

## ЭЛЕКТРОННЫЙ СИМУЛЯТОР ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАФИИ

Рубаненко А.О.<sup>1</sup>, Дьячков В.А.<sup>1</sup>, Шукин Ю.В.<sup>1</sup>, Башева Т.В.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Самарский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Самара, e-mail: anatolii.rubanenko@gmail.com

В статье приводится обзор электронного симулятора электрокардиографии (ЭКГ), разработанного в Самарском государственном медицинском университете. Данный симулятор позволяет студентам овладеть навыками регистрации и анализа ЭКГ. Симулятор ЭКГ имеет два режима: обучающий и проверочный. В обучающем режиме студенты знакомятся с техникой регистрации ЭКГ, приводится демонстрация учебного фильма. В проверочном режиме студенты самостоятельно осуществляют регистрацию ЭКГ с помощью электронного симулятора. Также в проверочном режиме программа указывает студентам на ошибки, допущенные в процессе регистрации ЭКГ. С помощью данного электронного пособия студенты могут изучить основы регистрации ЭКГ как самостоятельно, так и на практическом занятии под контролем преподавателя. Также пособие содержит теоретический богато иллюстрированный материал по анализу ЭКГ. В теоретическом курсе представлена информация по анализу и интерпретации ЭКГ, а также по изменениям ЭКГ у пациентов с гипертрофиями, инфарктом миокарда, нарушениями ритма и проводимости, имплантированными электрокардиостимуляторами и различными электролитными нарушениями. Использование данного пособия позволит повысить усвоение материала, а также мотивацию студентов. Пособие может использоваться не только в очном образовательном процессе, но и в дистанционных образовательных технологиях.

Ключевые слова: учебное пособие, электронный симулятор, электрокардиография, техника регистрации, электрокардиограмма.

## ELECTRONIC SIMULATOR OF ELECTROCARDIOGRAPHY

Rubanenko A.O.<sup>1</sup>, Dyachkov V.A.<sup>1</sup>, Shchukin Yu.V.<sup>1</sup>, Basheva T.V.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Samara State Medical University» of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation, Samara, e-mail: anatolii.rubanenko@gmail.com

This manuscript provides a review of electronic simulator of electrocardiography which was developed in Samara State Medical University. This simulator allows students to obtain the skills of electrocardiogram (ECG) registration and analysis. Simulator has teaching and testing modes. During the teaching mode students get acquainted with ECG registration techniques, also with the help of teaching video. In testing mode students can register ECG by themselves by the means of electronic simulator. Also in testing mode all mistakes during the process of registering the ECG are shown. Students can study the basics in registering of the ECG all by themselves at home or in the practice study with the help of the teacher. This simulator also contains rich illustrated material about ECG analysis. This part contains information about ECG analysis and also about ECG changes in patients with hypertrophies, myocardial infarction, heart rhythm disturbances, implanted pacemakers and different electrolyte disturbances. This simulator helps to increase the material assimilation and also student's motivation as well. Electronic simulator of electrocardiography may be used not only in traditional studying process but also in distance learning.

Keywords: textbook, electronic simulator, electrocardiography, registration, electrocardiogram.

Исследование биоэлектрической активности сердца в настоящее время остается незаменимым методом диагностики различных заболеваний сердечно-сосудистой системы. Одним из этих методов является электрокардиография, которая широко используется в клинической практике [1]. Данный метод играет большую роль в диагностике инфаркта миокарда [2], нарушений ритма [3] и проводимости сердца, а также у пациентов с сердечной недостаточностью [4] и артериальной гипертензией [5].

На сегодняшний день в мире ежегодно регистрируют большое количество

электрокардиограмм (ЭКГ), так, в Санкт-Петербурге эта цифра составляет около 2,5 миллионов исследований в год [6]. Несмотря на наличие многочисленных методов исследования сердца в настоящее время, наиболее простым для регистрации, доступным и при этом наименее затратным является именно электрокардиография. В то же время, кроме самой электрокардиографии, в кардиологии и в других областях очень широко используется методика холтеровского мониторирования ЭКГ, имеющая большое значение в диагностике нарушений ритма и проводимости сердца, а также в прогнозировании развития внезапной сердечной смерти, оценке работы электрокардиостимуляторов и т.д. [7; 8].

