

*На правах рукописи*



**Амиев Тимур Артемович**

**Оценка электропроводности и электровозбудимости зубов при  
стоматологических заболеваниях хирургического профиля**

3.1.7. Стоматология

Автореферат

диссертации на соискание ученой степени

кандидата медицинских наук

Москва – 2026

Работа выполнена в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Российский университет медицины» Министерства здравоохранения Российской Федерации

**Научный руководитель:**

доктор медицинских наук, профессор

**Панин Андрей Михайлович**

**Официальные оппоненты:**

**Амхадова Малкан Абдрашидовна** – доктор медицинских наук, профессор, Государственное бюджетное учреждение здравоохранения Московской области «Московский областной научно-исследовательский клинический институт им. М.Ф.Владимирского, факультет усовершенствования врачей, кафедра хирургической стоматологии и имплантологии, заведующая кафедрой

**Иорданишвили Андрей Константинович** – доктор медицинских наук, профессор, федеральное государственное бюджетное учреждение высшего образования «Военно-медицинская академия имени С.М. Кирова» Министерства обороны Российской Федерации, кафедра челюстно-лицевой хирургии и хирургической стоматологии, профессор кафедры

**Ведущая организация:** Федеральное государственное бюджетное учреждение Национальный медицинский исследовательский центр «Центральный научно-исследовательский институт стоматологии и челюстно-лицевой хирургии» Министерства здравоохранения Российской Федерации

Защита диссертации состоится «22» октября 2026 г. в 10:00 часов на заседании диссертационного совета ДСУ 208.001.36 при ФГАОУ ВО Первый МГМУ имени И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет) по адресу: 119991, г. Москва, ул. Трубецкая д. 8, стр. 2

С диссертацией можно ознакомиться в Фундаментальной учебной библиотеке ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет) (119034, г. Москва, Zubovskiy bulvar, d.37/1) и на сайте организации: <https://www.sechenov.ru>

Автореферат разослан «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2026 г.

Ученый секретарь диссертационного совета  
кандидат медицинских наук, доцент

**Дикопова Наталья Жоржевна**

## **ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ**

### **Актуальность темы исследования**

Метод электроодонтодиагностики представляет собой способ оценки нервных элементов, обеспечивающих иннервацию зубов, с использованием электрического тока. Этот метод был разработан в нашей стране (Ефанов О.И., Волков А.Г., 2005). Его автором является профессор Л.Р. Рубин, который ввел электроодонтодиагностику в клиническую практику в 1949 году. Принцип работы этого метода заключается в регистрации ответной реакции нервной ткани на раздражение ее определенным видом электрического тока. Способность зубов к ответной реакции на подобное раздражение обусловлено состоянием рецепторного аппарата пульпы зуба и периодонта, а также состоянием чувствительных нервных волокон ветвей тройничного нерва, передающих нервный импульс в центральную нервную систему (Николаев А.И. и др., 2015).

В связи с тем, что электровозбудимость зубов связана с состоянием рецепторного аппарата пульпы зуба, электроодонтодиагностику применяют в терапевтической стоматологии для оценки состояния пульпы зуба при лечении кариеса и его осложнений.

При стоматологических заболеваниях хирургического профиля электровозбудимость зубов также может меняться. Это чаще всего связано с нарушением проводимости чувствительных нервных волокон ветвей тройничного нерва, которая возникает на фоне воспаления и травмы. В практике хирургической стоматологии использование электроодонтодиагностики является не менее важным, чем применение рентгенологических методов. Применение электроодонтодиагностики позволяет не только уточнить диагноз, но и контролировать эффективность проводимого лечения.

Измерение электровозбудимости зубов является важным дополнительным методом исследования, рекомендованным Министерством Здравоохранения РФ к широкому применению в стоматологии и челюстно-лицевой хирургии.

Особенностью использования электроодонтодиагностики в медицинской практике является то, что ее применение в настоящее время сопряжено с

определенными проблемами и сложностями. Это обусловлено тем, что, в связи с развалом производства отечественной медицинской аппаратуры в начале 90х годов, в нашу страну стали ввозить зарубежные аппараты. Сейчас на российском рынке представлены различные как иностранные, так и российские устройства, именуемых «тестерами» определения состояния пульпы зуба, которые должны оценивать состояние иннервации зубов, однако диагностическая эффективность многих из них вызывает сомнения (Волков А.Г. и др., 2021).

