

ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАФИИ**Сухопаров В.А.***г. Архангельск, МБОУ «СШ № 36», 9 класс**Руководитель: Михайлов С.В., г. Архангельск, МБОУ «СШ № 36»*

В современной функциональной диагностике применяются различные методы исследования. В клинической практике широко используется метод электрокардиографии (ЭКГ). Метод ЭКГ отражает процессы возбуждения в сердечной мышце – возникновение и распространение возбуждения.

Для измерения и графической регистрации биоэлектрических потенциалов сердца при диагностике состояния сердечно-сосудистой системы человека применяются различные электрокардиографы. Электрокардиографы бывают стационарные и портативные.

Цель работы – изучить физические основы электрокардиографии.

Работа посвящена решению следующих **задач**:

1. Изучить литературу по теме работы.
2. Изучить способы отведения электрической активности сердца.
3. Сравнить принципы работы электрокардиографа ЭКГТ-04 «АКСИОН» и одноканального электрокардиографа ЭКГТ-07 «АКСИОН».

Обзор литературы. Автором изучены основные источники литературы по проблеме, проведен обзор учебной литературы [1 – 3].

Существуют различные способы отведения электрической активности сердца, которые отличаются друг от друга расположением электродов на поверхности тела.

Клетки сердца, приходя в состояние возбуждения, становятся источником тока и вызывают возникновение поля в окружающей сердце среде [3].

Электрокардиограмма представляет собой периодически повторяющуюся кривую биопотенциалов сердца. Она отражает протекание процесса возбуждения сердца, возникшего в синусно-предсердном узле и распространяющегося по всему сердцу, регистрируемая с помощью электрокардиографа.

Отдельные ее элементы – зубцы и интервалы – получили специальные наименования: зубцы P, Q, R, S, T интервалы P, PQ, QRS, QT, RR; сегменты PQ, ST, TP, характеризующие возникновение и распространение возбуждения по предсердиям (P), межжелудочковой перегородке (Q), постепенное возбуждение желудочков (R), максимальное

возбуждения желудочков (S), реполяризацию желудочков (S) сердца.

Форма и размер зубцов электрокардиограммы зависит от положения электродов на поверхности тела. Существует биполярное и униполярное отведения.

Физиолог Виллем Эйнтховен предложил использовать стандартные биполярные отведения: отведение I – между правой и левой руками; отведение II – между правой рукой и левой ногой; отведение III – между левой рукой и левой ногой.

При записи ЭКГ в стандартных отведениях конечности рассматриваются как проводники электрического тока. Следовательно, можно сказать, что потенциалы записываются в точках прикрепления конечностей.

Электрическое поле сердца является результатом наложения электрических полей множества сердечных клеток. Мембранный потенциал покоящейся клетки не вызывает появления потенциала в любой точке тела.

Клетка, несущая импульс, может быть поделена на две части: покоящуюся и активную. Покоящаяся часть имеет неизменный мембранный потенциал. Активная часть имеет потенциал, равный величине потенциала действия. Переход между двумя частями происходит в какой-либо точке.

Каждая из возбужденных сердечных клеток представляет собой диполь, который имеет элементарный дипольный момент определенной величины и направления. В любой момент возбуждения, дипольные моменты отдельных клеток суммируются, формируя суммарный дипольный момент всего сердца. Суммарный дипольный момент сердца является результатом наложения дипольных моментов клеток. Поэтому сердце можно рассматривать как дипольный электрический генератор.

Направление суммарного дипольного момента сердца называют электрической осью сердца. Этот дипольный момент определяет величину разности электрических потенциалов, записанную на поверхности тела. Электрический потенциал, измеренный в любой точке, отдаленной от источника, зависит главным образом от величины суммарного дипольного момента сердца и угла между его направлением и осью отведения ЭКГ (рис. 1).



Рис. 1. ЭКГ, записанная в соответствующих отведениях

Анализ ЭКГ основан на оценке наличия зубцов, их последовательности, направления, формы, амплитуды, измерении длительности зубцов и интервалов, положении относительно изолинии и расчете других показателей. По результатам этой оценки делают заключение о частоте сердечных сокращений, источнике и правильности ритма, наличии или отсутствии признаков ишемии миокарда, наличии или отсутствии признаков гипертрофии миокарда, направлении электрической оси сердца и других показателях функции сердца.

Для правильного измерения и трактовки показателей ЭКГ важно, чтобы она была качественно записана в стандартных условиях: отсутствие шумов и смещения уровня записи от горизонтального, соблюдение требования стандартизации.

