

НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ПРЕПОДАВАНИЯ ОСНОВ ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАФИИ В РАМКАХ МЕДИЦИНСКОЙ И БИОЛОГИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ

Изучение физических основ электрокардиографии (ЭКГ) студентами медицинских вузов в курсе «Медицинской и биологической физики» является базовой частью задач клинической и теоретической медицины, позволяющей будущим врачам получить навыки правильной интерпретации графического представления электрической активности сердца, понимания механизмов возникновения зубцов и интервалов на электрокардиограмме. ЭКГ регистрирует разность потенциалов на поверхности тела, создаваемую сердечной мышцей. Физические знания регистрации биопотенциалов тканей и органов необходимы для корректного размещения электродов, выявления артефактов.

Теория электрокардиографии основана на теории электрического диполя, понятии о биологических потенциалах, процессах деполяризации и реполяризации. Дипольное представление о сердце лежит в основе теории отведений Эйнтховена, согласно которой сердце есть токовый диполь с дипольным моментом P_c определенной величины и ориентации, который изменяет свое положение и точку приложения за время сердечного цикла [1]. Без знания физических основ ЭКГ невозможно понять, как связана электрокардиограмма с работой миокарда, метаболическими процессами.

Лабораторное занятие по теме «Изучение физических основ электрокардиографии. Регистрация электрокардиограммы», которое проводят в рамках дисциплины «Медицинская и биологическая физика» для студентов 1 курса Гомельского государственного медицинского университета, состоит из теоретической и практической части.

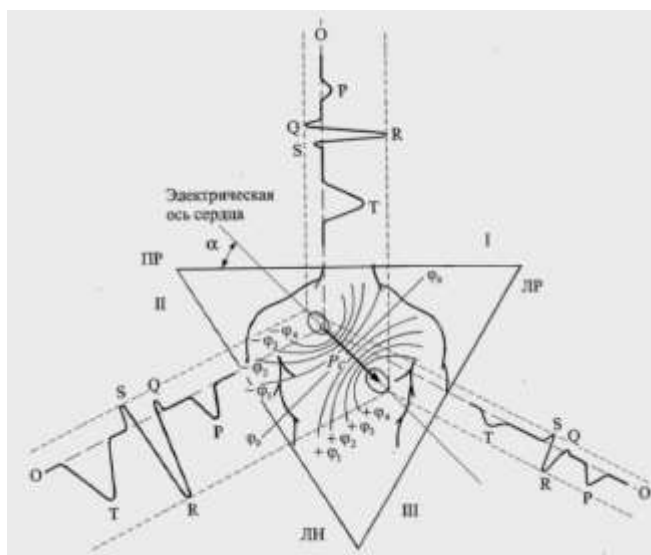
Целью теоретической части занятия является рассмотрение физических основ электрокардиографии. Студенты должны показать знания по следующим вопросам:

1. Мембранные потенциалы и их ионная природа.
2. Основные характеристики электрического поля. Электрический диполь. Поле диполя. Диполь в электрическом поле.
3. Дипольный эквивалентный электрический генератор сердца.
4. Понятие о мультипольном эквивалентном электрическом генераторе сердца.
5. Электрокардиография. Теория отведений Эйнтховена.
6. Векторная электрокардиография.

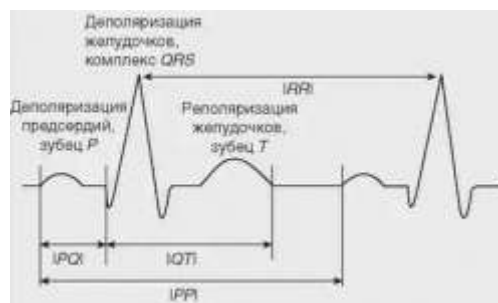
Цель практической части занятия: получить практические навыки регистрации электрокардиограммы с помощью электрокардиографа.

Студенты изучают блок-схему преобразования медико-биологической информации в электрокардиографе, функциональное назначение элементов управления аппарата, режимы работы электрокардиографа, правила наложения устройств съема (электродов), получают первичные умения фильтровать физические помехи (мышечный тремор, наводки сети), на практике выясняют необходимость выполнения требований к устройствам съема, критичных для получения достоверной кардиограммы.

