

O.B. Белый, X. Джумагелдиева
ИССЛЕДОВАНИЕ СКРЫТЫХ СОСТАВЛЯЮЩИХ
ЭЛЕКТРОФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ
Научный руководитель: канд. физ.-мат. наук, доц. М.В. Гольцев
Кафедра медицинской и биологической физики
Белорусский государственный медицинский университет, г. Минск

A.V. Belyi, H. Dzhumageldieva
STUDY OF HIDDEN COMPONENTS OF ELECTROPHYSIOLOGICAL
PROCESSES
Tutor: associate professor M.V. Goltsev
Department of Medical and Biological Physics
Belarusian State Medical University, Minsk

Резюме. Распространение возбуждения по сердечному волокну является важным клиническим и диагностическим показателем, позволяющим судить о характере электрофизиологических процессов, происходящих в миокарде, полученные в ходе исследования результаты позволяют установить закономерности электрофизиологических процессов, которые обеспечивают основную (насосную) функцию сердца.

Ключевые слова: биофизика, электрокардиография, электрокардиограмма, время внутреннего отклонения.

Resume. The spread of excitation along the cardiac fiber is an important clinical and diagnostic indicator that allows us to judge the nature of the electrophysiological processes occurring in the myocardium. The results obtained during the study allow us to establish the patterns of electrophysiological processes that provide the main (pumping) function of the heart.

Keywords: biophysics, electrocardiography, electrocardiogram, internal deflection time.

Актуальность. В настоящее время электрокардиография как метод исследования сердца является наиболее распространенным и объективным. Следует при этом отметить, что чувствительность и специфичность обычного электрокардиографического обследования недостаточно высоки. Известно, что ЭКГ покоя, оцениваемая по общепринятым критериям, остается нормальной приблизительно у 50 % больных с хронической ишемической болезнью сердца, в том числе во время дискомфорта в грудной клетке. Помимо этого, у 10 – 25% нефатальных инфарктов миокарда на электрокардиограмме (ЭКГ) не выявляется никаких изменений либо ЭКГ в дальнейшем полностью нормализуется. В настоящее время на первый план выходят скрытые составляющие электрофизиологических процессов, которые не анализируются в клинической практике, что снижает потенциальные возможности диагностических систем, но обладают значительной информационной ценностью.

Одним из таких электрофизиологических процессов является время, отражающее период от начала возбуждения предсердий (или желудочков) до охвата возбуждением максимального количества сердечных волокон, то есть время внутреннего отклонения. Время распространения возбуждения от эндокарда до эпикарда на участке миокарда, расположенному под грудным электродом, советует

длительности интервала (интервал J) между моментом возникновения начального потенциала желудочкового комплекса и вершиной зубца R электрокардиограммы, таким образом определяя толщину миокарда в данной области.

Цель: изучение вариации индивидуальных значений основных зубцов и интервалов ЭКГ в стандартных отведениях в возрастном и гендерном аспектах.

Задачи:

1. Изучение методики снятия электрокардиограмм.
2. Изучение методики расшифровки результатов электрокардиограмм (измерение амплитуд зубцов R, P, Q и длительности интервалов PQ, QT; расчет интервала J).
3. Анализ и оценка возрастной динамики вариации указанных зубцов и интервалов.

Материалы и методы. Проведение электрокардиографических исследований осуществлялось на базе кафедры медицинской и биологической физики УО «Белорусский государственный медицинский университет». В ходе исследования составлена выборка из 43 человек разной возрастной категории: минимальный возраст – 17 лет, максимальный возраст – 72 года; разной половой категории: 21 человек женского пола и 22 человека мужского пола. Также следует отметить, что согласно нормативным документам, устанавливающим государственные гарантии по защите прав, достоинства, автономии и целостности человека при проведении биомедицинских исследований [1] все испытуемые дали информированное добровольное согласие на участие в исследовании.

Основные параметры ЭКГ были определены с использованием циркуля и ЭКГ-линейки. В работе были определены амплитуды зубцов P и R в стандартных отведениях, длительности интервалов PQ, QT, а также рассчитан скрытый параметр – время внутреннего отклонения (интервал J).

Для определения времени внутреннего отклонения на ленте ЭКГ проводят перпендикуляр от вершины зубца R до пересечения его с изоэлектрической линией. Отрезок от начала зубца Q до точки пересечения перпендикуляра с изоэлектрической линией соответствует времени внутреннего отклонения (рисунок 1).

