

**П.А. Мантуш, А.А. Сусло**  
**ОБОСНОВАНИЕ ФИЗИЧЕСКИХ ОСНОВ ПАТОЛОГИЧЕСКОЙ ЭКГ**  
**В РАМКАХ ИЗУЧЕНИЯ ЕСТЕСТВЕННО-НАУЧНОГО**  
**И МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКОГО МОДУЛЕЙ**

**Научный руководитель: ст. преп. А.С. Кляузо**

**Кафедра медицинской и биологической физики**

**Белорусский государственный медицинский университет, г. Минск**

**P.A. Mantush, A.A. Suslo**

**JUSTIFICATION OF THE PHYSICAL PRINCIPLES OF PATHOLOGICAL ECG**  
**WITHIN THE FRAMEWORK OF STUDYING NATURAL SCIENCE**  
**AND MEDICAL-BIOLOGICAL MODULES**

**Tutor: senior lecturer A.S. Klyauzo**

**Department of Medical and Biological Physics**

**Belarusian State Medical University, Minsk**

**Резюме.** Изучена работа проводящей системы сердца на примере снятых ЭКГ, в которых обнаруженные патологические изменения и подготовленные материалы по ним, можно использовать для демонстрации и улучшенного понимания изучаемого материала.

**Ключевые слова:** электрокардиограмма, проводящая система сердца, патологические состояния.

**Resume.** The work of the cardiac conduction system was studied using the example of recorded ECGs, in which the detected pathological changes and the materials prepared on them can be used to demonstrate and improve understanding of the material being studied.

**Keywords:** electrocardiogram, cardiac conduction system, pathological conditions.

**Актуальность.** Проводящая система сердца начинается синусовым узлом, или узлом Киса-Флека, или автоматический центр первого порядка (в нем находятся Р-клетки: генерируют электрические импульсы для возбуждения сердца; Т-клетки: проведение импульсов от синусового узла к предсердиям). В нем учащение и урежение ритма происходит в основном из-за изменения концентрации ионов Са. Возбуждение синусового узла не отображается на обычной ЭКГ. Из предсердий импульс попадает в узел Ашоффа-Тавары или автоматический центр второго порядка (так же имеет Т- и Р-клетки). На уровне данного узла возбуждение значительно задерживается, что обусловлено особенностями проводящей ткани. Нижняя часть узла утончаясь переходит в пучок Гиса. Пучок Гиса разделяется сначала на 2 ножки. Затем образует 3 ветви: правую ножку и 2 ветви левой ножки пучка Гиса. Скорость распространения возбуждения в ветвях и ножках пучка Гиса составляет 3-4 м/с. Ножки пучка Гиса и их разветвления, а также конечная часть пучка Гиса обладают функцией автоматизма. Конечные разветвления правой и левой ножек пучка Гиса постепенно переходят в волокна Пуркинье, которые непосредственно связываются с сократительным миокардом желудочков, пронизывая всю мышцу сердца. Волокна Пуркинье обладают функцией автоматизма (автоматический центр третьего порядка). В миокарде желудочков волна возбуждения вначале охватывает межжелудочковую перегородку, а затем распространяется на оба желудочка сердца.

В желудочках процесс возбуждения идет от эндокарда к их эпикарду. При возбуждении миокарда создается электродвижущая сила (ЭДС), которая распространяется на поверхность человеческого тела и служит основой для регистрации ЭКГ.

Электрокардиография – это метод изучения биоэлектрических потенциалов, генерируемых мышцей сердца.

Отведения ЭКГ – это схема расположения сопряженных точек тела, которые имеют различные потенциалы.

I отведение: левая рука L (+) и правая рука R (-). II отведение: левая нога F (+) и правая рука R (-). III отведение: левая нога F (+) и левая рука L (-).

Умение расшифровки ЭКГ позволяет более точно интерпретировать результаты и повышает эффективность диагностики. Также ЭКГ является основой ранней диагностики проблем с сердцем для предотвращения серьёзных осложнений.

**Цель:** рассмотреть работу проводящей системы сердца с физической точки зрения для расшифровки ЭКГ с целью создания дидактического материала для учебных занятий.

**Задачи:**

1. Изучить работу проводящей системы сердца
2. Обнаружить патологические изменения на примере снятых ЭКГ и их объяснение с физической точки зрения
3. Использовать для демонстрации и улучшенного понимания изучаемого материала на таких предметах, как медицинская и биологическая физика, нормальной и патологической физиологии

**Материалы и методы.** Снятие и расшифровка 25 ЭКГ с патологическими отклонениями у взрослых пациентов проводилась под руководством кардиолога-терапевта «УЗ Новогрудская ЦРБ». Пособие «Руководство по электрокардиографии В.Н.Орлов», прибор «Интеркард-3 –Теле». Обработка полученных данных проводилась в программе MS Excel.

**Результаты и их обсуждение.** В ходе расшифровки ЭКГ женщин и мужчин выборки 22-45 лет, были выявлены следующие отклонения: инфаркт миокарда задней стенки с блокадой правой ножки пучка Гиса; трепетание предсердий; полная блокада левой ножки пучка Гиса; изменение ЭКГ при работе кардиостимулятора.

1.) Полная блокада левой ножки пучка Гиса.

