



## Обоснование оптимальных характеристик аппарата для проведения электроодонтодиагностики на основании изучения комплексного электросопротивления тканей зуба

А.Г. Волков<sup>1</sup>  , Н.Ж. Дикопова<sup>1</sup> , Т.А. Амоев<sup>2</sup> , В.М. Гринин<sup>1</sup> , З.М. Абаев<sup>1</sup> , И.А. Никольская<sup>3</sup> 

<sup>1</sup> Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова (Сеченовский Университет), г. Москва, Российская Федерация

<sup>2</sup> Российский университет медицины, г. Москва, Российская Федерация

<sup>3</sup> Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н. И. Пирогова, г. Москва, Российская Федерация

 [parodont@inbox.ru](mailto:parodont@inbox.ru)

### Резюме

**ЦЕЛЬ.** Обоснование оптимальных характеристик аппарата для проведения электроодонтодиагностики на основании изучения комплексного электросопротивления тканей зуба.

**МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ.** Было проведено изучение комплексного сопротивления тканей при проведении электроодонтодиагностики у 50 пациентов в возрасте от 18 до 55 лет. Всего было проведено исследование 181 зуба. Все исследуемые зубы были с сформированными корнями. 52 зуба были интактными, 40 – ранее подвергались лечению по поводу кариеса, в 26 зубах наблюдался кариозный процесс, 21 – поставлен диагноз пульпит, 9 – периодонтит, 33 зуба ранее подвергались эндодонтическому лечению.

**РЕЗУЛЬТАТЫ.** Результаты изучения комплексного сопротивления тканей при проведении электроодонтодиагностики показали, что модуль импеданса может находиться в широком диапазоне от 120 кОм до 3500 кОм. При этом, основной вклад в комплексное сопротивление вносит состояние твердых тканей зубов.

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ.** Полученные результаты показали, что аппарат для проведения электроодонтодиагностики должен автоматически в непрерывном режиме проводить измерение импеданса и в соответствии с ним управлять подачей необходимого экспоненциально возрастающего переменного синусоидального тока частотой 50 Гц.

**Ключевые слова:** электроодонтодиагностика, электрический ток, комплексное электросопротивление, импеданс тканей зуба.

**Информация о статье:** поступила – 01.04.2024; исправлена – 05.05.2024; принята – 10.05.2024

**Конфликт интересов:** Авторы сообщают об отсутствии конфликта интересов.

**Благодарности:** Финансирование и индивидуальные благодарности для декларирования отсутствуют.

**Для цитирования:** Волков А.Г., Дикопова Н.Ж., Амоев Т.А., Гринин В.М., Абаев З.М., Никольская И.А. Обоснование оптимальных характеристик аппарата для проведения электроодонтодиагностики на основании изучения комплексного электросопротивления тканей зуба. *Эндодонтия Today*. 2024;22(2):144–147. <https://doi.org/10.36377/ET-0022>

## Substantiation of optimal characteristics of the device for electroodontodiagnostics based on the study of complex electrical resistance of tooth tissues

Alexander G. Volkov<sup>1</sup>  , Natalya Zh. Dikopova<sup>1</sup> , Timur A. Amoev<sup>2</sup> , Vasily M. Grinin<sup>1</sup> , Zoinbek M. Abaev<sup>1</sup> , Irina A. Nikolskaya<sup>3</sup> 

<sup>1</sup> I.M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University), Moscow, Russian Federation

<sup>2</sup> Russian University of Medicine, Ministry of Health of Russia, Moscow, Russian Federation

<sup>3</sup> Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow, Russian Federation

 [parodont@inbox.ru](mailto:parodont@inbox.ru)

### Abstract

**AIM.** Aim of this work is to substantiate the optimal characteristics of the apparatus for electroodontodiagnostics on the basis of studying the complex electrical resistance of tooth tissues.

**MATERIALS AND METHODS.** The study of complex tissue resistance during electroodontodiagnostics in 50 patients aged from 18 to 55 years was carried out. A total of 181 teeth were studied. All the teeth studied were with formed roots. 52 teeth were intact, 40 teeth had been previously treated for caries, 26 teeth had carious process, 21 teeth were diagnosed with pulpitis, 9 teeth were diagnosed with periodontitis, 33 teeth had been previously subjected to endodontic treatment.