Одна из серьезных проблем заключается в том, что данные устройства, производимые различными компаниями, генерируют разнообразные типы и формы электрического тока. Это усложняет процесс анализа результатов измерений, поскольку аппараты используют различные токи, делая результаты исследований несравнимыми. Использование некачественной аппаратуры для проведения электроодонтодиагностики приводит к ложным результатам исследования и дискредитации метода.

В связи с вышеизложенным, актуальным является вопрос определения оптимальных технических характеристик и стандартов, касающихся медицинской аппаратуры, используемой для проведения электроодонтодиагностики.

### **Степень разработанности темы исследования**

Для решения проблем, связанных с применением электроодонтодиагностики в современной хирургической стоматологической практике, необходимо провести ряд исследований.

Во-первых, необходимо определить оптимальные параметры электрического тока, применяемые для проведения электроодонтодиагностики. Если для оценки состояния рецепторного аппарата пульпы зуба и периодонта в норме, а также при кариесе и его осложнениях, такие параметры, на сегодняшний день, установлены, то изучение эффективности применения различных видов токов для оценки электровозбудимости зубов при нарушениях проводимости чувствительных волокон ветвей тройничного нерва у больных

стоматологического хирургического профиля не проводилось (Макеева И.М. и др., 2018).

Во-вторых, необходимо изучить факторы, влияющие на электропроводность зубов при проведении электроодонтодиагностики, так как практикующие врачи-стоматологи сталкиваются с ситуацией, когда при проведении электроодонтодиагностики отдельных зубов, ток, достигнув какого-либо значения, перестает увеличиваться, т.е. напряжение, генерируемое аппаратом, не может преодолеть электросопротивление исследуемого зуба. Это наиболее часто наблюдается при тяжелой степени неврита. При этом, на фоне отсутствия чувствительности, не удастся добиться максимальной силы тока, заявленной к паспорту аппарата, не только при исследовании зубов с запломбированными корневыми каналами, ранее подвергшихся эндодонтическому лечению, но и при изучении электровозбудимости интактных зубов и зубов с пломбами из композитных материалов, где ранее было проведено лечение по поводу кариеса.

В-третьих, нужно уточнить, какие изменения электровозбудимости зубов могут наблюдаться при заболеваниях хирургического стоматологического профиля в тех случаях, когда электроодонтодиагностика проводится с использованием оптимальных параметров электрического тока. Полученные результаты исследования необходимо сопоставить с результатами оценки электропроводности зубов.

### **Цели и задачи исследования**

Цель: повышение эффективности диагностических мероприятий, за счет оценки электропроводности и электровозбудимости зубов, у больных хирургического стоматологического профиля.

Задачи:

1. Определить оптимальные параметры электрического тока для проведения электроодонтодиагностики при неврите нижнего альвеолярного нерва.

2. Разработать способ оценки электропроводности зубов при проведении электроодонтодиагностики.
3. Оценить комплексное электросопротивление зубов при проведении электроодонтодиагностики.
4. Определить факторы, влияющие на электропроводность зубов при проведении электроодонтодиагностики
5. Уточнить особенности электровозбудимости зубов при различных стоматологических заболеваниях хирургического профиля.

### **Научная новизна**

Впервые проведена сравнительная оценка диагностической ценности различных видов тока, применяемых для проведения электроодонтодиагностики при неврите нижнего альвеолярного нерва.

Определены оптимальные параметры электрического тока для проведения электроодонтодиагностики у больных хирургического стоматологического профиля.

Разработан способ оценки электропроводности зубов при проведении электроодонтодиагностики.

Впервые изучены факторы, влияющие на электропроводность зубов при проведении электроодонтодиагностики.

Впервые изучено комплексное электросопротивление зубов при проведении электроодонтодиагностики.

Уточнены показания электроодонтодиагностики при различных заболеваниях челюстно-лицевой области.

Доказано, что при стоматологических заболеваниях хирургического профиля, когда нарушена проводимость ветвей тройничного нерва, не всегда удастся определить степень снижения электровозбудимости интактных зубов и зубов, подвергшихся лечению по поводу кариеса, из-за их низкой электропроводности.

### **Теоретическая и практическая значимость работы**

Определены оптимальные параметры электрического тока, предназначенные для проведения электроодонтодиагностики у больных хирургического стоматологического профиля.

Изучено комплексное электросопротивление зубов и определены факторы, влияющие на электропроводность зубов при проведении электроодонтодиагностики с использованием оптимальных параметров электрического тока.

Уточнены особенности изменений электровозбудимости зубов при различных заболеваниях челюстно-лицевой области.