Успех овладения практической электрокардиографией во многом зависит от способности быстро и эффективно освоить методику регистрации ЭКГ и возможности проанализировать достаточное количество ЭКГ с различной патологией. Несмотря на то что в настоящее время для получения теоретических знаний по регистрации и анализу ЭКГ есть различные статьи, лекции, книги и даже видеоматериалы и учебные фильмы, остается проблема применения полученных знаний на практике [9].

Как известно, безопасным для пациентов и в то же время эффективным способом отработки практических навыков в настоящее время являются виртуальные технологии [9]. Обучающиеся, полноценно освоившие практические умения с помощью вышеуказанного метода, гораздо увереннее и быстрее приступают к настоящим манипуляциям.

Современный практикующий врач, вне зависимости от своей специальности, должен знать основы электрокардиографии и уметь трактовать основные патологические изменения, диагностированные с помощью данного метода. Вместе с тем техника анализа ЭКГ представляет собой довольно трудную задачу и нуждается в тщательном освоении. В настоящее время методики анализа ЭКГ хорошо известны, однако для полноценного закрепления материала необходимы частые тренировки, что сложно организовать в рамках существующих практических занятий в медицинских вузах. Перед преподаванием методики анализа ЭКГ студенты должны понять и освоить основные принципы ее регистрации, а также знать основы работы современного электрокардиографа. Следует отметить, что вышеуказанным вопросам на практических занятиях и лекциях уделяется недостаточно времени ввиду большого объема материала и разнообразных тематик практических занятий. Следовательно, для улучшения освоения данного материала студентами актуальным представляется создание электронных учебных пособий для самостоятельного дистанционного изучения основ регистрации и анализа ЭКГ.

Цель исследования – внедрение электронного учебного пособия «Симулятор ЭКГ» в структуру образовательного процесса для повышения эффективности самостоятельной подготовки студентов по основам регистрации и анализа ЭКГ.

Задачи:

1. Сделать более эффективным обучение методу функциональной диагностики сердечно-сосудистой системы – записи ЭКГ.
2. Осуществлять контроль над качеством знаний обучающихся и проводить анализ их ошибок по результатам выполнения тренинга.
3. Проводить дистанционное обучение методике регистрации ЭКГ.
4. Проводить персонализированный контроль знаний обучающихся.

**Материал и методы исследования.** В Самарском государственном медицинском университете разработано электронное учебное пособие для студентов, ординаторов и врачей. В пособии предлагается моделирование хода выполнения методики записи электрокардиограммы. Обучающемуся предлагается самостоятельно провести регистрацию ЭКГ от наложения электродов до получения ленты электрокардиограммы.

В процессе обучения демонстрируются все основные манипуляции и правила регистрации ЭКГ.

Данное пособие создано в лаборатории электронных учебных пособий Самарского государственного медицинского университета в 2015 году. При создании пособия использовалась программа «Ментор», разработанная в СамГМУ (свидетельство о регистрации программы для ЭВМ № 2005611571 от 11 мая 2005 г.). Авторы пособия: Щукин Ю.В., Дьячков В.А., Суркова Е.А., Краснов А.Н. Электронное пособие рекомендовано учебно-методическим объединением по медицинскому и фармацевтическому образованию вузов России.

**Результаты исследования и их обсуждение.** Данная научно-техническая разработка состоит из нескольких модулей. На первом этапе предлагается теоретический материал по электрокардиографии, который преподносится в виде текста или в виде звукового сопровождения, соответствующего имеющемуся тексту. В этом разделе представлен весь необходимый теоретический материал, нужный для изучения основ анализа электрокардиограмм. Имеются сведения о нормальной ЭКГ, различных вариантах положения электрической оси сердца в норме и в патологии (в том числе при поворотах сердца), а также изменениях ЭКГ при гипертрофиях предсердий и желудочков, остром коронарном синдроме, инфаркте миокарда, различных нарушениях ритма (предсердные, атриовентрикулярные, желудочковые ритмы и комплексы) и проводимости (синоатриальные, атриовентрикулярные, внутрижелудочковые блокады), синдромах предвозбуждения желудочков (синдром WPW, CLC), ритма электрокардиостимулятора, неправильной установке электродов и некоторых других состояниях. В данном разделе присутствует большое количество ЭКГ для самоконтроля (рис. 1). Все ЭКГ, представленные

в данном разделе, имеют унифицированное заключение, что позволяет обучающимся самостоятельно проверить свои знания в процессе освоения данной темы.

