

# ОЦЕНКА РЕПОЛЯРИЗАЦИИ СЕРДЦА: СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КАЧЕСТВЕННЫХ И КОЛИЧЕСТВЕННЫХ МЕТОДОВ

## ASSESSMENT OF CARDIAC REPOLARIZATION: COMPARATIVE CHARACTERISTICS OF QUALITATIVE AND QUANTITATIVE METHODS

**E. Ryadnova  
V. Kitsyshin**

*Summary. Objective:* To conduct a comparative analysis of methods for assessing cardiac repolarization over time.

*Material and methods:* Electrocardiography was performed on 40 patients. At the age of 25–65 years (mean age 52 years). Males prevailed over females (29 people, 72 %). Three methods for assessing repolarization were compared: qualitative, semi-quantitative and quantitative. The following methods were selected for the quantitative assessment of electrocardiogram parameters: assessment of the QTc interval duration, T wave amplitude and a new method of contour analysis of the electrocardiogram.

*Results:* The results of the study indicate that it is possible to record repolarization changes during long-term assessment of the dynamics using both qualitative, semi-quantitative and quantitative methods. However, the degree of expression and nature of the changes presented on the electrocardiogram are better described by contour analysis of the ECG.

*Conclusion:* The contour analysis method, which considers not only the duration of segments and the amplitude of the teeth, but also the change in the shape of ECG elements, better reflects the influence of the acute infectious process on the electrical activity of the heart.

*Keywords:* repolarization, electrocardiography, qualitative assessment, quantitative assessment, contour analysis, new coronavirus infection, SARS-CoV-2.

**Ряднова Екатерина Олеговна**

соискатель, Федеральное государственное бюджетное военное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Военно-медицинская академия имени С.М. Кирова», г. Санкт-Петербург  
kate\_31\_96@mail.ru

**Кицышин Виктор Петрович**

Доктор медицинских наук, профессор, Федеральное государственное бюджетное военное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Военно-медицинская академия имени С.М. Кирова», г. Санкт-Петербург  
kitsyshin@ya.ru

*Аннотация. Цель:* Проведение сравнительной характеристики методов оценки реполяризации сердца в динамике.

*Материал и методы:* Электрокардиография была проведена 40 пациентам. В возрасте 25–65 лет (средний возраст 52 года). В исследовании преобладали лица мужского пола (29 чел., 72 %). Сравнивались три метода оценки реполяризации: качественный, полуколичественный и количественный. Для количественной оценки параметров электрокардиограммы были выбраны следующие методики: оценка длительности интервала QTc, амплитуды зубца Т и новая методика контурного анализа электрокардиограммы.

*Результаты:* Результаты исследования свидетельствуют о том, что зафиксировать изменения реполяризации при длительной оценке динамики можно как качественным, полуколичественным, так и количественным методами. Однако степень выраженности и характер изменений, представленных на электрокардиограмме, лучше описывает контурный анализ ЭКГ. *Заключение:* Метод контурного анализа, учитывающий не только длительность сегментов и амплитуду зубцов, но и изменение формы элементов ЭКГ лучше отражает влияние острого инфекционного процесса на электрическую активность сердца.

*Ключевые слова:* реполяризация, электрокардиография, качественная оценка, количественная оценка, контурный анализ, новая коронавирусная инфекция, SARS-CoV-2.

### Актуальность

В современной клинической практике врача электрокардиография является первым инструментальным методом оценки функционального состояния сердечно-сосудистой системы. Нет сомнений в уникальности и простоте метода. А по самым скромным подсчётам мировой объём ежедневно регистрируемых электрокардиограмм составляет примерно 100 миллионов исследований. Но до сих пор некоторые вопросы электрокардиографии остаются спорными и требуют

изучения. Одним из таких проблемных вопросов является оценка реполяризации сердца. Так на фоне пандемии новой коронавирусной инфекции отмечен рост неспецифических изменений реполяризации. Это актуализировало вопрос методов оценки реполяризации сердца. Изменение сегмента ST-T у пациентов, в период заболевания COVID-19 и реконвалесценции часто фиксировались на электрокардиограммах пациентов. И если до пандемии частота этих изменений составляла менее чем 8 %, то в период пандемии выявления этих изменений составило от 19,9 до 81 % [1, 2]. Такой большой