Определение электровозбудимости зубов при различных заболеваниях стоматологического хирургического профиля, с помощью аппаратов электроодонтодиагностики, продуцирующих оптимальный электрический ток для проведения этого исследования, в сочетании с оценкой электропроводности исследуемых зубов, позволяют более адекватно оценить результаты исследования, что повышает эффективность диагностических мероприятий у данной категории больных.

### **Методология и методы исследования**

Данная диссертация была выполнена в соответствии с принципами и стандартами доказательной медицины. На основе обширных клинических данных 184 больных с различными заболеваниями челюстно-лицевой области была проведена оценка электровозбудимости и электропроводности зубов.

С использованием современных аппаратов для проведения электроодонтодиагностики, определены оптимальные параметры электрического тока для проведения данного исследования при неврите нижнего альвеолярного нерва.

За счет одновременной регистрации силы тока и напряжения при проведении электроодонтодиагностики, было изучено комплексное электросопротивление зубов и дана оценка их электропроводности.

С использованием оптимальных параметров электрического тока для проведения электроодонтодиагностики, изучены особенности изменений электровозбудимости зубов при различных заболеваниях челюстно-лицевой области.

В данной работе применены, соответствующие современным требованиям, методы сбора и анализа данных с использованием статистических программ.

### **Положения, выносимые на защиту**

1. Оптимальным видом тока для проведения электроодонтодиагностики при неврите нижнего альвеолярного нерва является переменный синусоидальный ток, частотой 50 Гц. Этот ток не вызывает поляризации тканей, легко дозируется, вызывает чёткие, но не болевые ощущения, даёт наименьший разброс показателей при повторных исследованиях.

2. Электропроводность зубов также, как и их комплексное электросопротивление, определяется состоянием твердых тканей зубов и не зависит от пола и возраста, состояния пульпы зуба, периапикальных тканей и состояния пародонта.

3. При стоматологических заболеваниях хирургического профиля, когда нарушена проводимость ветвей тройничного нерва, не всегда удастся определить степень снижения электровозбудимости интактных зубов и зубов, подвергшихся лечению по поводу кариеса, из-за их низкой электропроводности.

### **Соответствие диссертации паспорту научной специальности**

Диссертационное исследование соответствует паспорту научной специальности 3.1.7. Стоматология, пункту 3 «Изучение проблем хирургической стоматологии с разработкой методов диагностики и лечения заболеваний челюстей и полости рта» направлений исследований.

### **Степень достоверности и апробация результатов**

Высокая степень достоверности результатов исследования подтверждена обширными клиническими данными и большим объемом исследований электропроводности и электровозбудимости зубов, выполненными с применением современных методов анализа данных. Исследование было представлено и обсуждено на XIX Международной (XXVIII Всероссийской) Пироговской научной медицинской конференции студентов и молодых ученых в Москве 21 марта 2024 года.

Апробация проведена на межкафедральном заседании кафедр пропедевтики хирургической стоматологии, хирургической стоматологии и имплантологии, терапевтической стоматологии и эндодонтии, восстановительной медицины и биомедицинских технологий, (протокол № 11/1 от 24 июня 2025).

### **Внедрение результатов исследования в практику**

Результаты исследования включены в учебный процесс кафедры пропедевтики хирургической стоматологии стоматологического факультета Научно-образовательного института стоматологии имени А.И. Евдокимова ФГБОУ ВО «Российского университета медицины» Минздрава России и применяются при обучении студентов, клинических ординаторов и аспирантов, а также внедрены в практику отделения хирургической стоматологии "Клинического центра стоматологии" Научно-образовательного института стоматологии имени А.И. Евдокимова ФГБОУ ВО «Российский университет медицины» Минздрава России.

### **Личный вклад автора**

Автор обследовал 184 больных с различными заболеваниями челюстно-лицевой области, у которых была проведена оценка электровозбудимости и электропроводности зубов. Автор лично определял оптимальные параметры электрического тока для проведения электроодонтодиагностики у больных с невритом нижнего альвеолярного нерва, а также изучал комплексное

сопротивление зубов и давал оценку их электропроводности. Соискатель самостоятельно проводил электроодонтодиагностику и оценивал особенности изменений электровозбудимости зубов при различных заболеваниях челюстно-лицевой области.

### **Публикации по теме диссертации**

По теме диссертации опубликовано 4 печатных работ, в том числе 1 – включенных в Перечень рецензируемых научных изданий Сеченовского Университета/ Перечень ВАК при Минобрнауки России, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, 2 – в журналах, входящих в международные реферативные базы данных (Scopus, WOS), 1 – публикация в сборниках материалов международных и всероссийских научных конференций.