В связи с блокадой левой ножки пучка Гиса возбуждение в левый желудочек проводится окольным путем. Это вызывает значительное замедление прохождения возбуждения по желудочкам, уширение комплекса  $QRS > 0,12$  с ЭКГ и изменение направления реполяризации в левом желудочке. При блокаде левой ножки пучки Гиса в отведениях V5, V6 комплекс QRS обычно представлен широким зубцом R с зазубриной на восходящем или нисходящем его колене или на его вершине. В отведении V1, V2 при этом обычно регистрируются комплексы QRS типа rS с широким глубоким зубцом S. Отклонение ЭОС влево.

2.) Инфаркт миокарда нижней области левого желудочка с блокадой правой ножки пучка Гиса.

Блокада правой ножки пучка Гиса:

При блокаде происходит сначала возбуждение левого желудочка, а только потом правого. Тогда получается, что правый желудочек активируется из левой ножки пучка Гиса. Так как левый желудочек возбуждает раньше, хотя в норме желудочки возбуждают одновременно, это приводит к деформации комплекса QRS и появлению второго зубца R.

На что обращаем внимание при расшифровке ЭКГ:

1. М-образный комплекс QRS в отведениях V1-V2
2. Широкий зубец S в 1-ом, aVL, V5-V6
3. Из-за нарушения реполяризации часто депрессия ST и инверсия Т в отведениях V1-V3
4. При полной блокаде длительность QRS превышает 0,12 сек. (Смотрим по отведениям V1-V2)

Инфаркт миокарда:

1. Патологический зубец Q
2. Ишемические проявления
3. Изменения в нижней стенке левого желудочка измеряют по отведениям 2,3, aVF
- 3.) Трепетания предсердий.

При трепетании предсердий отсутствует возбуждение и сокращение предсердий как целого, а имеется возбуждение и сокращение отдельных волокон предсердий. Возбуждение происходит с меньшей частотой, чем при мерцании предсердий, и более правильно. Частота предсердных волн составляет обычно 220-350 в 1 минуту, чаще от 280 до 300 в 1 минуту. В атриовентрикулярный узел в единицу времени поступает постоянное число предсердных импульсов. В связи с тем, что атриовентрикулярный узел из-за его рефрактерности не может провести так много импульсов, возникает функциональная частичная атриовентрикулярная блокада (чаще всего атриовентрикулярный узел проводит к желудочкам каждый второй импульс или реже каждый четвертый). Если степень атриовентрикулярной блокады остается стабильной, то к желудочкам в единицу времени поступает постоянное число импульсов, вследствие чего ритм сокращений желудочков правильный. На ЭКГ в связи с отсутствием возбуждения предсердий как целого зубец Р не регистрируется, а имеются предсердные волны F, характеризующиеся регулярностью. Они большей амплитуды, чем при мерцании, и отличаются меньшей частотой. Предсердные волны обычно правильной формы, четко переходят одна в другую, и частота их составляет 220-350 в 1 минуту. Каждому комплексу QRS за счет постоянной атриовентрикулярной блокады предшествует строго определенное число предсердных волн F - 2-3-4-5-6. Возникает функциональная частичная атриовентрикулярная блокада с проведением 2:1; 3:1; 4:1; 5:1; 6:1 (в числителе - число предсердных волн, в знаменателе - число комплексов QRS). В связи с тем, что чаще всего наблюдается трепетание предсердий с атриовентрикулярным проведением 2:1, частота сокращений желудочков значительно ускорена. Однако чаще она не превышает 150-160 в 1 минуту, составляя обычно 120-160 в 1 минуту (половина от 240-320 волн трепетания в 1 минуту).

Таким образом, частота сокращений желудочков зависит от условий проведения

импульсов в атриовентрикулярном узле и находится в строгой зависимости от числа предшествующих им волн трепетания. Следует подчеркнуть, что скачкообразное изменение частоты ритма и перехода от правильного ритма к аритмии весьма характерны для трепетания предсердий.

#### 4.) Работа кардиостимулятора.

При искусственной электрокардиостимуляции сердце активируется не собственными импульсами, а искусственными, ритмично подаваемыми электрическими импульсами продолжительностью около 0,8-2 мс и энергией от 7 до 196 мкДж, т.е. значительно меньшей, чем используется для электроимпульсного лечения. Эти импульсы электрокардиостимулятора передаются по проводам к различным участкам сердечной мышцы, вызывая ее возбуждение. Видны спайки, вызванные искусственной стимуляцией сердечных сокращений (работой кардиостимулятора). Такую ЭКГ мы не расшифровываем, по спайкам определяем ЧСС.

Полученные данные подходят для объяснения работы сердца при прохождении данных тем на учебных занятиях в качестве дидактического пособия.

**Выводы.** В ходе выполнения научного исследования была изучена работа проводящей системы сердца на примере ранее снятых ЭКГ, в которых обнаруженные патологические изменения и подготовленные материалы по ним, можно использовать для демонстрации и улучшенного понимания изучаемого материала на таких предметах, как медицинская и биологическая физика, нормальной и патологической физиологии.

#### Литература

1. Орлов В. Н. Руководство по электрокардиографии. – Издательство" Медицинское информационное агентство", 2017.»