разброс данных, вероятно, обусловлен не только различиями тяжести течения инфекции в изучаемых группах, но и большим количеством методик оценки сегмента ST-T. Усугубляет этот факт и отсутствие строгих критериев диагностики нарушения реполяризации. В клинической практике главной мерой реполяризации является оценка сегмента QT. Однако этот способ включает в себя оценку конечной части комплекса QRS, а значит оценивает, как реполяризацию, так и депполяризацию. Кроме того, субъективность мануальной оценки длительности сегмента QT и его прямая корреляция с ЧСС привели появлению других ЭКГ-параметров оценки реполяризации. Начиная с 2003 года получили развитие новые способы описания гетерогенности зубца T: анализ морфологии второго центрального момента T-волны, косинус между комплексом QRS и T-волной, нормализованная площадь T-зубца, дисперсия области T-волны (TW-Ad) [3]. Однако они являются трудоёмкими и недоступными для ежедневного использования.

Благодаря прогрессу в развитии компьютерных технологий и внедрению их в клиническую практику, актуальным видится оценка ЭКГ с помощью компьютерной постобработки. Нами предполагается высокая прогностическая ценность количественной оценки параметров ЭКГ с помощью метода контурного анализа. Данная методика оценивает не только однополярное изменение характеристик зубцов электрокардиограммы, но и изменение пространственной конфигурации.

В литературе описано, что измерение зубца T позволяет стратифицировать сердечно-сосудистый риск как у пациентов с сердечно-сосудистыми заболеваниями, так и у здоровых людей. Нарушение процессов реполяризации часто является одним из факторов в моделях оценки неблагоприятного клинического исхода.

Так, предполагается, что методика контурного анализа будет более точно описывать имеющиеся изменения ЭКГ. На основании этого можно предположить, что прогностическая значимость нарушения реполяризации, оценённая данным методом, тоже будет выше.

Цель исследования состоит в проведении сравнительной характеристики методов оценки реполяризации сердца в динамике.

### Материал и методы

Электрокардиография была проведена 40 пациентам. В возрасте 25–65 лет (средний возраст 52 года). В исследовании преобладали лица мужского пола (29 чел., 72 %). Выборка пациентов в исследуемую группу проводилась в соответствие со следующими критериями: лабораторно подтверждённый диагноз новая коронавирусная инфекция, наличие электрокардиограммы при

поступлении в стационар и контрольного исследования через 6 месяцев после выздоровления.

Сравнивались три метода оценки реполяризации. Первый — качественный. Оценка происходила на основании заключения врача функциональной диагностики. Изменения оценивались вне зависимости от локализации процесса. Второй метод — полуколичественный. Оценка происходила с помощью соотнесения изменений реполяризации с одной из категорий в соответствии с кодификатором «Миннесотские коды». Третий метод — количественный. Данный способ заключался в расчёте площади зубца T контурным способом. Для количественной оценки параметров электрокардиограммы нами были выбраны оценка длительности интервала QTc и амплитуды зубца T, а также новая методика контурного анализа электрокардиограммы. Электрокардиограммы оценивались в динамике по всем представленным характеристикам.

Среди методик оценки электрокардиограммы особое место в работе занимает количественная оценка параметров с помощью контурного анализа. Компьютерная обработка происходила с использованием математической программы GeoGebra Classic 6.0. Основными этапами контурного анализа были построения изолинии, обозначения начала и конца зубца T, построение перпендикуляров к изолинии и построение многоугольника. Методика построения представлена на рисунке 1.