### **Структура и объем диссертации**

Диссертация изложена на 118 страницы машинописного текста, состоит из введения, 4 глав, выводов, практических рекомендаций, списка литературы, который включает 159 источник (102 – отечественных, 57 – зарубежных). Работа иллюстрирована 20 рисунками и содержит 9 таблиц.

## **ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ**

### **Материалы и методы исследования**

Оценку электровозбудимости и электропроводности зубов проводили у 184 пациентов молодого и среднего возраста с различными заболеваниями челюстно-лицевой области. При распределении пациентов по возрастным категориям использовали классификацию ВОЗ: молодой возраст от 18 до 44 лет, средний возраст от 45 до 59 лет.

Среди обследованных пациентов лиц молодого возраста было 114 человек (62%), среднего возраста 70 человек (38%). Среди обследованных больных лиц женского пола было 98 человек (53%), мужского – 86 человек (47%).

Исследование состояло из 3х этапов: 1 этап был посвящен определению оптимальных параметров электрического тока для проведения электроодонтодиагностики. На втором этапе оценивали электропроводность зубов при проведении электроодонтодиагностики с использованием оптимального вида тока. Третий этап исследования был посвящен изучению изменений электровозбудимости зубов при различных заболеваниях челюстно-лицевой области. Результаты изучения электровозбудимости зубов сопоставляли с результатами оценки электропроводности зубов.

На 1 этапе исследования в качестве объекта для проведения исследования нами были выбраны больные с невритом нижнего альвеолярного нерва, который развился вследствие травматического удаления нижнего третьего моляра. Это было связано с тем, что при хирургической патологии челюстно-лицевой области снижение электровозбудимости зубов чаще всего связано с травматическим повреждением и воспалением периферических ветвей тройничного нерва.

Было проведено обследование 32 пациентов в возрасте от 22 до 57 лет. Женщин было 14 человек (43,8%), мужчин – 18 (56,2%). У 17 больных наблюдался неврит легкой степени тяжести, у 9 пациентов отмечался неврит средней степени, у 6 обследованных был диагностирован неврит тяжелой степени.

Изучали диагностическую ценность 4х видов электрического тока: постоянного импульсного, 2х видов переменного импульсного тока и переменного тока синусоидальной формы.

Форму электрического тока определяли с помощью осциллографа универсального С1 – 99 (Россия). Электроодонтодиагностику проводили, располагая активный электрод на чувствительных точках зубов: середина режущего края при исследовании резцов, щечный бугор при исследовании премоляров, передний щечный бугор при исследовании моляров. В качестве контактной среды использовали зубную пасту «Новый жемчуг» (Россия).

В зависимости от применяемого аппарата, пассивный электрод располагали в руке больного, при использовании аппарата «ИВН-01 Пульптест – Про» (ООО

"Каскад-ФТО» (Россия) или располагали на слизистой оболочке щеки при применении аппаратов «ЭндоЭст» (Геософт, (Россия – Израиль), «Digitest» (Parkell, (США). Для этого использовали, выполненный в виде крючка, металлический электрод загубник.

Определение оптимальных параметров электрического тока для проведения электроодонтодиагностики осуществляли на основании оценки погрешности измерений при использовании того или иного вида электрического тока. При этом, учитывали возможную аппаратную и физиологическую погрешности измерений. Аппаратная ошибка измерений связана с несовершенством средства измерения, т.е. с его конструктивно-технологическими особенностями. Физиологическая погрешность измерений связана с несовершенством тестирующего электрического сигнала, подаваемого на ткани исследуемого зуба, что приводит к неадекватной реакции нервно-рецепторного аппарата.

После определения оптимальных параметров электрического тока приступали ко второму этапу исследования, который был посвящен оценке электропроводности зубов при проведении электроодонтодиагностики с использованием оптимального вида тока.

Электропроводность зубов оценивали на основании расчета модуля комплексного электросопротивления (импеданса) зубов. Модуль комплексного электросопротивления рассчитывали по формуле  $Z = U/I$ , где  $Z$  – модуль комплексного электросопротивления (модуль импеданса);  $U$  – напряжение;  $I$  – сила тока. Для вычисления модуля комплексного электросопротивления при проведении электроодонтодиагностики одновременно регистрировали силу тока и напряжение, что отражалось на экране компьютера в виде графиков.

