

ТРИКУТНИК ЕЙНТХОВЕНА ЯК ОСНОВА КАРДІОГРАФІЇ

Алтуніна В.А.

Науковий керівник: Шейкіна Н.В.

Кафедра біофізики та інформаційних технологій

Національний фармацевтичний університет, м. Харків

altuninavita@gmail.com

Вступ. Серце людини – потужний м'яз. При синхронному порушенні безлічі волокон серцевого м'яза в середовищі, що оточує серце, тече струм, який навіть на поверхні тіла створює різниці потенціалів порядку декількох мВ. Ця різниця потенціалів реєструється при записі електрокардіограми. Електрокардіограма (ЕКГ) – це запис електричної активності серця. Визначення дане найбільш просте. Якщо ж зріти в корінь, то спеціальний прилад записує сумарну електричну активність м'язових клітин серця, що виникає при їх збудженні. Електрокардіограма грає важливу роль в діагностиці захворювань. В першу чергу, звичайно, її призначають при підозрі на серцеві хвороби.

Мета. Дослідити основні принципи роботи трикутника Ейнтховена, наскільки він важливий у виявленні хвороб серця.

Матеріали і методи. Вілліам Ейнтхóвен – нідерландський фізіолог, засновник електрокардіографії, сконструював у 1903 році прилад для реєстрації електричної активності серця, вперше в 1906 році використав ЕКГ в діагностичних цілях, отримав Нобелівську премію з фізіології та медицини в 1924 році. Цікаво, що спочатку він займався офтальмологією, проводив дослідження, написав докторську дисертацію по цьому напрямку. Потім вивчав дихальну систему. У 1889 році він відвідав міжнародний конгрес з фізіології, де уперше ознайомився з процедурою проведення ЕКГ. Після цього заходу Ейнтховен вирішив впритул зайнятися поліпшенням функціональності приладу, що записує електричну активність серця, а також якості самого запису.

Припущення теорії Ейнтховена. Електричне поле серця на великих відстанях від нього подібне полю токового диполя; дипольний момент –

інтегральний електричний вектор серця (сумарний електричний вектор збуджених в даний момент клітин). Електричне поле, що створене серцем, можна

характеризувати інтегральним електричним вектором серця $D_c = \sum_{i=1}^n D_i$, де $D=Il$,

I – сила струму у колі генератора, l – відстань між полюсами генератора.

Електричний вектор серця змінюється за величиною і напрямком за час серцевого циклу, однак початок вектора залишається нерухомим. Величина потенціалу в кожній достатньо віддаленій від інтегрального електричного

вектора точці середовища дорівнює: $\varphi_\alpha = \frac{\rho}{4\pi} \frac{E \cdot \cos\alpha}{r^2}$, де ρ – питомий опір середовища.

За Ейнтховеном, серце розташовується в центрі рівностороннього трикутника, вершинами якого є: права рука – ліва рука – ліва нога. (Вершини трикутника рівновіддалені як один від одного, так і від центру трикутника). Пари точок, між якими вимірюються різниці біопотенціалів, з часів Ейнтховена у фізіології прийнято називати «відведеннями». Таким чином, теорія Ейнтховена встановлює зв'язок між різницею біопотенціалів серця і різницями потенціалів, що реєструються у відповідних відведеннях.

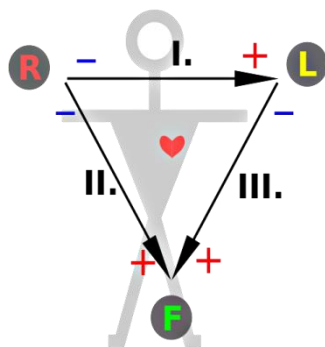


Рис.1. Трикутник Ейнтховена

Три стандартних відведення. *Стандартне відведення I (права рука – ліва рука).* Для реєстрації стандартного відведення **I** негативний вхід електрокардіографа з'єднаний з правою рукою, а позитивний вхід - з лівою рукою. Таким чином, коли точка прикріплення правої руки до грудної клітки стає електронегативною в

порівнянні з точкою прикріплення лівої руки, електрокардіограф реєструє відхилення в позитивну сторону, тобто вище нульової (ізоелектричної) лінії. І навпаки, коли точка прикріплення правої руки до грудної клітки стає електропозитивною в порівнянні з точкою прикріплення лівої руки, електрокардіограф реєструє відхилення в негативну сторону, тобто нижче нульової лінії.

Стандартне відведення II (права рука – ліва нога). Для реєстрації стандартного відведення II негативний вхід електрокардіографа з'єднаний з правою рукою, а позитивний вхід – з лівою ногою. Отже, коли права рука виявляється електронегативною порівняно з лівою ногою, електрокардіограф реєструє позитивне відхилення від нульової лінії.

Стандартне відведення III (ліва рука – ліва нога). Для реєстрації стандартного відведення III негативний вхід електрокардіографа з'єднаний з лівою рукою, а позитивний вхід – з лівою ногою. Отже, електрокардіограф реєструє позитивне відхилення, якщо ліва рука виявляється електронегативною порівняно з лівою ногою.