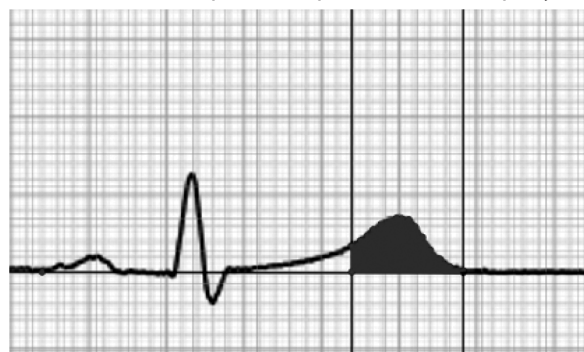


Рис. 1. Методика количественной оценки реполяризации сердца

Источник: Составлено автором с использованием программы GeoGebra Classic 6.0

Статистическая обработка данных выполнялась с помощью описательных методов статистического анализа и выявления достоверных различий в программном пакете Statistica 12 и с использованием программы StatTech v. 3.1.10 (разработчик — ООО «Статтех», Россия). Данные считались статистически значимыми при  $p \leq 0,05$ .

### Результаты

Анализ электрокардиограмм показал, что при качественной оценке динамики реполяризации была отмечена

на значимая динамика ( $p < 0,001$ ). Так в начале заболевания изменения реполяризации имелись у 26 пациентов (65,0 %), тогда как через 6 месяцев данные изменения были только у 3 пациентов (7,5 %). Интересно, что при оценке динамики от момента поступления в стационар до момента выписки показателей качественным методом значимых отличий обнаружено не было ( $p > 0,05$ ).

При исследовании этого показателя полуколичественным методом были получены следующие данные. Значимые отличия наблюдались в I, II стандартных отведениях и с V2 по V6 грудных. Характеристика динамики изменений в соответствии с кодификатором «Миннесотские коды» в I стандартном отведении была наиболее наглядной и представлена на рисунке 3.

Оценка продолжительности интервала QTc не показала значимых различий между параметрами, оценёнными в начале заболевания COVID-19 и данными через 6 месяцев после выздоровления. Так медианное значение и межквартильный интервал в начале заболевания были равны 399,0 [391;416] мс, а через 6 месяцев 401,0 [387;418] мс.

При оценке динамики амплитудных показателей зубца T были выявлены статистические значимые различия в отведениях I, II, aVF и V2-V6. Динамика показателей в отведениях V2-V3 была наиболее наглядной. Так амплитуда зубца T в отведении V2 начале заболевания была равна 200 мкВ [100–400], а через 6 месяцев — 300 мкВ [238–500]. В отведении V3 эти показатели были равны 300 мкВ [200–400] и 400 мкВ [300–600].