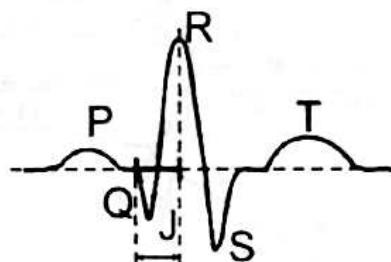


Рис. 1 – Методика определения времени внутреннего отклонения

Результаты и их обсуждение. Согласно теории В.Эйнховена, сердце представляет собой электрический диполь [2]. Между полюсами диполя возникает разность потенциалов – электродвижущая сила (ЭДС) – которая, являясь векторной величиной, имеет направление от отрицательного к положительному полюсу.

Результирующую ЭДС можно записать используя электрокардиограф.

Электрокардиограмма (ЭКГ) – зависимость разности(ей) потенциалов, отражающих электрическую активность сердца, от времени, и ее(их) графическое представление [3]. Электрокардиограф регистрирует ЭКГ с помощью систем отведений. Отведение ЭКГ – зафиксированная разность потенциалов между двумя или более электродами, сформированная по определенным правилам [3]. Электрические потенциалы сердца графически записываются в виде кривой с положительными, отрицательными зубцами и прямыми линиями между ними.

Исследование влияния возрастного аспекта на изменение времени внутреннего отклонения показало увеличение длительности этого параметра во всех стандартных отведениях, поэтому для более детального изучения данной зависимости выберем отведение I (рис. 2). Среднее значение интервала J в отведении I составило 27,9 мс, в отведении II – 29,5 мс, в отведении III – 39,1 мс, что соответствует нормативным значениям (0,02–0,05 с).

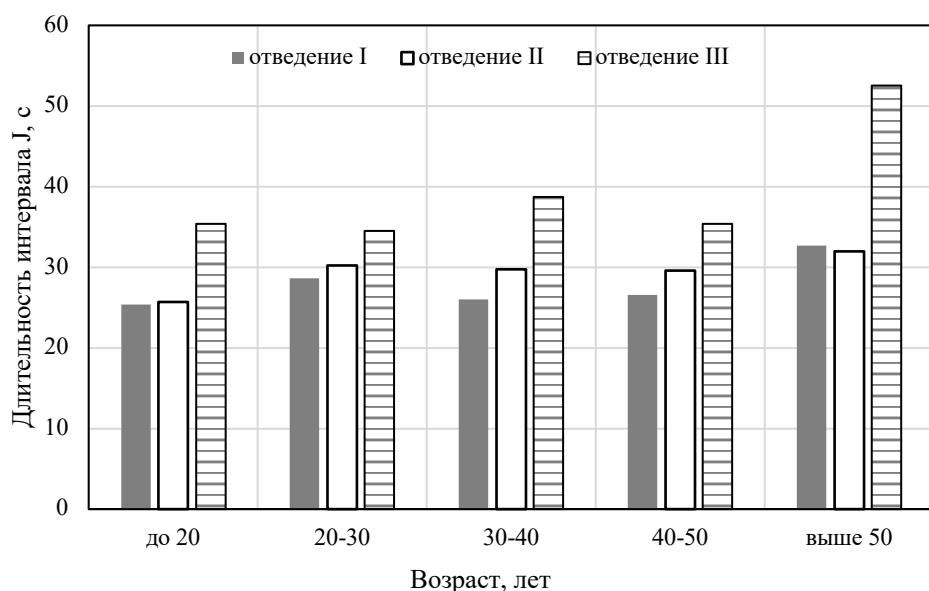


Рис. 2 – Вариация длительности интервала J с возрастом (в трех стандартных отведениях)

У мужчин в отведении I длительность интервала J увеличивается в 1,5 раз, в отведении II – в 1,4 раза, в отведении III – в 1,5 раза. Зависимости времени внутреннего отклонения от возраста для мужчин представлено на рисунке 3. Выше нормы значение интервала внутреннего отклонения выявлено у одного обследуемого (мужчина, 68 лет, в анамнезе сердечная недостаточность).

