

Теорія Ейнтховена. Компоненти нормальної ЕКГ.

Біопотенціали, які виникають в органах і тканинах живого організму, надзвичайно чутливо відображають їх функціональний стан. Тому аналіз зареєстрованих біопотенціалів набув широкого використання в медичній практиці. Реєстрація різниці потенціалів між точками середовища, що оточує електрично активні тканини називається електрографією. Особливого поширення набув метод електрокардіографії – дослідження функціонального стану серця, його автоматизму, збудливості і провідності шляхом графічної реєстрації зміни електричних потенціалів, які виникають у серцевому м'язі під час його збудження і проведення збудження.

Графічне зображення зміни сумарного електричного потенціалу, який виникає під час збудження і проведення збудження в сукупності міокардіальних клітин за кардіоцикл називається електрокардіограмою.

Ейнтховен запропонував моделювати електричну діяльність серця струмовим диполем з дипольним моментом

$$\vec{D}_c = \sum_{i=1}^N \vec{D}_i$$

де D_i – дипольний момент елементарного струмового диполя на клітинному рівні.

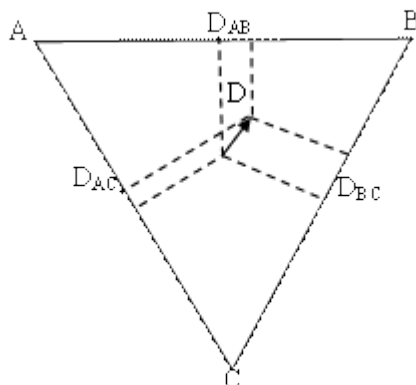
Вектор D_c - в медичній літературі називають електричним вектором серця, або вектором електрорушійної сили серця.

Фізико-математична модель, в якій реальний генератор серця зведено до точкового струмового диполя, називається моделлю дипольного еквівалентного електричного генератора серця.

Еквівалентний струмовий диполь серця створює в тілі людини електричне поле, силові лінії якого виходять на поверхню тіла.

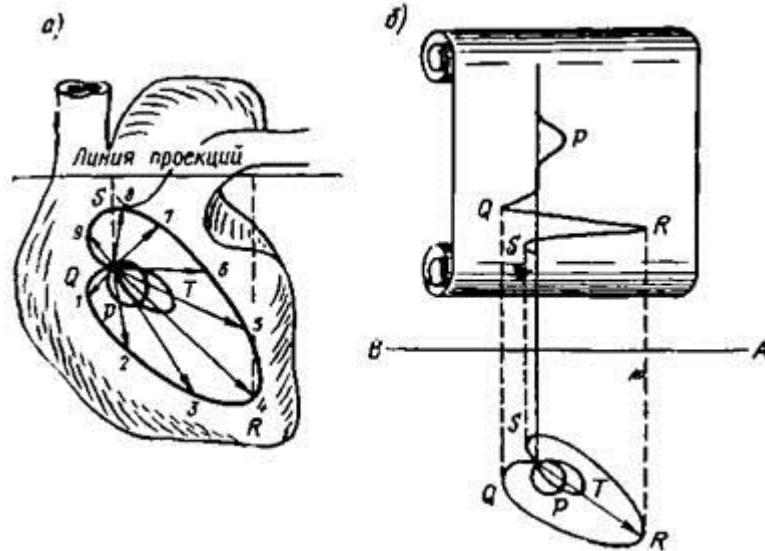
Ейнтховен встановив відповідність між миттєвими значеннями проекцій електричного вектора серця на фронтальну площину і різницею потенціалів між трьома точками цієї площини на поверхні тіла. Точки повинні утворювати рівносторонній трикутника до центру якого прикладений електричний вектор серця.

Різниця потенціалів, зареєстрована між будь-якими двома точками трикутника Ейнтховена, пропорційна проекції електричного вектора на відповідну сторону



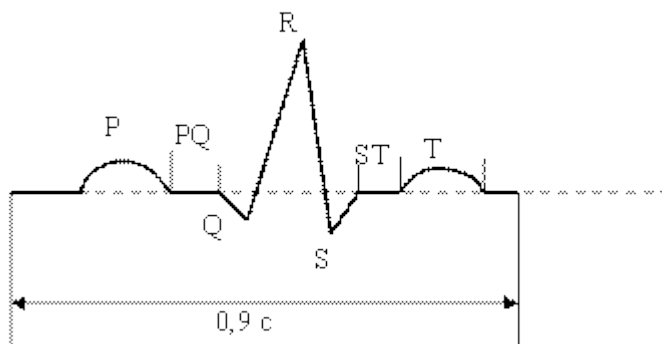
Кожна з цих проекцій відповідає одному із стандартних відведень, прийнятих в електрокардіографії I-ЛР-ПР (RL); II ПР-ЛН (RF); III ЛР-ЛН (LE).

За кардіоцикл $\overline{D_1}$ кінець вектора описує складну просторову криву. В теорії Ейнтховена вона в першому наближенні приймається за плоску, розташовану у фронтальній площині грудної клітки та складається з трьох петель, , Проекція просторових петель на лінію відведення за кардіоцикл утворює криву з трьома відповідними зубцями і має назву електрокардіограми.



Для запису ЕКГ використовують електрокардіограф. Існує багато різних марок електрокардіографів, але всі вони складаються з таких частин: перемикача відведень, підсилювача біопотенціалів, реєструючого пристрою, джерела живлення.

На рисунку схематично показана електрокардіограма здорової людини у першому відведенні.



Відрізки на ЕКГ, розміщені між зубцями, називають сегментами, а відрізки, що складаються з сегмента і зубця – інтервалами. Горизонтальні ділянки сегментів вказують на відсутність різниці потенціалів на поверхні тіла: вони зображені ізоелектричною лінією. Зубці і хвилі, спрямовані вершиною вгору від ізоелектричної лінії вважаються додатними, вниз – від’ємними. Діагностичними показниками ЕКГ є форма, висота зубців та інтервали між ними.

Висота (амплітуда) зубців вимірюється в мм (мВ), а тривалість в частках секунди. Тривалість кардіоциклу $\sim 0,8-0,9$ с. Зубець Т записується під час поширення збудження в міокарді передсердь; його тривалість $0,06-0,11$ с. Сегмент PQ відповідає часу розповсюдження збудження від передсердя до шлуночків. Комплекс QRS утворюється при поширенні збудження в міокарді шлуночків у напрямі від ендокарда до епікарда; його тривалість $0,08-0,1$ с. Сегмент ST є відображенням проміжної стадії – поляризації шлуночків, а зубець Т її кінцевої стадії. Після зубця Т починається діастола і на ЕКГ спостерігається ізолінія.

Електрокардіограма не дає нам уявлення про просторову орієнтацію електричного вектора серця D_c .

А для діагностики така інформація конче потрібна. Для цього використовують метод просторового дослідження електричного поля серця – векторкардіографію.

У векторній кардіографії реєструють два види кривих, які характеризують вектор D_c :

1) вектор кардіограму – геометричне місце точок (траєкторію) кінця вектора D_c в просторі за кардіоцикл.

2) плоскі вектоелектрокардіограми (петлі), які описує кінець вектора D_c в проекції на будь-яку з трьох координатних площин.

Проекція вектоелектрокардіограми отримується при додаванні двох взаємно-перпендикулярних відведень.

Прилад для візуального спостереження вектоелектрокардіограми називають вектоелектрокардіоскопом.