**RESULTS.** The results of studying the complex tissue impedance during electroodontodiagnostics showed that the impedance module can be in a wide range from 120 kOhm to 3500 kOhm. At that, the main contribution to the complex impedance is made by the state of hard tissues of teeth.

**CONCLUSION.** The obtained results showed that the device for electroodontodiagnostics should automatically in a continuous mode to measure impedance and according to it to control the supply of the necessary exponentially increasing alternating sinusoidal current with a frequency of 50 Hz.

**Keywords:** electroodontodiagnostics, electric current, complex electrical impedance, impedance of tooth tissues.

**Article info:** received – 01.04.2024; revised – 05.05.2024; accepted – 10.05.2024

**Conflict of interests:** The authors declare no conflict of interests.

**Acknowledgments:** There are no funding and individual acknowledgments to declare.

**For citation:** Volkov A.G., Dikopova N.Zh., Amoev T.A., Grinin V.M., Abaev Z.M., Nikolskaya I.A. Substantiation of optimal characteristics of the device for electroodontodiagnostics based on the study of complex electrical resistance of tooth tissues. *Endodontics Today*. 2024;22(2):144–147. (In Russ.) <https://doi.org/10.36377/ET-0022>

## ВВЕДЕНИЕ

В современной стоматологической практике на- зрела существенная необходимость в оптимизации проведения электроодонтодиагностики и создании аппарата нового поколения для проведения этого исследования. Электроодонтодиагностика реко- мендована Минздравом РФ для применения в ме- дицинских учреждениях стоматологического про- филя [1].

На сегодняшний день на российском рынке пред- ставлено большое количество зарубежных и отече- ственных аппаратов, предназначенных для тести- рования нервных элементов зуба с помощью электри- ческого тока [2–5]. Различные аппараты генериру- ют разные формы и виды электрического тока, что создает трудности при интерпретации результатов исследования. Так как аппараты используют раз- личные виды токов, результаты исследований несо- поставимы [6]. В связи с этим обсуждение вопроса о качестве и государственной стандартизации ис- пользуемой аппаратуры является актуальным, так как использование аппаратов электроодонтоди- агностики низкого качества приводит к врачебным ошибкам и дискредитации метода.

На основании ранее проведенных нами исследо- ваний установлено, что оптимальным током, оказы- вающим наиболее адекватное раздражающее воз- действие на рецепторный аппарат зуба, является пе- ремеменный синусоидальный ток частотой 50 Гц. Этот ток не вызывает поляризации тканей, легко дози- руется, вызывает четкие, но не болевые ощущения, дает наименьший разброс показателей при повтор- ных исследованиях. При этом, скорость нарастания переменного синусоидального тока, подаваемого в автоматическом режиме, должна быть в экспонен- циальной зависимости тока от времени [7; 8].

Однако актуальным остается вопрос об оптими- зации других характеристик инновационного аппа- рата, связанных с преодолением электросопротив- ления тканей зуба, при проведении электроодонто- диагностики [9].

## ЦЕЛЬ

Обоснование оптимальных характеристик аппа- рата для проведения электроодонтодиагностики на основании изучения комплексного электросопрот- ивления тканей зуба.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Было проведено изучение комплексного сопро- тивления тканей при проведении электроодонтоди- агностики у 50 пациентов в возрасте от 18 до 55 лет. Мужчины составили 46%, женщины 54%. Всего было проведено исследование 181 зуба. Все иссле- дуемые зубы были с сформированными корнями. 52 зуба были интактными, 40 – ранее подвергались лечению по поводу кариеса, в 26 зубах наблюдался кариозный процесс, 21 – поставлен диагноз пуль- пит, 9 – периодонтит, 33 зуба ранее подвергались эндодонтическому лечению.

Исследования были одобрены локально-этиче- ским комитетом № 03-23 от 16.03.2023.

Для изучения электросопротивления тканей использовали переменный синусоидальный ток, частотой 50 Гц. Источником этого тока являлся ап- парат «ИВН-01 ПульпТест-Про» (Россия). Исследо- вание проводили под анестезией. Одновременно регистрировали силу тока и напряжение.

Модуль комплексного сопротивления тканей вы- числяли по формуле:

$$Z = \frac{U}{I}, \quad (1)$$

где  $Z$  – модуль комплексного сопротивления (мо- дуль импеданса),  $U$  – напряжение,  $I$  – сила тока.

