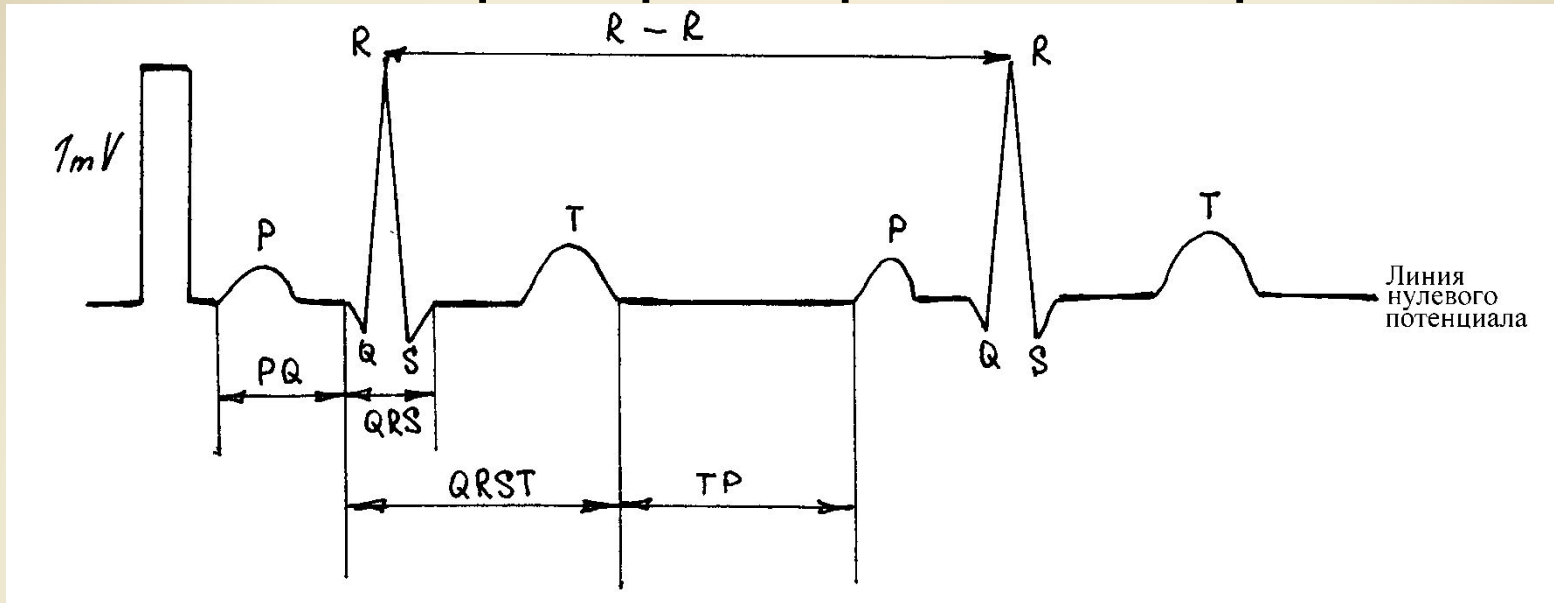
ПР – правая рука, ЛР – левая рука,
ЛН – левая нога;