В исследовании приняли участие 70 пациентов в возрасте от 18 до 57 лет. Была проведена оценка электропроводности 254 зубов. Исследование проводили под местным обезболиванием. Для проведения электроодонтодиагностики использовали переменный синусоидальный ток, частотой 50 Гц.

При исследовании интактных зубов и зубов с постоянными пломбами активный электрод располагали на чувствительных точках. В качестве контактной среды использовали зубную пасту «Новый жемчуг».

При наличии кариозной полости, электрод располагали на дне кариозной полости. При раскрытой полости зуба, электрод располагали последовательно на устьях корневых каналов. При проведении исследования со дна кариозной полости и с устьев корневых каналов контактную среду не использовали.

3 этап исследования был посвящен изучению изменений электровозбудимости зубов при различных заболеваниях челюстно-лицевой области. В нем приняли участие 184 пациента с различными заболеваниями челюстно-лицевой области, в возрасте от 18 до 59 лет. Определение электровозбудимости зубов было проведено у пациентов с такими заболеваниями, как: кариес и его осложнения, травма зуба, радикулярная киста, доброкачественные опухоли челюстей, неврит нижнего альвеолярного нерва, хронический остеомиелит, обострение хронического гайморита, состояние после операции на гайморовой пазухе, хронический генерализованный пародонтит.

Изучение электровозбудимости зубов проводили с использованием аппарата «ИВН-01 Пульптест – Про» (Россия), продуцирующего переменный ток синусоидальной формы, частотой 50 Гц.

## **РЕЗУЛЬТАТЫ СОБСТВЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ**

На 1 этапе исследования изучали погрешность измерений, возникающих при проведении электроодонтодиагностики с использованием различных видов электрического тока.

Импульсный постоянный ток был смоделирован с учетом ГОСТов, обеспечивающих электробезопасность во время проведения исследования. Данный вид тока в настоящее время используется в некоторых аппаратах китайского производства. На осциллограммах, полученных от источников постоянного импульсного тока, регистрировались импульсы прямоугольной формы положительной или отрицательной полярности.

Частота следования импульсов составляла 1-10 Гц. Использование однополярных меандров способствует поляризации тканей, что препятствует прохождению постоянного тока через ткани зуба.

В результате исследования интактных зубов непораженной стороны было установлено, что более четкие ощущения появляются при воздействии на зубы импульсами отрицательной полярности. Под катодом показатели электровозбудимости интактных зубов находились в пределах от 5 до 13 единиц измерения. Под анодом эти значения были почти в два раза выше и колебались от 10 до 32 единиц измерения.

При исследовании электровозбудимости зубов с помощью постоянного тока пораженной стороны, уже при неврите легкой степени тяжести, из-за развивающейся поляризации, прекращалась подача электрического тока, что не давало возможность провести исследование, т.е. данный вид тока не может быть использован для исследования электровозбудимости зубов при неврите нижнего альвеолярного нерва.

Источником одного из видов переменного тока являлся аппарат «Digitest» производства фирмы Parkell (США). По данным осциллографии, этот аппарат генерирует серии импульсов переменного тока, затухающих по амплитуде. Аппарат обладает существенной погрешностью измерений из-за невозможности правильной оценки амплитуд генерируемых импульсов. Кроме того, прибор регистрирует не силу тока, а напряжение, что создает условия для возникновения дополнительных ошибок измерений при проведении исследования.

Ощущения в интактных зубах непораженной стороны во время исследования очень резкие, болезненные, но четкие и находились в диапазоне от 2 до 9 единиц измерения. При исследовании электровозбудимости зубов пораженной стороны разброс показаний при неврите легкой степени был слишком большим и достигал 20-40 единиц измерения, что не позволяло точно установить уровень электровозбудимости зубов при неврите. При неврите средней и тяжелой степени ток не достигал максимальных значений, заявленных в инструкции к аппарату, из-за низкой мощности аппарата. Полученные данные

не позволяют рекомендовать данный аппарат использовать с диагностической целью при неврите нижнего альвеолярного нерва.