Статистическую обработку результатов прово- дили общепринятыми статистическими методами с помощью стандартного блока статистических программ Microsoft Excel и SPSS Statistics 23. Ре- зультаты оценивали, как достоверные, при значе- ниях  $p < 0,05$ . Для визуализации данных использо- вались средства пакета Microsoft Office.

## РЕЗУЛЬТАТЫ

Результаты изучения комплексного сопротив- ления тканей при проведении электроодонтоди- агностики показали, что модуль импеданса может находится в широком диапазоне от 120 кОм до 3500 кОм. При этом, основной вклад в комплексное сопротивление вносит состояние твердых тканей зубов. В интактных зубах, где сохранена целост- ность эмали, и в зубах, где было проведено лечение по поводу кариеса с использованием композитных материалов, обладающих высокими диэлектриче- скими свойствами, модуль импеданса находился в диапазоне от 2500 кОм до 3500 кОм и составил

3143+247,9 кОм. При кариесе, т.е. когда целостность эмали была нарушена и при проведении исследования активный электрод располагали на дентине зуба, модуль комплексного электросопротивления находился в диапазоне от 190 до 1700 кОм и составило 849+489,7 кОм. Наименьшие значения модуля импеданса были в тех случаях, когда активный электрод располагали на дне полости зуба, в устьях корневых каналов зубов, ранее не подвергавшихся эндодонтическому лечению, при пульпите и периодонтите. Его значения находились в диапазоне от 120 до 390 кОм и составили 226+112,3 кОм. В зубах с ранее запломбированными корневыми каналами комплексное электросопротивление находилось в диапазоне от 1700 до 2900 кОм и составило 2317+321,4 кОм.

## ОБСУЖДЕНИЕ

Учитывая то обстоятельство, что модуль комплексного сопротивления тканей при проведении электроодонтодиагностики может находиться в весьма широком диапазоне, величина крутизны экспоненциально возрастающего тока не должна зависеть от комплексного сопротивления исследуемого зуба. При этом, аппарат должен иметь определенное ограничение по току и напряжению. Что-

бы избежать повреждающего воздействия на ткани и появления сильных болевых ощущений, максимальная величина переменного синусоидального тока не должна превышать 200 мкА, а для обеспечения электробезопасности проводимой процедуры максимально допустимое напряжение, в используемом аппарате, не должно превышать 120 вольт амплитудного значения. Для достижения поставленной цели, в процессе проведения исследования аппарат должен автоматически в непрерывном режиме проводить измерение импеданса и в соответствии с ним управлять подачей необходимого экспоненциально возрастающего тока.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Полученные результаты изучения комплексного сопротивления тканей зуба показали, что аппарат электроодонтодиагностики, генерирующий переменный синусоидальный ток частотой 50 Гц, возрастающий в экспоненциальной зависимости от времени, должен быть ограничен по току до 200 мкА и по напряжению до 120В амплитудного значения. При этом аппарат должен автоматически в непрерывном режиме проводить измерение импеданса и в соответствии с ним управлять подачей необходимого экспоненциально возрастающего тока.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ / REFERENCES