На следующем этапе обучающиеся имеют возможность самостоятельно оценить уровень своих знаний по электрокардиографии. Модуль контроля знаний предоставляет возможность персонализированного контроля уровня знаний с выводом заключения об их качестве. Тестирование предлагается в двух режимах: обучающем и контролирующем. Обучающий режим проводится вместе с преподавателем, который комментирует ответы, данные студентами, указывает на допущенные ошибки. Контролирующий режим тестирования предназначен для самостоятельной работы студентов.

Тестовые задания для модуля контроля знаний соответствуют структурным единицам электронного учебного курса (разделам, главам и т.п.), такая структура используется как при формировании выборки тестовых заданий, так и при оценке результатов тестирования. Выборка заданий включает определенное количество случайных заданий от каждой структурной единицы. Заключение о качестве знаний представляет собой не только интегральную оценку знаний, но также подробную информацию о распределении количества ошибок по структурным единицам учебного материала.

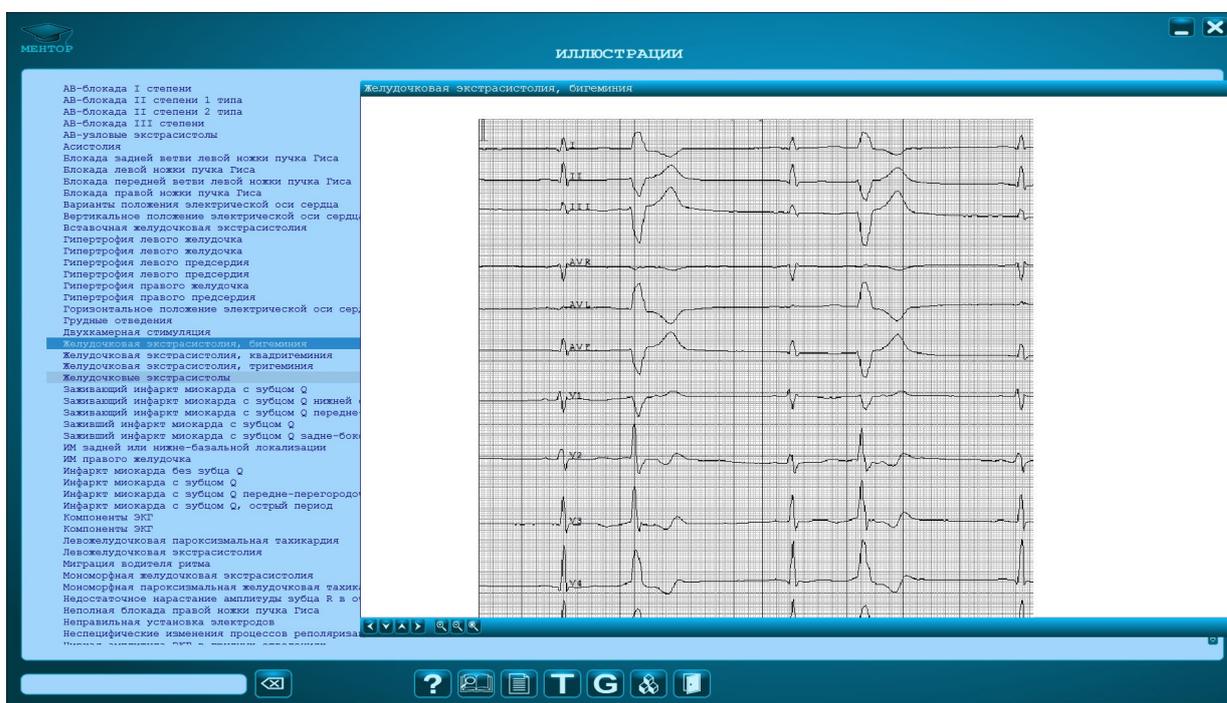


Рис. 1. Иллюстративный материал по электрокардиографии

На заключительном этапе обучающиеся могут самостоятельно освоить навыки регистрации ЭКГ. Модуль предоставляет возможность работать с графической моделью электрокардиографа и совершать на такой модели действия по установке прибора и записи

электрокардиограмм. При совершении неправильных действий обучающийся получает сообщения о допущенных ошибках, позволяющие понять, где была совершена неточность в действиях.

