

УДК 616

Ененков Н.В., Авачева Т.Г.

**ИЗУЧЕНИЕ ОСНОВ ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАФИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ
ВИРТУАЛЬНОГО ПРАКТИКУМА**Рязанский государственный медицинский университет
имени академика И.П. Павлова, г. Рязань

В статье рассматривается новая методика преподавания физики в медицинском вузе. Предложена виртуальная практическая работа по изучению основ электрокардиографии, включающая в себя теоретический и практический блоки

Ключевые слова: физика, электрокардиография, методика преподавания, виртуальный практикум.

Электрокардиография (ЭКГ) является фундаментальным исследованием сердечно-сосудистой системы. Это важный инструмент для оценки нарушений сердечного ритма, а также диагностики сердечных заболеваний, таких как инфаркт миокарда, перикардит, ТЭЛА и др. Знакомство с широким спектром паттернов, наблюдаемых на электрокардиограммах здоровых людей, и понимание влияния некардиальных нарушений (например, электролитные нарушения) на изменения ЭКГ являются необходимыми условиями для точной интерпретации [1].

На современном этапе обучение интерпретации ЭКГ в медицинских ВУЗах строится на изучении лекционного материала и анализа пленок на практических занятиях. Однако, предыдущие исследования показали, что сочетание лекций и онлайн-практики ЭКГ с обратной связью приводит к повышению компетентности в области ЭКГ, чем одни лекции. Учебные программы, использующие онлайн-модули ЭКГ или другие веб-системы для изучения ЭКГ, показали успех в улучшении понимания ЭКГ и уверенности ее пользователей [2].

Цель работы

Представить виртуальную практикум по изучению основ электрокардиографии на занятиях по медицинской физике и нормальной физиологии.

Материал и методы

Размещение программного обеспечения возможно на персональном компьютере под управлением операционной системы семейства MSWindows и ОС Linux. Минимальные требования:

- Процессор: с частотой 1,6 ГГц или более мощный
- ОЗУ: 2 ГБ или более
- Видеоадаптер: с поддержкой DirectX 9
- ОС: Windows 7, Windows 8, Windows 10, Linux
- Клавиатура, мышь

Язык: Python 3.9.7 (.NET Framework Django 4.0.2)

ОС: Операционная система семейства MS Windows (.NET Framework v4.6.1), Linux

Объем программы: 550 килобайт.

Результаты и обсуждение

Разработанная виртуальная практическая работа состоит из двух блоков: теоретического и практического (тестирование). Теоретический блок включает следующие пункты: основные понятия, формирование и запись ЭКГ, генез основных компонентов на ЭКГ и способы определения ЧСС по ЭКГ [3-5].

В настоящей статье представим информацию, размещенную в виртуальном практикуме [6].

Блок 1. Проводящая система сердца и запись ЭКГ. Сокращение и расслабление сердечной мышцы является результатом деполяризации и реполяризации клеток миокарда. Эти электрические изменения регистрируются с помощью электродов, размещенных на конечностях и грудной стенке, и переносятся на миллиметровую бумагу для получения электрокардиограммы.

Синоатриальный узел является естественным водителем ритма и инициирует деполяризацию предсердий. Импульс передается к атриовентрикулярному узлу и скоординированным образом распространяется по желудочкам через специализированную проводящую систему Гиса-Пуркинье. Таким образом, после задержки в атриовентрикулярном режиме за сокращением предсердий следует быстрое и скоординированное сокращение желудочков.

Электрокардиограмма записывается на стандартную бумагу, перемещающуюся со скоростью 25 мм / с. Документ разделен на большие квадраты, каждый шириной 5 мм и эквивалентен 0,2 секунды. Каждый большой квадрат равен пяти маленьким квадратам в ширину, а каждый маленький квадрат имеет ширину 1 мм и эквивалентен 0,04 секунды. Электрическая активность, регистрируемая аппаратом для проведения электрокардиограммы, измеряется в милливольтах. Аппараты откалиброваны таким образом, что сигнал с амплитудой 1 мВ перемещает регистрирующий стилус по вертикали на 1 см. На протяжении всего этого текста амплитуда сигналов будет выражаться как: $0,1 \text{ мВ} = 1 \text{ мм} = 1 \text{ маленький квадрат}$.

На амплитуду сигнала, регистрируемого в любом отведении, могут влиять масса миокарда, суммарный вектор деполяризации, толщина и свойства промежуточных тканей, а также расстояние между электродом и миокардом. Пациенты с гипертрофией желудочков имеют относительно большую массу миокарда и, следовательно, вероятно, будут иметь формы сигналов с высокой амплитудой. При наличии перикардиальной жидкости, эмфиземе легких или ожирении повышается сопротивление протеканию тока, и, следовательно, амплитуда сигнала уменьшается.

Блок 2. Отведения на ЭКГ. Направление отклонения на электрокардиограмме зависит от того, распространяется ли электрический импульс к регистрирующему электроду или от него. Электрический импульс, идущий непосредственно к электроду, вызывает вертикальное («положительное») отклонение относительно базовой линии изоэлектричества, тогда как импульс, идущий непосредственно от электрода, вызывает нисходящее («отрицательное») отклонение относительно базовой линии. Когда волна деполяризации проходит под прямым углом к отведению, возникает равнофазное отклонение.