1. Ефанов О.И., Волков А.Г. Физические методы диагностики и лечения в эндодонтии. *Клиническая стоматология*. 2005;(3):22.  
Efanov O.I., Volkov A.G. Physical methods of diagnosis and treatment in endodontics. *Clinical Dentistry (Russia)*. 2005;(3):22. (In Russ.).
2. Trybek G., Aniko-Włodarczyk M., Preuss O., Jaroń A. Assessment of electrosensitivity of the pulp of the mandibular second molar after surgical removal of an impacted mandibular third molar. *J Clin Med*. 2021;10(16):3614. <https://doi.org/10.3390/jcm10163614>
3. Николаев А.И., Петрова Е.В., Тургенева Л.Б., Николаева Е.А. Электроодонтодиагностика в современной стоматологии. *Эндодонтия Today*. 2015;13(2):38–42. Режим доступа: <https://www.endodont.ru/jour/article/view/434> (дата обращения: 21.03.2024).  
Nikolaev A.I., Petrova E.V., Turgeneva L.B., Nikolaeva E.A. Electric pulp testing in modern dentistry. *Endodontics Today*. 2015;13(2):38–42. (In Russ.). Available at: <https://www.endodont.ru/jour/article/view/434> (accessed: 21.03.2024).
4. Alghaithy RA., Qualtrough RA. Pulp sensibility and vitality tests for diagnosing pulpal health in permanent teeth: a critical review. *Int Endod J*. 2017;50(2):135–142. <https://doi.org/10.1111/iej.12611>
5. Patro S., Meto A., Mohanty A., Chopra V., Miglani S., Das A. et al. Diagnostic accuracy of pulp vitality tests and pulp sensibility tests for assessing pulpal health in permanent teeth: a systematic review and meta-analysis. *Int J Environ Res Public Health*. 2022;19(15):9599. <https://doi.org/10.3390/ijerph19159599>
6. Макеева И.М., Волков А.Г., Дикопова Н.Ж., Талалаев Е.Г. Повышение эффективности эндодонтического лечения с помощью аппаратных методов. *Стоматология*. 2017;96(2):17–19. <https://doi.org/10.17116/stomat201796217-19>  
Makeeva I.M., Volkov A.G., Dikopova N.Zh., Talalaev E.G. Endodontic treatment efficacy enhancement by means of instrumental physiotherapy. *Stomatologiya*. 2017;96(2):17–19. (In Russ.). <https://doi.org/10.17116/stomat201796217-19>
7. Макеева И.М., Волков А.Г., Дикопова Н.Ж., Ручкин Д.Н., Талалаев Е.Г., Кочарян А.М. Определение оптимальных параметров тока для проведения электроодонтодиагностики. *Стоматология для всех*. 2018;(2):20–23.  
Makeeva I.M., Volkov A.G., Dikopova N.Zh., Ruchkin D.N., Talalaev E.G., Kocharyan A.M. The determination of optimal parameters of electric current for electric pulp testing. *Stomatology for All / International Dental Review*. 2018;(2):20–23. (In Russ.).
8. Макеева И.М., Волков А.Г., Прикулс В.Ф., Дикопова Н.Ж., Аракелян М.Г., Макеева М.К., Ручкин Д.Н. Эффективность электроодонтодиагностики с помощью различных видов тока. *Стоматология*. 2018;97(6):34–37. <https://doi.org/10.17116/stomat20189706134>  
Makeeva I.M., Volkov A.G., Prikuls V.F., Dikopova N.Zh., Arakelyan M.G., Makeeva M.K., Ruchkin D.N. The efficacy of electroodontodiagnosis by means of various types of current. *Stomatologiya*. 2018;97(6):34–37. (In Russ.). <https://doi.org/10.17116/stomat20189706134>
9. Чистякова Г. Г. Функциональные методы диагностики гемодинамики и нервно-рецепторного аппарата пульпы зуба. *Стоматология. Эстетика. Инновации*. 2020;4(1):98–113. <https://doi.org/10.34883/PI.2020.4.1.009>  
Chistyakova G.G. Functional methods for the diagnosis of hemodynamics and neuroreceptor system of tooth pulp. *Stomatology. Aesthetics. Innovations*. 2020;4(1):98–113. (In Russ.). <https://doi.org/10.34883/PI.2020.4.1.009>

**ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ**

**Волков Александр Григорьевич** – д.м.н., профессор кафедры терапевтической стоматологии Института стоматологии им. Е.В. Боровского, ФГАОУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова» (Сеченовский Университет), 119048, Российская Федерация, г. Москва, Трубецкая ул., д. 8 стр. 2; <https://orcid.org/0000-0003-2674-1942>

**Дикопова Наталья Жоржевна** – к.м.н., доцент кафедры терапевтической стоматологии Института стоматологии им. Е.В. Боровского, ФГАОУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова» (Сеченовский Университет), 119048, Российская Федерация, г. Москва, Трубецкая ул., д. 8 стр. 2; <https://orcid.org/0000-0002-4031-2004>

**Амоев Тимур Артемович** – ассистент кафедры хирургической стоматологии, ФГБОУ ВО «Российский университет медицины», 127473, Российская Федерация, Москва, ул. Делегатская, д. 20, стр. 1; <https://orcid.org/0009-0008-0878-7457>