В обучающем режиме студенты знакомятся с алгоритмом записи ЭКГ, приводится наглядная демонстрация методики регистрации ЭКГ с алгоритмом действий. Изображения, представляемые на экране, комментируются диктором за кадром. В данном режиме подробно демонстрируется методическая последовательность наложения электродов и использование оборудования, необходимого для регистрации ЭКГ. Этот режим создан для демонстрации студентам при проведении практических занятий по электрокардиографии. Также пособие имеет проверочный режим, созданный для проверки уровня знаний, полученных студентами при освоении данной темы.

В проверочном режиме студентам сначала предлагается выбрать инструменты, которые потребуются для записи ЭКГ (рис. 2).

После этого выбирается положение, которое должен занять пациент для записи ЭКГ. Далее студенты должны осуществить наложение электродов электрокардиографа на конечности в определенной методической последовательности, а затем на грудную клетку в соответствии с общепринятым алгоритмом (рис. 3).



Рис. 2. Выбор инструментов для записи ЭКГ

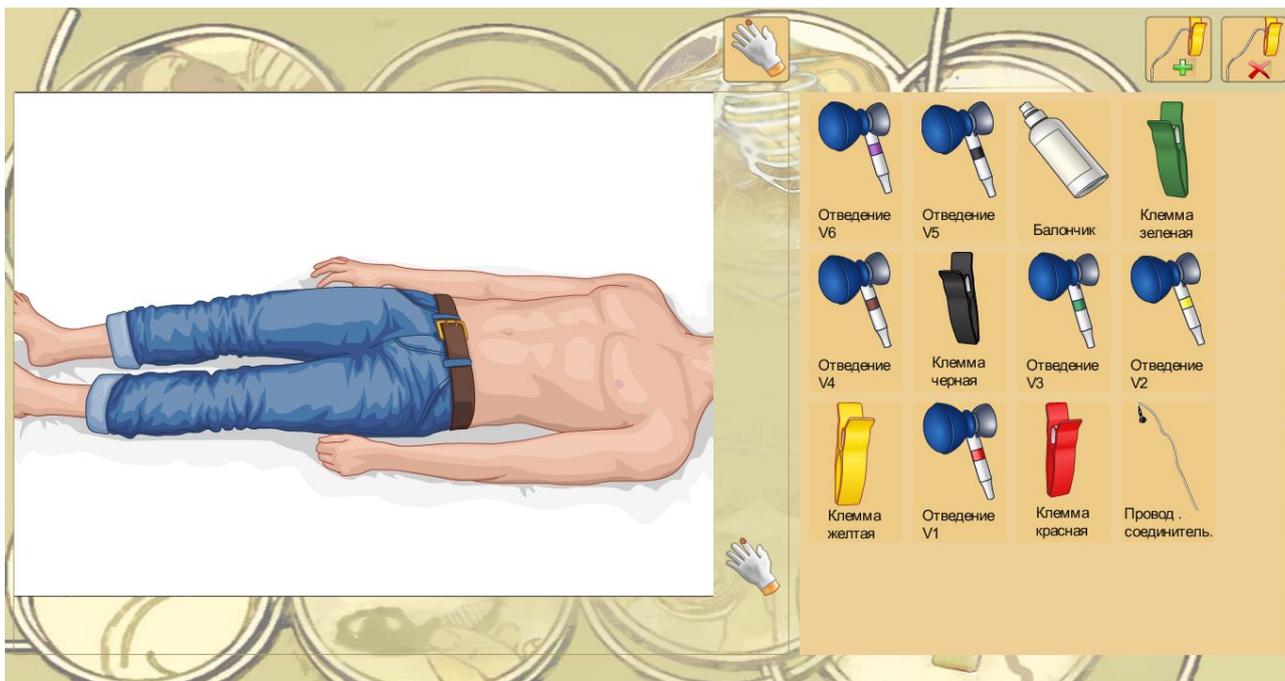


Рис. 3. Проверка знаний по алгоритму наложения электродов ЭКГ

После наложения электродов на экране демонстрируется модель электрокардиографа и студенты должны продемонстрировать навыки настройки прибора и знания алгоритма записи ЭКГ (рис. 4). На данном этапе необходимо правильно выбрать отведения для записи, выставить фильтр помех, а также указать скорость и амплитуду записи ЭКГ. После успешной записи ЭКГ обучающийся проводит выключение прибора. После прохождения данного этапа на экран можно вывести список ошибок, которые допустил обучающийся в процессе освоения данной темы.