Шесть грудных отведений (от V1 до V6) отвечают за сердце в горизонтальной плоскости. Информация, поступающая от электродов конечностей, объединяется для получения шести отведений конечностей (I, II, III, aVR, aVL и aVF), которые «просматривают» сердце в вертикальной плоскости. Информация из этих 12 отведений объединяется для формирования стандартной электрокардиограммы.

Расположение отведений обеспечивает следующие анатомические взаимосвязи: отведения II, III и aVF просматривают нижнюю поверхность сердца; отведения V1 - V4 просматривают переднюю поверхность; отведения I, aVL, V5 и V6 просматривают боковую поверхность; и отведения V1 и aVR просматривают через правое предсердие непосредственно в полость левого желудочка.

Блок 3. Электрическая ось сердца. Электрическая ось сердца (ЭОС) относится к среднему направлению волны деполяризации желудочков в вертикальной плоскости, измеренной от нулевой контрольной точки. Нулевая контрольная точка смотрит на сердце с той же точки зрения, что и отведение I. Оси, лежащей выше этой линии, присваивается отрицательное число, а оси, лежащей ниже линии, присваивается положительное число. Теоретически ось сердца может находиться где угодно между 180 и -180 °. Нормальный диапазон для оси сердца составляет от -30 ° до 90 °. Ось, лежащая за пределами -30 °, называется отклонением от левой оси, тогда как ось > 90 ° называется отклонением от правой оси.

Состояния, при которых определение оси помогает в диагностике:

Дефекты проводимости — например, левый передний гемиблок

Увеличение желудочков — например, гипертрофия правого желудочка

Широкая комплексная тахикардия — например, причудливая ось, указывающая на желудочковое происхождение

Врожденные пороки сердца — например, дефекты межпредсердной перегородки

Предварительно возбужденная проводимость — например, синдром Вольфа-Паркинсона-Уайта

Тромбоэмболия легочной артерии

Кроме того, на кафедре математики, физики и медицинской информатики РязГМУ им. академика И.П. Павлова в рамках автоматизации сложных расчетов при выполнении лабораторного практику, разработана программа для автоматического расчета ЭОС [7]. Практическая часть виртуального практического занятия включает определение ЭОС по Дьеду; методу Р.Я. Письменного по сумме зубцов I и III отведений и аналитическим методом, а также расчет среднего значения ЭОС и интерпретация результата.

Полученные знания закрепляются автоматизированным тестом, который содержит задания различного формата (работа с ЭКГ, с таблицами и др.).

Заключение и выводы

Преподавание на современном этапе требует внедрения в образовательный процесс новых технологий, таких как автоматизированный подход и виртуальные практикумы с целью улучшения качества усвоения сложного материала.

ЛИТЕРАТУРА

1. Авачева Т.Г., Ененков Н.В. Методические приемы изучения основ электродинамики в медицинском ВУЗЕ // Российский вестник перинатологии и педиатрии, 2023; 68:(4), 365.
2. Joseph R, Fenton J, Winchester D. Integrated ECG Interpretation Course for the Improvement of Medical Student Electrocardiography Literacy. Med Sci Educ. 2022 Oct 4;32(6):1351-1354. doi: 10.1007/s40670-022-01644-4.
3. Ененков Н.В., Авачева Т.Г. Изучение основных компонентов ЭКГ с применением виртуального лабораторного практикума // Биотехнические, медицинские и экологические системы, измерительные устройства и робототехнические комплексы - БИОМЕДСИСТЕМЫ-2023. Сборник трудов XXXVI Всероссийской научно-технической конференции студентов, молодых ученых и специалистов. Рязань, 2023. С.202-206
4. Ененков Н. В., Авачева Т. Г. Автоматизированный подход к определению ЭОС по данным QRS-комплекса // В книге: Естественнаучные основы медико-биологических знаний. Сборник докладов IV Всероссийской конференции студентов и молодых ученых с международным участием, посвященной 80-летию РязГМУ Рязань, 2023. С. 209-211.
5. Авачева Т.Г., Ененков Н.В. Разработка виртуального лабораторного практикума с учетом междисциплинарного подхода // Материалы ежегодной научной конференции, посвященной десятилетию науки и технологий и 80-летию Рязанского государственного медицинского университета имени академика И.П. Павлова. Сборник статей по материалам докладов ежегодной научной конференции. Рязань, 2023. С.20-22.
6. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2023687074 Российская Федерация. Виртуальная практическая работа по изучению основ электрокардиографии / Авачева Т.Г., Медведев Р.Е., Ельцов А.В., Кривушин А.А., Ененков Н.В.; заявитель и правообладатель ФГБОУ ВО РязГМУ им. ак. И.П. Павлова (RU); заявл. 07.12.2023; опубл. 11.12.2023, Реестр программ для ЭВМ. – 1 с.
7. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2023660338 Российская Федерация. Автоматизированная лабораторная работа по определению электрической оси сердца по данным QRS- комплекса / Ененков Н.В., Авачева Т.Г., Медведев

Р.Е.; заявитель и правообладатель ФГБОУ ВО РязГМУ им. ак. И.П. Павлова (RU); заявл. 06.05.2023; опубл. 19.05.2023, Реестр программ для ЭВМ. – 1 с.