Другим источником импульсного переменного тока был аппарат «ЭндоЭст», производитель Геософт (Россия – Израиль). Осциллограмма, полученная на выходе аппарата, отображала двухполярные прямоугольные импульсы с частотой следования 50 Гц. Учитывая тот факт, что воздействующие импульсы являются прямоугольным меандром, который при разложении в ряд Фурье будет иметь ряд синусоидальных нечетных гармоник, неизбежно приведет к существенной аппаратной ошибке при проведении измерений. В интактных зубах непораженной стороны ощущения были слабыми и нечеткими. В 75% случаев сила тока возрастала равномерно, показатели равномерно увеличивались и достигали от 2 до 9 единиц измерения. В 25% случаев значения на мониторе аппарата изменялись не по нарастающей, а беспорядочно, что затрудняло интерпретацию результатов уже при исследовании интактных зубов. При неврите легкой степени разброс значений достигал от 15 до 45 единиц и более. Как и в случае использования аппарата Digitest, при неврите средней и тяжелой степени ток не достигал максимальных значений, заявленных в инструкции к аппарату, из-за низкой мощности аппарата. Полученные данные не позволяют рекомендовать аппарат «ЭндоЭст» для использования с диагностической целью при неврите нижнего альвеолярного нерва.

Источником переменного синусоидального тока являлся аппарат «ИВН-01 Пульптест – Про», (Россия). На осциллограмме от аппарата «ИВН-01 Пульптест – Про» отображался переменный синусоидальный ток, частотой 50 Гц. Использование данной формы тока дает возможность избежать аппаратных ошибок при проведении исследования и позволяет фиксировать на цифровом табло аппарата истинные значения тока в мкА. Электровозбудимость интактных зубов непораженной стороны при проведении ЭОД с использованием данного вида тока составляла 2-7 мкА. При повторных исследованиях при неврите разброс показателей не превышал 4-7 мкА. Пациенты отмечали четкие, но не болевые ощущения, которые характеризовали как ощущения покалывания, вибрации,

легкого жжения в исследуемом зубе. С увеличением степени тяжести неврита увеличивались показания электроодонтодиагностики.

Таким образом, результаты первого этапа исследования показали, что оптимальным видом тока, для проведения электроодонтодиагностики при неврите нижнего альвеолярного нерва, является переменный синусоидальный ток, частотой 50 Гц. Этот ток не вызывает поляризации тканей, легко дозируется, вызывает чёткие, но не болевые ощущения, даёт наименьший разброс показателей при повторных исследованиях. Однако, следует отметить, что, даже при использовании оптимального тока, не всегда удавалось преодолеть электросопротивление исследуемых зубов при неврите тяжелой степени, т.е. при отсутствии ощущений, ток, достигнув определенных значений, выше не поднимался. Такое явление чаще всего наблюдалось при исследовании интактных зубов.

Результаты второго этапа исследования показали, что электропроводность зубов также, как и их комплексное электросопротивление, не зависит от состояния пульпы зуба, а определяется состоянием твердых тканей зубов.

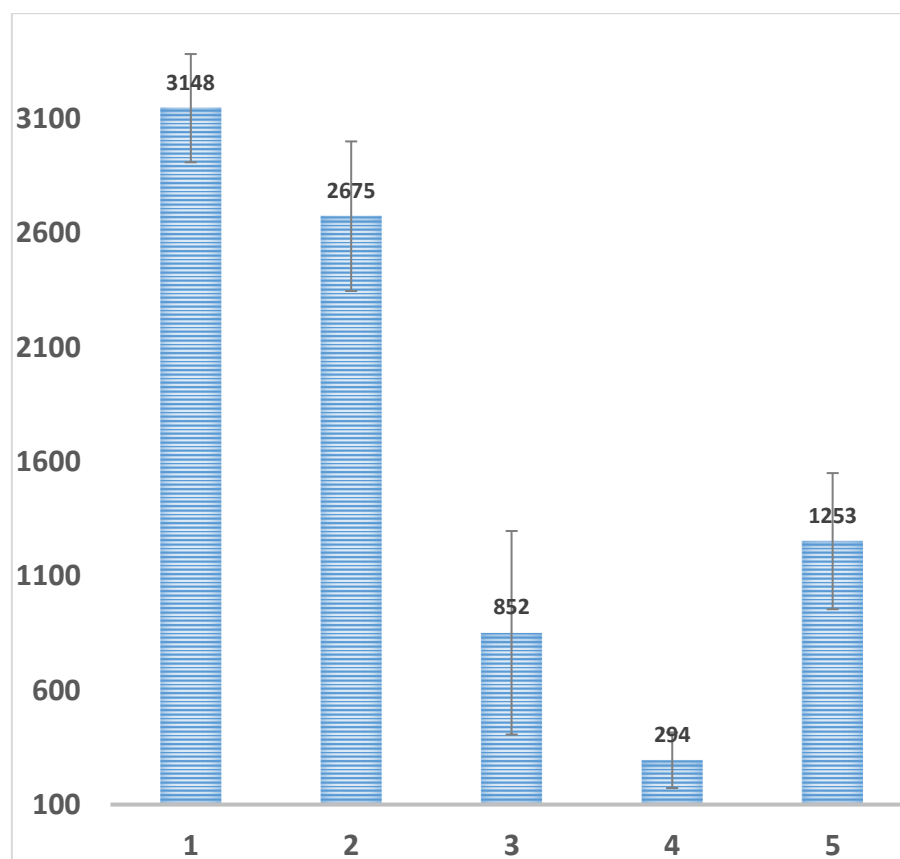
В интактных зубах, где сохранена целостность эмали, наблюдалось наиболее высокое электросопротивление. Модуль импеданса составил  $3148 \pm 236,8$  кОм. В зубах, где было проведено лечение по поводу кариеса наблюдалась тенденция к снижению электросопротивления по сравнению с интактными зубами. Модуль импеданса был  $2675 \pm 327,4$  кОм. При кариесе, когда при проведении исследования активный электрод располагали на дентине зуба, модуль комплексного электросопротивления составил  $852 \pm 445,3$  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 были  $294 \pm 121,5$  кОм. В зубах с ранее запломбированными корневыми каналами модуль комплексного электросопротивления составил  $1253 \pm 297,8$  кОм (Рисунок 1).