Їм відповідають різниці потенціалів U_I , U_{II} , U_{III} . Напрямок вектору P_c визначає електричну вісь серця. Лінія електричної осі серця при перетині з напрямком I-го відведення утворює кут α . Величина цього кута визначає напрямок електричної осі серця.

Серце являє собою генератор струму. Збуджена ділянка міокарда має негативний потенціал по відношенню до незбудженої ділянки. Просторовий розподіл потенціалів на поверхні тканин, що оточують серце, аналогічний до просторового розподілу потенціалів поля, створеного електричним диполем.

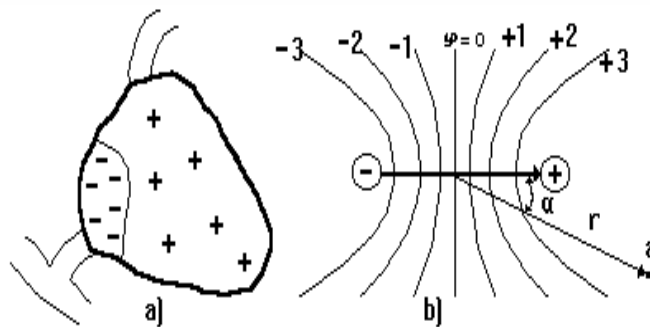


Рис. 2. Серце як електричний диполь

Поле диполя – серця. У кожен даний момент діяльності серця його дипольний електричний генератор створює навколо електричне поле, яке поширюється по провідним тканинам тіла і створює потенціали в його різних точках.

Внаслідок асиметричного положення серця в грудній клітці його електричне поле поширюється переважно в бік правої руки і лівої ноги, і найбільш висока різниця потенціалів може бути зафіксована в тому випадку, якщо електроди розмістити на правій руці і лівій нозі.

Результати та обговорення. Аналіз електрокардіограм. Теоретичний аналіз електрокардіограм складний. Розвиток кардіографії йшов в основному емпіричним шляхом. Катц вказував, що розшифровка електрокардіограм виробляється на основі досвіду, що спирається лише на найелементарніше розуміння теорії виникнення біопотенціалів.

Нормальна електрокардіограма людини являє собою графік зміни в часі різниці потенціалів, що знімається двома електродами відповідного відведення за цикл роботи серця. Горизонтальна вісь є не тільки віссю часу, але і віссю нульового потенціалу. ЕКГ являє собою криву, що складається з трьох характерних зубців, які позначаються **P**, **QRS**, **T**, розділених інтервалом нульового потенціалу. Висоти зубців в різних відведеннях обумовлені напрямком електричної осі серця, тобто кутом α . Електрокардіограма, записана в нормі при стандартних відведеннях, характеризується тим, що її зубці в різних відведеннях будуть неоднакові за *амплітудою*.

Моделювати електричну активність серця можна з використанням дипольного еквівалентного електричного генератора. Дипольне уявлення про серце лежить в основі теорії відведень Ейнтховена.

Висновки. Серце – порожнистий фіброзно-м'язовий орган, що забезпечує за допомогою повторних ритмічних скорочень потік крові по кровоносних судинах. Присутній у всіх живих організмів з розвиненою кровоносною системою, включаючи всіх хребетних, в тому числі і людини. Захворювання серця – група захворювань, що відносяться до серцево-судинних, які проявляються порушенням нормального функціонування серця. Захворювання

серця можуть тривалий час протікати у прихованій формі, клінічно ніяк себе не проявляючи. Поряд з різними пухлинами саме ці хвороби є сьогодні головною причиною передчасної смерті людей в різних країнах світу.

Щоб попередити ту чи іншу хворобу у людини, а саме хворобу пов'язану з серцем, потрібно робити електрокардіографію вчасно. Вона допомагає виявити і простежити динаміку серцево-судинної системи, зробити оцінку провідної системи серця. Саме за теорією трикутника Ейнтховена нам вдається розгледіти картину роботи серця та можливі її відхилення.

СИСТЕМНИЙ ПІДХІД ЩОДО СТВОРЕННЯ КОМП'ЮТЕРНО-ІНТЕГРОВАНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ВТОРИННОЇ КОНДЕНСАЦІЇ ВИРОБНИЦТВА АМІАКУ

Бабіченко А.К., Кравченко Я.О., Дядюшка Д.М., Волохін А.О.

Кафедра автоматизації технологічних систем та екологічного моніторингу

Національний технічний університет «ХПІ»,

м.Харків, Україна

kravchenko_y_o@ukr.net

Аміак є важливою субстанцією, що широко використовується у різних фармацевтичних препаратах. Виробництво аміаку відбувається в Україні у великотоннажних агрегатах синтезу серії АМ-1360. Однією з основних стадій, де власне і відбувається остаточне отримання продукційного аміаку є вторинна конденсація, яка характеризується значними енергетичними затратами.

Згідно попередніх досліджень критерій економічної ефективності комплексу вторинної конденсації може бути представлено у вигляді наступного рівняння [1]:

$$E = \left[\left(V_{III}^D + \varphi \Delta \Theta_{II} \right) B_{III} + N B_E \right] \mathcal{C}, \quad (1)$$

де $V_{III}^D = 4000 \text{ м}^3/\text{год}$ – витрата природного газу за регламентом у додатковий