r_1 – проекция вектора P на ось ПР –
ЛР,

r_2 – проекция вектора P на ось ПР –
ЛН,

r_3 – проекция вектора P на ось ЛР –
ЛН

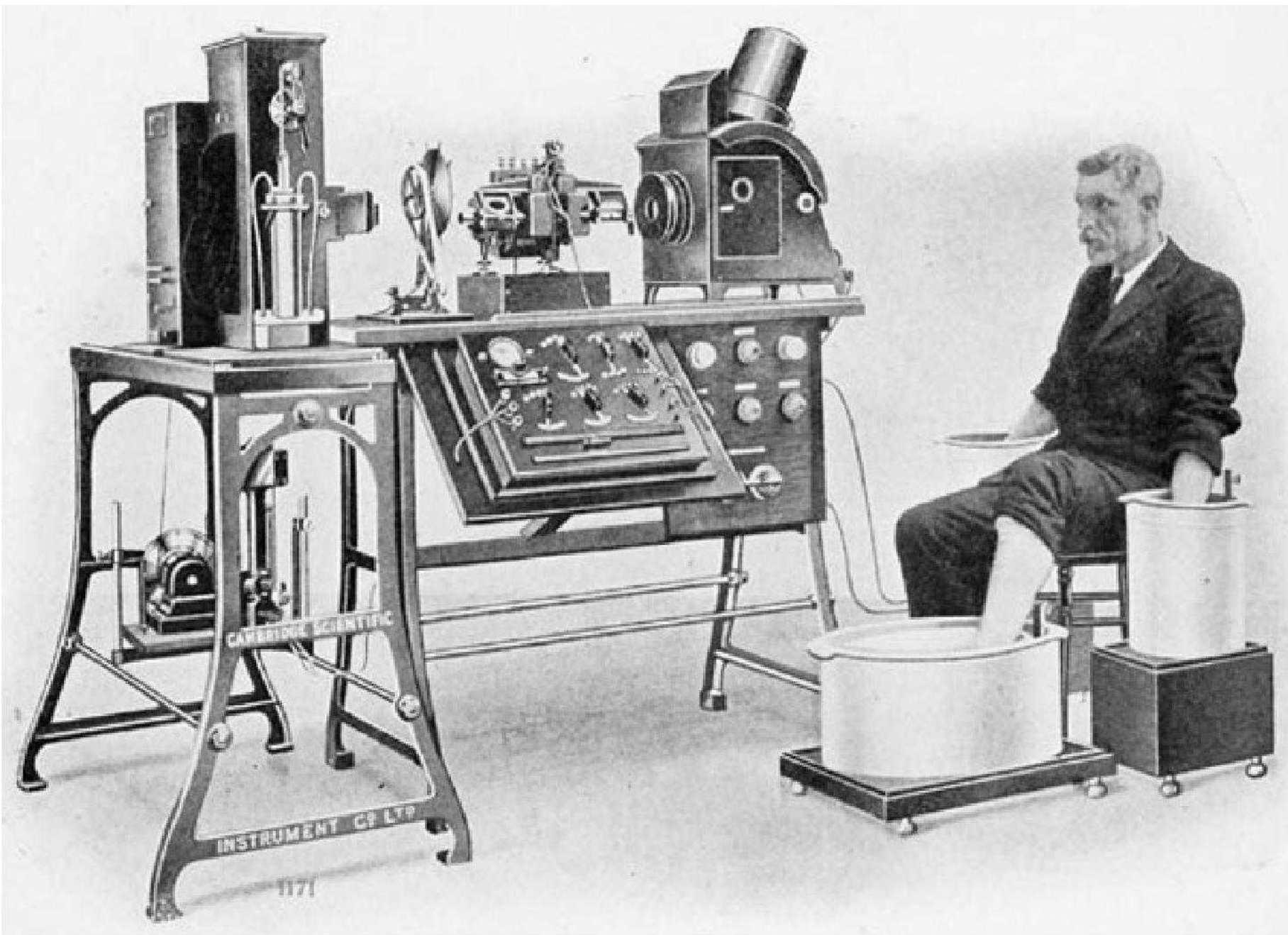
Электрокардиограмма в норме



- калибровка – отметка напряжения (контрольный милливольт);
- зубец P – деполяризация предсердий;
- зубец Q – реполяризация предсердий и деполяризация межжелудочной перегородки;
- зубец R – деполяризация боковых стенок и верхушки желудочков;
- зубец S – деполяризация оснований желудочков;
- зубец T – реполяризация желудочков;
- интервал P-Q отражает время, необходимое для деполяризации предсердий;
- интервал QRS – время деполяризации желудочков;
- интервал QRST – время, проходящее от начала деполяризации до конца реполяризации желудочков (в переносе на механическую работу сердца соответствует систоле);
- интервал T-P – состояние покоя;
- интервал R-R – время одного сердечного цикла.

Основные положения теории Эйнтховена

- Сигналы возбуждения сердечной мышцы поступают из синусового узла. В период возбуждения сердце можно рассматривать как токовый диполь с электрическим дипольным моментом, который периодически изменяет свою величину и положение в пространстве. Точку приложения вектора (отрицательный полюс диполя) принято считать постоянной.
- В процессе возбуждения диполь сердца создает в теле человека электрическое поле, параметры которого можно зарегистрировать в любой точке, в том числе и на поверхности тела человека. В процессе распространения возбуждения происходит изменение параметров электрического поля на поверхности тела человека. По измерениям потенциалов поля можно судить об электрических параметрах самого диполя.
- Для снятия ЭКГ отведения на поверхности тела выбирают таким образом, чтобы измеряемая в них разность потенциалов была максимальной. Стандартными отведениями считают отведения, образующие на поверхности тела человека условно равносторонний треугольник: I – левая рука – правая рука, II – правая рука – левая нога, III – левая рука – левая нога.



***Спасибо
за внимание***