В исследовании приняли участие 34 мужчины и 36 женщин. Установлено, что половая принадлежность не оказывает влияние на комплексное электросопротивление зубов.

В исследовании приняли участие 2е группы больных. Группу молодого возраста от 18 до 44 лет составили 45 человек, группу среднего возраста от 45 до 57 лет – 25 человек. Результаты исследования показали, что возраст пациентов, как и их половая принадлежность, не оказывает влияние на комплексное электросопротивление зубов

Изучали влияние состояние периапикальных тканей на комплексное электросопротивление зубов. В исследовании приняли участие 36 пациентов, у которых отмечались патологические периапикальные изменения в области исследуемых зубов. У 29 пациентов был поставлен диагноз хронический периодонтит, у 7 – радикулярная киста. Установлено, что комплексное электросопротивление зубов не зависит от состояния периапикальных тканей.

Изучали влияние состояния тканей пародонта на комплексное электросопротивление зубов. Из 254 исследованных зубов, у 87 не отмечалась резорбция костной тканей межзубных перегородок, в области 78 наблюдался пародонтит легкой степени тяжести, в области 63 – пародонтит средней степени, в области 26 – тяжелой степени. По результатам исследования достоверных отличий между группами с пародонтитом разной степени тяжести получено не было, т.е. состояние пародонта не оказывает влияние на комплексное электросопротивление зубов.



- 1 – интактные зубы
- 2 – зубы, где было проведено лечение по поводу кариеса
- 3 – зубы с кариесом дентина
- 4 – зубы, ранее не подвергавшиеся эндодонтическому лечению, при пульпите и периодонтите, когда активный электрод располагали на дне полости зуба, в устьях корневых каналов зубов
- 5 – зубы с ранее запломбированными корневыми каналами

Рисунок 1 – Результаты оценки комплексного электросопротивления зубов при проведении электроодонтодиагностики

Таким образом, в результате второго этапа исследования установлено, что электропроводность зубов также, как и их комплексное электросопротивление, определяется состоянием твердых тканей зубов и не зависит от пола и возраста, состояния пульпы зуба, периапикальных тканей и состояния пародонта. При этом, наименьшей электропроводностью, вопреки мнению многих врачей, обладают не зубы с запломбированными корневыми каналами, а интактные зубы, с сохраненной эмалью, и зубы, ранее подвергшихся лечению по поводу кариеса, чья коронковая часть восстановлена с помощью композитных пломб.

Третий этап исследования был посвящен изучению изменений электровозбудимости зубов при различных заболеваниях челюстно-лицевой

области. В результате исследования было установлено, что, если при кариесе и его осложнениях изменение электровозбудимости зубов связано с состоянием рецепторного аппарата пульпы зуба, то у пациентов хирургического стоматологического профиля электровозбудимость зубов обычно снижается на фоне нарушения проводимости чувствительных нервных волокон ветвей тройничного нерва, развивающихся в результате травмы и воспаления.

Сила тока при проведении электроодонтодиагностики зависит от напряжения, генерируемого аппаратом и комплексного электросопротивления исследуемого зуба. Чем сильнее выражено нарушение проводимости чувствительных нервных волокон, тем меньшей электровозбудимостью обладают зубы. Однако, достоверно оценить степень снижения электровозбудимости интактных зубов и зубов, ранее подвергшихся лечению по поводу кариеса, не всегда удается из-за их высокого электросопротивления, которое не может компенсировать напряжение, генерируемое аппаратом. Это особенно ярко видно при неврите тяжелой степени и при изучении эффективности, проведенного местного обезболивания.