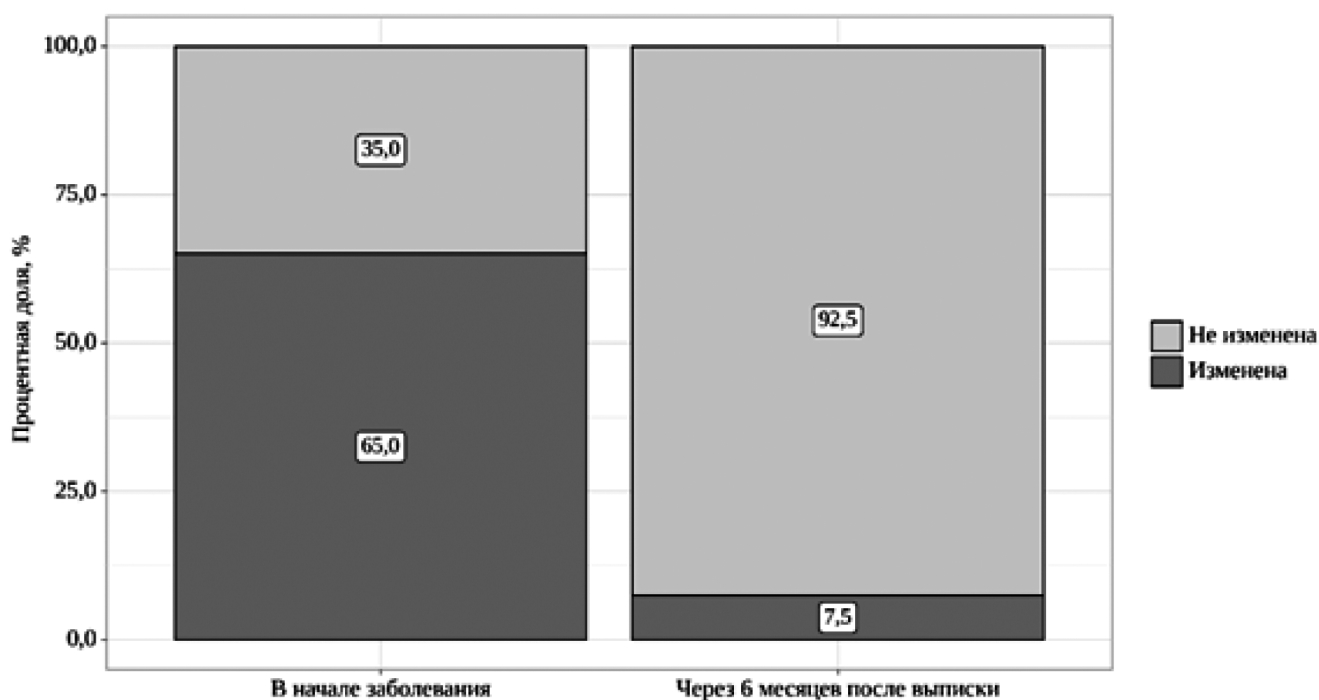


Рис. 2. Анализ изменения реполяризации качественным методом

Источник: Составлено автором на основе базы данных

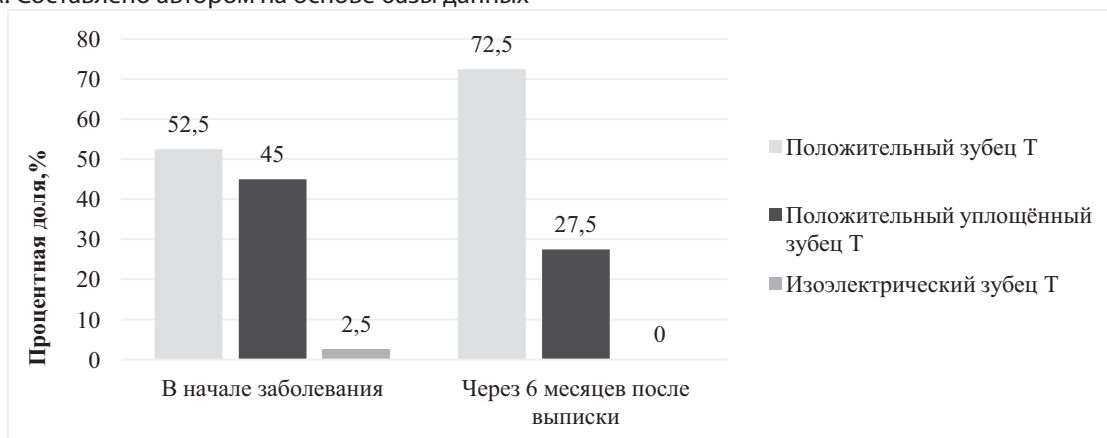


Рис. 3. Анализ динамики зубца T в I отведении в начале заболевания и через 6 месяцев после выздоровления

Источник: Составлено автором на основе базы данных

При оценке ЭКГ с помощью компьютерной постобработки были получены следующие данные: при динамической оценке площади зубца Т отличались во всех отведениях, кроме aVL и V1. Важно, что данные отличия, так же, как и амплитудные характеристики были наиболее выражены в грудных отведениях. Так площадь зубца Т в отведении V2 начале заболевания была равна  $32,44 \pm 22,04$  мВ\*мс, а через 6 месяцев —  $49,08 \pm 23,2$  мВ\*мс. В отведении V3 эти показатели были равны  $33,56 \pm 19,16$  и  $56,56 \pm 0,12$  мВ\*мс соответственно ( $p < 0,001$ ).

### Обсуждение

Данные, накопленные в результате обобщения опыта пандемии новой коронавирусной инфекции, подтверждают изменение электрической активности сердца. Однако частота изменений сильно варьировала в разных исследованиях. Так в исследованиях с качественной оценкой реполяризации изменения фиксировались от 26 до 81 % случаев [4, 5, 6, 7, 8], а при полуколичественной оценке эти изменения фиксировались в 19,9–30 % случаев [9, 10].