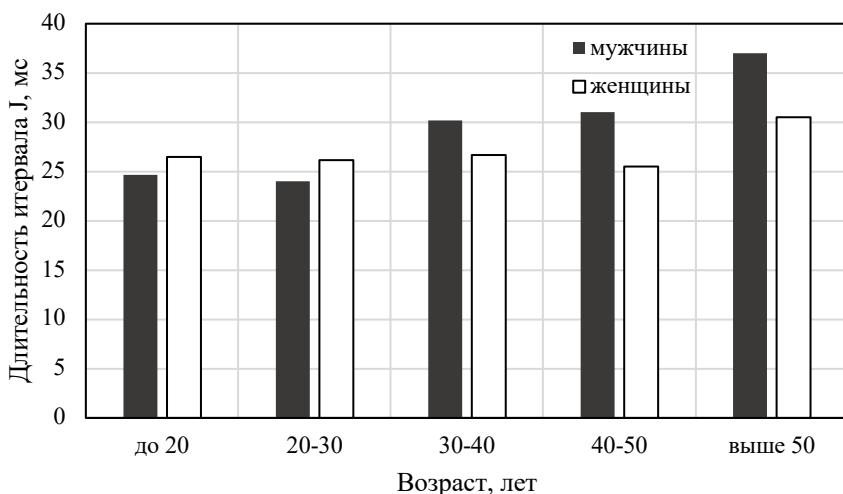


Рис. 3 – Вариация длительности интервала J с возрастом (отведение I)

У женщин в отведении I длительность интервала J увеличивается в 1,2 раза, в отведении II – в 1,1 раза, в отведении III – в 1,5 раза. Зависимости времени внутреннего отклонения от возраста для женщин представлено на рисунке 3. Выше нормы значение интервала внутреннего отклонения выявлено у двух обследуемых (женщины, 59 и 72 года, анамнез неизвестен).

Наблюдаемое увеличении времени внутреннего отклонения напрямую свидетельствует о гипертрофии миокарда. В гипертроированном миокарде на возбуждение тратится гораздо больше времени для прохождения от эндокарда к эпикарду, чем в нормальном миокарде. Следует отметить, что данный факт является первым из основных признаков гипертрофии миокарда, которые можно определить на ЭКГ.

По мимо этого, о гипертрофии миокарда свидетельствует и увеличение амплитуды зубца R. В гипертроированном миокарде амплитуда вектора возбуждения, идущего от эндокарда к эпикарду, больше по сравнению с нормой. Следовательно, регистрирующий электрод, расположенный над гипертроированным миокардом, графически отобразит этот вектор на ЭКГ зубцом R гораздо большим по амплитуде, чем зубец R в норме. Отметим, что факт увеличения амплитуды зубца R является вторым ЭКГ признаком гипертрофии миокарда [4, 5].

Выводы. В настоящее время функциональная диагностика заболеваний сердца возможна путем различных методов исследования, самым распространённым, доступным и дешевым из которых является электрокардиография. В основе возникновения нарушений сердца различного вида лежат изменения в электрофизиологии клеток миокарда, что получает отражение на амплитуде и длительности зубцов и комплексов ЭКГ.

В ходе проведения исследования были изучены вариации индивидуальных значений основных зубцов и интервалов ЭКГ в стандартных отведениях в возрастном и гендерном аспектах. Одной из особенностей людей пожилого возраста является наличие у них нескольких заболеваний, которые характеризуются специфическими

проявлениеми, особенностями течения и различным прогнозом. Соответственно, вышеперечисленные факторы вызывает те или иные изменения электрофизической активности сердца, что в свою очередь проявляется на электрокардиограмме. Таким образом, своевременная диагностика работы сердца чрезвычайно важна, поскольку нарушение функций левого желудочка, ишемия миокарда, нарушение ритма приводит к развитию сердечной недостаточности и в конечном итоге к фатальным осложнениям.

Литература

1. Режим доступа: <https://www.bsmu.by/universitet/nauchnaya-deyatelnost/rabota-komiteta-pobioetike/> – Дата доступа: 24.04.2025.
2. Ремизов, А. Н. Медицинская и биологическая физика / А. Н. Ремизов. – Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2016. – 647 с.
3. Регистрация электрокардиограммы покоя в 12 общепринятых отведений взрослым и детям / Дроздов Д. В. [и др.] // Российский кардиологический журнал. – 2023. – 28(10). – с. 105–130.
4. Электрокардиографические признаки гипертрофии миокарда [Электронный ресурс] // Режим доступа: <https://meduniver.com/Medical/Therapy/1102.html>. – Дата доступа: 24.04.2025.
5. Яковенко, Е.И. ЭКГ-диагностика гипертрофии левого желудочка / Е.И. Яковенко // Российский кардиологический журнал. – 2009. – № 5 (79). – С. 79–83.