Электрокардиограф является усилителем биопотенциалов и для установки на нем стандартного коэффициента усиления подбирают такой его уровень, когда подача на вход прибора калибровочного сигнала в 1 мВ, приводит к отклонению записи от нулевой или изоэлектрической линии на 10 мм. Соблюдение стандарта усиления по-

зволяет сравнивать ЭКГ, записанные на любых типах приборов, и выражать амплитуду зубцов ЭКГ в миллиметрах или милливольт-тах. Для правильного измерения длительности зубцов и интервалов ЭКГ запись должна производиться при стандартной скорости движения диаграммной бумаги, пишущего устройства или скорости развертки на экране монитора. Большинство современных электрокардиографов даст возможность регистрировать ЭКГ при трех стандартных скоростях: 25, 50 и 100 мм/с.

По электрокардиограмме можно судить о месте возникновения возбуждения в сердце, последовательности охвата отделов сердца возбуждением, скорости проведения возбуждения. Следовательно, можно судить о возбудимости и проводимости сердца, но не о сократимости.

Методы исследования. Для изучения физических основ электрокардиографии рассмотрим работу электрокардиографа ЭК1Т-04 «АКСИОН» и одноканального электрокардиографа ЭК1Т-07 «АКСИОН».

Электрокардиограф ЭК1Т-04 «АКСИОН» [1] представлен на рис. 2.

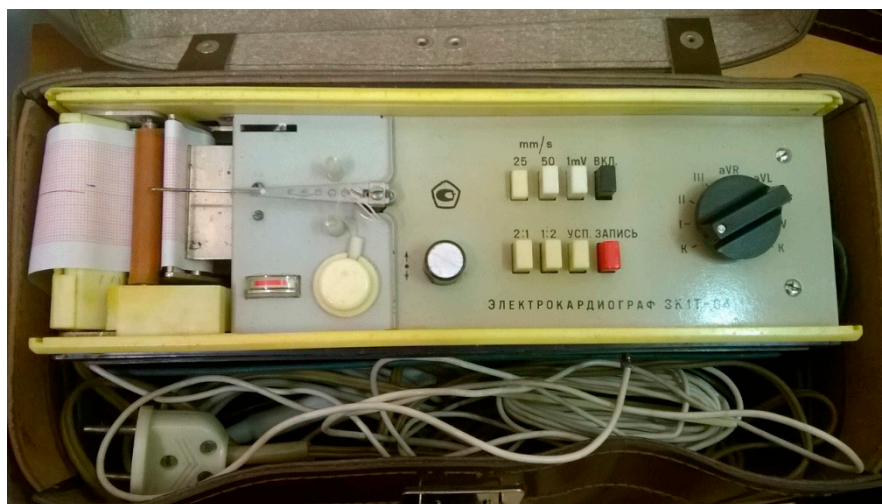


Рис. 2. Электрокардиограф ЭК1Т-04 «АКСИОН»

Электрокардиограф ЭК1Т-04 «АКСИОН» предназначен для измерения и графической регистрации биоэлектрических потенциалов сердца при диагностике состояния сердечно-сосудистой системы человека. Данный прибор применяется в медицинских учреждениях и при оказании медицинской помощи на дому.

Прибор регистрирует электрокардиограммы на термочувствительной диаграммной ленте при помощи теплового пера и имеет автоматический и ручной режимы работы измерения и регистрации кардиографических отведений.

Прибор состоит из следующих частей: усилительно-регистрирующего блока со встроенной аккумуляторной батареей; сетевого блока питания; кабеля пациента с 10 электродами.

Биоэлектрические потенциалы сердца, снятые с помощью электродов, через кабель пациента поступают на входы изолированного усилителя биопотенциалов.

Аналоговые сигналы подаются на формирователь электрокардиосигнала и усиливаются до величины, обеспечивающей работу регистрирующего узла – гальванометра-преобразователя, который представляет собой поляризованный электромагнитный преобразователь электрического сигнала во вращательное движение оси ротора, на котором закреплено тепловое пишущее перо.

Переключение режимов работы прибора производится с помощью клавиатуры и контролируется при помощи светоди-

одных индикаторов. Электропривод лентопротяжного механизма содержит электродвигатель постоянного тока и датчик скорости. Питание прибора осуществляется от сети переменного тока и от встроенной аккумуляторной батареи. Сетевой блок обеспечивает гальваническую развязку прибора от сети и понижение напряжения питания до сверхнизкого безопасного уровня при помощи сетевого трансформатора. Сетевой блок одновременно служит зарядным устройством для встроенной аккумуляторной батареи.

К достоинствам прибора относятся: возможность применения в медицинских учреждениях и при оказании медицинской помощи на дому, простое и понятное управление, ручной и автоматический режимы регистрации ЭКГ, фильтр полезного сигнала, световая индикация аварийных ситуаций, универсальное питание, относительно низкая цена.

К недостаткам прибора относятся: отсутствие цифрового дисплея, отсутствие памяти для сохранения данных кардиограмм.