Результаты нашего исследования свидетельствуют о том, что фиксировать изменения реполяризации при длительной оценке динамики можно как качественным, полуколичественным, так и количественным методами. Однако степень выраженности и характер изменений, представленных на электрокардиограмме, лучше описывает контурный анализ ЭКГ.

Безусловно, выраженность процессов зависит от различных факторов, в том числе от тяжести основного заболевания. Однако в нашем исследовании при применении различных методов при оценке одной и той же электрокардиограммы контурный анализ показал свои преимущества.

### Выводы

Так, метод контурного анализа, учитывающий не только длительность сегментов и амплитуду зубцов, но и изменение формы элементов ЭКГ, лучше отражает влияние острого инфекционного процесса на электрическую активность сердца.

### ЛИТЕРАТУРА

1. COVID-19 kills at home: the close relationship between the epidemic and the increase of out-of-hospital cardiac arrests / E. Baldi, G.M. Sechi, C. Mare [et al.] // *European Heart Journal*. — 2020. — Vol. 41. — COVID-19 kills at home. — № 32. — P. 3045–3054.
2. Изменения электрической оси сердца и нарушения липидного обмена как возможные маркеры поражения сердечно-сосудистой системы у пациентов, перенесших COVID-19 / Н.Т. Мирзоев, Г.Г. Кутелев, В.В. Иванов [и др.] // *Доктор.Ру*. — 2023. — Т. 22. — № 2. — С. 15–20.
3. Reference values of electrocardiogram repolarization variables in a healthy population / C. Haarmark, C. Graff, M.P. Andersen [et al.] // *Journal of Electrocardiology*. — 2010. — Vol. 43. — № 1. — P. 31–39.
4. The effect of the severity COVID-19 infection on electrocardiography / H.A. Barman, A. Atici, G. Alici [et al.] // *The American Journal of Emergency Medicine*. — 2021. — Vol. 46. — P. 317–322.
5. Clinical Characteristics of 138 Hospitalized Patients With 2019 Novel Coronavirus-Infected Pneumonia in Wuhan, China / D. Wang, B. Hu, C. Hu [et al.] // *JAMA*. — 2020. — Vol. 323. — № 11. — P. 1061–1069.
6. Electrocardiographic features of 431 consecutive, critically ill COVID-19 patients: an insight into the mechanisms of cardiac involvement / M. Bertini, R. Ferrari, G. Guardigli [et al.] // *Europace*. — 2020. — Electrocardiographic features of 431 consecutive, critically ill COVID-19 patients. — P. euaa258.
7. Electrocardiographic characteristics in patients with coronavirus infection: A single-center observational study / Y. Li, T. Liu, G. Tse [et al.] // *Annals of Noninvasive Electrocardiology: The Official Journal of the International Society for Holter and Noninvasive Electrocardiology, Inc.* — 2020. — Т. 25. — Electrocardiographic characteristics in patients with coronavirus infection. — № 6. — С. e12805.
8. Cardiovascular Changes in Patients With COVID-19 From Wuhan, China / L. Song, S. Zhao, L. Wang [et al.] // *Frontiers in Cardiovascular Medicine*. — 2020. — Vol. 7. — P. 150.
9. Tsuji H. Increased Incidence of ECG Abnormalities in the General Population During the COVID-19 Pandemic / H. Tsuji, I. Shiojima // *International Heart Journal*. — 2022. — Т. 63. — № 4. — С. 678–682.
10. Electrocardiographic features of patients with COVID-19: One year of unexpected manifestations / F. Angeli, G. Reboldi, A. Spanevello [et al.] // *European Journal of Internal Medicine*. — 2022. — Vol. 95. — Electrocardiographic features of patients with COVID-19. — P. 7–12.

© Ряднова Екатерина Олеговна (kate\_31\_96@mail.ru); Кицышин Виктор Петрович (kitsyshin@ya.ru)  
Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»