Студенты проводят регистрацию электрокардиограммы в трех стандартных отведениях (рисунок 1 (а)), анализируют полученные измерения: отмечают характерные зубцы и интервалы, связывают их с фазами сердечного цикла (рисунок 1 (б)), выполняют расчет частоты сердечных сокращений (ЧСС) по ЭКГ.



а)



б)

Рисунок 1 – К выполнению лабораторной работы

Для расчета частоты сердечных сокращений по полученной ЭКГ студенты находят среднюю длительность сердечного цикла, измеряя несколько последовательных интервалов R-R. При выполнении расчетов отмечается, что сердечный ритм можно считать регулярным и правильным, если разброс величин измеренных интервалов R-R не превышает 10 % от средней величины. При правильном ритме ЧСС рассчитывают по формуле:

$$\text{ЧСС} = 60 / (R - R),$$

где 60 – количество секунд в минуте;

R-R – длительность интервала, выраженная в секундах.

Изучение физических основ электрокардиографии затрагивает очень широкий перечень вопросов, что вызывает трудности контроля знаний в рамках стандартного лабораторного занятия. Для достижения целей занятия необходимо выбрать эффективную форму контроля знаний, которая позволила бы максимально охватить студенческую группу, закрепить теоретические знания и рационально использовать аудиторное время.

По мнению авторов, такой формой контроля может быть письменный экспресс-опрос с использованием дидактических материалов с вариантами заданий или тестовые задания в электронной или иной форме.

В качестве примера можно привести вопросы к тесту с несколькими вариантами ответов на выбор и только одним верным ответом.

1. Что представляют собой ионные насосы?

а) белковые комплексы, встроенные в биологические мембраны и переносящие ионы против их концентрационного и электрического градиента;

б) углеводные комплексы, встроенные в клеточные мембраны и переносящие электроны против их электрического градиента;

с) молекулярные комплексы, встроенные в биологические мембраны и переносящие ионы и электроны.

2. Электрическим диполем (диполем) называют систему:

а) состоящую из двух равных, но противоположных по знаку точечных электрических зарядов, расположенных на некотором расстоянии друг от друга (плечо диполя);

б) состоящую из двух равных по величине и по знаку точечных электрических зарядов, расположенных на некотором расстоянии друг от друга (плечо диполя);

с) состоящую из двух противоположных по знаку точечных электрических зарядов, расположенных на некотором расстоянии друг от друга (плечо диполя).

3. Дайте определение, что такое электрограмма –

а) кривая, отображающая изменения во времени разности потенциалов на поверхности органа, ткани или всего тела человека и животного, происходящие вследствие возбуждения соответствующих органов и тканей;

б) кривая, отображающая зависимость падения напряжения на данном органе или ткани тела человека и животного от силы протекающего через него тока;

с) кривая, отображающая зависимость силы электрического тока от приложенного к данному органу, ткани или всему телу человека и животного напряжения.

4. Выберите правильный ответ для трех стандартных отведений:

а) в I отведении электрический импульс сердца распространяется от правой руки (–) к левой руке (+), во II отведении от правой руки (–) к левой ноге (+), в III – от левой руки (–) к левой ноге (+);

б) в I отведении электрический импульс сердца распространяется от правой руки (–) к левой ноге (+), во II отведении от правой ноги (–) к левой руке (+), в III – от левой руки (–) к правой ноге (+);

с) в I отведении электрический импульс сердца распространяется от левой руки (–) к правой ноге (+), во II отведении от левой руки (–) к левой ноге (+), в III – от правой руки (–) к левой ноге (+).

5. В теории отведений Эйнтховена зубец R соответствует:

а) максимальному дипольному моменту P_c ;

б) максимальной проекции дипольного момента сердца;

с) максимальному напряжению, генерируемому сердцем.

6. Определите ЧСС (уд/мин) по данным ЭКГ, если скорость движения ленты электрокардиографа 25 мм/сек, а расстояние между R-зубцами равно 18 мм.

а) 82;

б) 83;

с) 84.

Приобретенные навыки закрепляются при защите лабораторной работы в конце занятия. При таком подходе, правильном и корректном распределении учебной деятельности студент успевает выполнить все поставленные цели и задачи в течении отведенного на лабораторную работу аудиторного времени.

Литература

1. Ремизов, А. Н. Медицинская и биологическая физика: учебник / А. Н. Ремизов. – 4-е изд., испр. и перераб. – М.: ГЭОТАР – Медиа, 2018. – 656 с.