**Гринин Василий Михайлович** – д.м.н., профессор кафедры челюстно-лицевой хирургии имени академика Н.Н. Бажанова, ФГАОУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова» (Сеченовский Университет), 119048, Российская Федерация, г. Москва, Трубецкая ул., д. 8 стр. 2; <https://orcid.org/0000-0002-2280-8559>

**Абаев Зоинбек Мюратович** – д.м.н., профессор кафедры стоматологии, ФГАОУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова» (Сеченовский Университет), 119048, Российская Федерация, г. Москва, Трубецкая ул., д. 8 стр. 2; <https://orcid.org/0000-0002-2866-690X>

**Никольская Ирина Андреевна** – к.м.н., доцент кафедры терапевтической стоматологии стоматологического факультета, ФГБОУ ВО «Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова», 117997, Российская Федерация, г. Москва, ул. Островитянова, д. 1; <https://orcid.org/0000-0001-8042-2884>

**INFORMATION ABOUT THE AUTHORS**

**Alexander G. Volkov** – Dr. Sci. (Med.), Professor of the Department of Therapeutic Dentistry E.V. Borovsky Institute of Dentistry, I.M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University), 8c2 Trubetskaya Str., Moscow 119048, Russian Federation; <https://orcid.org/0000-0003-2674-1942>

**Natalya Zh. Dikopova** – Cand. Sci. (Med.), Associate professor of the Department of Therapeutic Dentistry E.V. Borovsky Institute of Dentistry, I.M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University), 8c2 Trubetskaya Str., Moscow 119048, Russian Federation; <https://orcid.org/0000-0002-4031-2004>

**Timur A. Amoev** – Assistant of the Department of Surgical Dentistry, Russian University of Medicine, 20c1, Delegatskaya Str, Moscow 127473, Russian Federation; <https://orcid.org/0009-0008-0878-7457>

**Vasily M. Grinin** – Dr. Sci. (Med.), Professor of the Department of Maxillofacial Surgery named after Academician N.N. Bazhanov, I.M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University), 8c2 Trubetskaya Str., Moscow 119048, Russian Federation; <https://orcid.org/0000-0002-2280-8559>

**Zoinbek M. Abaev** – Cand. Sci. (Med.), Professor of the Department of Dentistry, I.M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University), 8c2 Trubetskaya Str., Moscow 119048, Russian Federation; <https://orcid.org/0000-0002-2866-690X>

**Irina A. Nikolskaya** – Cand. Sci. (Med.), Associate Professor, Department of Therapeutic Dentistry, Faculty of Dentistry, Pirogov Russian National Research Medical University, 1 Ostrovityanova Str., Moscow 117997, Russian Federation; <https://orcid.org/0000-0001-8042-2884>

**ВКЛАД АВТОРОВ**

А.Г. Волков – существенный вклад в замысел и дизайн исследования; сбор данных или анализ и интерпретацию данных.

Н.Ж. Дикопова – окончательное одобрение варианта статьи для опубликования, подготовка статьи или ее критический пересмотр в части значимого интеллектуального содержания.

Т.А. Амоев – окончательное одобрение варианта статьи для опубликования, подготовка статьи или ее критический пересмотр в части значимого интеллектуального содержания.

В.М. Гринин – окончательное одобрение варианта статьи для опубликования, подготовка статьи или ее критический пересмотр в части значимого интеллектуального содержания.

З.М. Абаев – окончательное одобрение варианта статьи для опубликования, подготовка статьи или ее критический пересмотр в части значимого интеллектуального содержания.

И.А. Никольская – окончательное одобрение варианта статьи для опубликования, подготовка статьи или ее критический пересмотр в части значимого интеллектуального содержания.

**AUTHOR'S CONTRIBUTION**

Alexander G. Volkov – has made a substantial contribution to the concept or design of the article; the acquisition, analysis, or interpretation of data for the article;

Natalya Zh. Dikopova – drafted the article or revised it critically for important intellectual content; approved the version to be published.

Timur A. Amoev – drafted the article or revised it critically for important intellectual content; approved the version to be published.

Vasily M. Grinin – drafted the article or revised it critically for important intellectual content; approved the version to be published.

Zoinbek M. Abaev – drafted the article or revised it critically for important intellectual content; approved the version to be published.

Irina A. Nikolskaya – drafted the article or revised it critically for important intellectual content; approved the version to be published.