Рис. 4. Проверка знаний алгоритма настройки электрокардиографа и записи ЭКГ

В структуре пособия также имеется интерактивный поиск и глоссарий.

В настоящее время научно-техническая разработка «Симулятор электрокардиографии» успешно используется для преподавания основ регистрации и анализа ЭКГ студентам СамГМУ. При внедрении данного электронного учебного пособия в образовательный процесс у студентов СамГМУ отмечается рост успеваемости и улучшение качества знаний при освоении материала по теме дисциплины «Инструментальные методы исследования сердечно-сосудистой системы».

**Заключение.** Таким образом, предложенная научно-техническая разработка позволяет продемонстрировать слушателю теоретический материал по электрокардиографии, провести персонафицированную оценку полученных знаний и овладеть таким практическим навыком, как регистрация электрокардиограмм. Преимуществом данной разработки является наглядность, что повышает эффективность освоения вышеуказанной методики. Программа «Симулятор ЭКГ» может успешно использоваться в учебном процессе, в том числе и при проведении квалификационных экзаменов, а также в дистанционном обучении.

### Список литературы

1. Recommendations for the Standardization and Interpretation of the Electrocardiogram Part I: The Electrocardiogram and Its Technology A Scientific Statement From the American Heart Association Electrocardiography and Arrhythmias Committee, Council on Clinical Cardiology; the American College of Cardiology Foundation; and the Heart Rhythm Society. *Circulation*. 2007. №115. P. 1306-1324. DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.106.180200.
2. Рекомендации ЕОК по ведению пациентов с острым инфарктом миокарда с подъемом сегмента ST 2017. Рабочая группа по ведению пациентов с острым инфарктом миокарда с подъемом сегмента ST Европейского общества кардиологов (ЕОК) // Российский кардиологический журнал. 2018. №23 (5). С. 103–158. DOI: 10.15829/1560-4071-2018-5-103-158.
3. Рекомендации ESC по лечению пациентов с фибрилляцией предсердий, разработанные совместно с EACTS (перевод на русский язык) // Российский кардиологический журнал. 2017. №7 (147). С. 7–86. DOI: 10.15829/1560-4071-2017-7-7-86.
4. Сердечная недостаточность: хроническая (ХСН) и острая декомпенсированная (ОДСН). Диагностика, профилактика и лечение. Клинические рекомендации ОССН – РКО – РНМОТ. М., 2018. 164 с.
5. Чазова И.Е., Жернакова Ю.В. от имени экспертов. Клинические рекомендации. Диагностика и лечение артериальной гипертензии // Системные гипертензии. 2019. Т. 16.

№1. С. 6-31. DOI: 10.26442/2075082X.2019.1.190179.

6. Земцовский Э.В., Абдалиева С.А., Баллюзек М.Ф., Ким А.В., Морозова Н.Н. Электрокардиограмма покоя в 12-ти общепринятых отведениях. Настоящее и будущее // Российский кардиологический журнал. 2015. №9 (125). С. 84-87. DOI: 10.15829/1560-4071-2015-9-84-87.

7. Национальные Российские рекомендации по применению методики холтеровского мониторирования в клинической практике // Российский кардиологический журнал. 2014. №2 (106). С. 6-71. DOI: 10.15829/1560-4071-2014-2-6-71.

8. Щукин Ю.В., Дьячков В.А., Суркова Е.А., Медведева Е.А., Рубаненко А.О. Функциональная диагностика в кардиологии: учебное пособие для студентов медицинских вузов, обучающихся по специальности «Лечебное дело». М.: ГЭОТАР-МЕДИА, 2017. 336 с.

9. Колсанов А.В., Краснов А.Н., Петров Е.С., Чаплыгин С.С., Воронин А.С. Разработка и применение обучающего виртуального симулятора в медицинском образовании // Медицинское образование и профессиональное развитие. 2011. №3 (5). С. 120-125.