На рис. 3 представлен электрокардиограф одноканальный ЭК1Т-07 «АКСИОН». Электрокардиограф одноканальный ЭК1Т-07 «АКСИОН» [2] предназначен для измерения и графической регистрации биоэлектрических потенциалов сердца при диагностике состояния сердечно-сосудистой системы человека. Применяется прибор в медицинских учреждениях и при оказании медицинской помощи на дому.

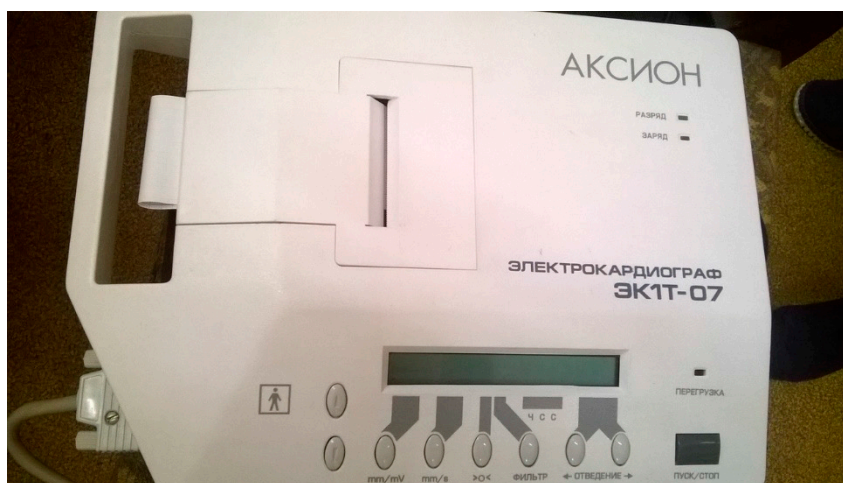


Рис. 3. Электрокардиограф одноканальный ЭК1Т-07 «АКСИОН»

Данный прибор регистрирует электрокардиограммы на терморезистивной бумажной ленте при помощи термопечатающего механизма и имеет автоматический и ручной режимы работы. В автоматическом режиме производится синхронная регистрация 12 кардиографических отведений. Прибор состоит из следующих частей: усилительно-регистрирующего блока со встроенной аккумуляторной батареей; сетевого блока питания; кабеля пациента с 10 электродами.

Биоэлектрические потенциалы сердца, снятые с помощью электродов, через кабель пациента поступают на входы изолированного усилителя биопотенциалов. Аналоговые сигналы преобразуются при помощи аналого-цифрового преобразователя в цифровую форму и далее обрабатываются центральным процессорным устройством. Регистрация сигналов производится термопечатающим механизмом на терморезистивной бумаге шириной 58 мм. Одновременно с регистрацией отведений производится измерение частоты сердечных сокращений.

Переключение режимов работы прибора производится с помощью клавиатуры и контролируется на жидкокристаллическом индикаторе.

В приборе имеется звуковая сигнализация сердечного ритма и аварийных ситуаций.

Питание прибора осуществляется от сети переменного тока и от встроенной аккумуляторной батареи. Сетевой блок обеспечивает гальваническую развязку прибора от сети и понижение напряжения питания до сверхнизкого безопасного уровня при помощи сетевого трансформатора. Сетевой блок одновременно служит зарядным устройством для встроенной аккумуляторной батареи.

К достоинствам прибора относятся: возможность применения в медицинских

учреждениях и при оказании медицинской помощи на дому, цифровая индикация частоты сердечных сокращений пациента и параметров регистрации ЭКГ на дисплее, уменьшенные габариты и вес по сравнению с предшественниками, цифровой фильтр, ручной и автоматический режимы регистрации ЭКГ, звуковая сигнализация сердечного ритма и аварийных ситуаций, универсальное питание, современный дизайн, относительно низкая цена.

К недостаткам прибора относится отсутствие памяти для сохранения данных кардиограмм.

Выводы

Принцип работы электрокардиографа основан на регистрации электрической активности сердца. Колебания разности потенциалов, которые возникают при возбуждении сердечной мышцы, фиксируются наложенными на тело пациента электродами и передаются на вход прибора. Сигнал проходит через усилители, которые пропорционально увеличивают его до 700 раз. Постоянно меняющиеся величины и направления получаемого сигнала отображаются на бумаге или экране электрокардиографа в виде кривой линии – графической электрокардиограмме. С помощью регистрации этих биопотенциалов прибор визуализирует работу сердца.

Список литературы

1. ГРСИ РФ. Электрокардиографы одноканальные ЭК1Т-04 «Аксион» [Электронный ресурс]. – <https://all-pribors.ru/opisanie/14742-95-ek1t-04-6741> (дата обращения 25.03.2019).
2. ГРСИ РФ. Электрокардиографы одноканальные ЭК1Т-07 «Аксион» [Электронный ресурс]: <https://all-pribors.ru> (дата обращения 25.03.2019).
3. Кац Ц.Б. Биофизика на уроках физики. – М.: Просвещение, 1974 – 122 с.