На фоне отсутствия каких-либо ощущений, при неврите тяжелой степени в интактных зубах с сохраненной целостностью эмали, из-за высокого электросопротивления, при проведении исследования ток не поднимался выше 60 мкА и только у половины зубов с витальной пульпой, ранее подвергшихся лечению по поводу кариеса, при проведении исследования ток поднимался выше 100 мкА.

После проведения местной анестезии в 76% случаях при исследовании интактных зубов ток был ниже 60 мкА, в 24% случаев находился в диапазоне от 61 до 100 мкА. При исследовании зубов, ранее подвергшихся лечению по поводу кариеса, где зуб был восстановлен с помощью композитных материалов, в 48% случаев ток не достигал значений 100 мкА.

В результате 3 этапа исследования установлено, что при стоматологических заболеваниях хирургического профиля, когда нарушена проводимость ветвей тройничного нерва, не всегда удается определить степень снижения

электровозбудимости интактных зубов и зубов, подвергшихся лечению по поводу кариеса, из-за их низкой электропроводности.

Таким образом, результаты проведенных исследований показали, что, анализируя электровозбудимость зубов при том или ином заболевании челюстно-лицевой области, необходимо обязательно учитывать электропроводность зубов. Это особенно важно у пациентов хирургического стоматологического профиля, когда электровозбудимость интактных зубов, с сохраненной целостностью эмали и обладающих наибольшим по сравнению с другими зубами электросопротивлением, может быть резко снижена на фоне нарушения проводимости ветвей тройничного нерва.

## ВЫВОДЫ

1. Оптимальным видом тока для проведения электроодонтодиагностики при неврите нижнего альвеолярного нерва является переменный синусоидальный ток, частотой 50 Гц. Этот ток не вызывает поляризации тканей, легко дозируется, вызывает чёткие, но не болевые ощущения, даёт наименьший разброс показателей при повторных исследованиях.

2. Разработан способ оценки электропроводности зубов, основанный на расчете модуля комплексного электросопротивления зуба, за счет одновременной регистрации силы тока и напряжения при прохождении через ткани зуба тока, применяемого при проведении электроодонтодиагностики.

3. Комплексное электросопротивление зубов зависит от состояния твердых тканей. Модуль комплексного электросопротивления находится в широком диапазоне от 120 кОм до 3500 кОм. У интактных зубов он составляет  $3148 \pm 236,8$  кОм. В зубах, где было проведено лечение по поводу кариеса, –  $2675 \pm 327,4$  кОм. При кариесе дентина –  $852 \pm 445,3$  кОм. При пульпите и периодонтите в зубах, ранее не подвергавшихся эндодонтическому лечению, когда активный электрод располагали на дне полости зуба, в устьях корневых каналов зубов –  $294 \pm 121,5$  кОм. В зубах с ранее запломбированными корневыми каналами –  $1253 \pm 297,8$  кОм.

4. Электропроводность зубов определяется состоянием твердых тканей зуба и не зависит от пола и возраста, состояния пульпы зуба, периапикальных тканей и состояния пародонта.

5. При стоматологических заболеваниях хирургического профиля, когда нарушена проводимость ветвей тройничного нерва, не всегда удастся определить степень снижения электровозбудимости интактных зубов и зубов, подвергшихся лечению по поводу кариеса, из-за их низкой электропроводности. При исследовании электровозбудимости зубов, на фоне неврита тяжелой степени, в интактных зубах с сохраненной целостностью эмали ток не поднимался выше 60 мкА, а в зубах, где ранее было проведено лечение по поводу кариеса, в 50% случаев сила тока была ниже 100 мкА.

### **ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ**

1. Для проведения электроодонтодиагностики необходимо использовать аппараты, генерирующие переменный ток синусоидальной формы, частотой 50 Гц.

2. У больных хирургического стоматологического профиля при снижении электровозбудимости зубов, развивающегося в результате травмы и воспаления ветвей тройничного нерва, электроодонтодиагностику необходимо проводить один раз в 2-3 недели до полного восстановления электровозбудимости с целью контроля качества, проводимых лечебных мероприятий.

3. В том случае, если при проведении электроодонтодиагностики интактных зубов и зубов с постоянными пломбами, при сниженной электровозбудимости этих зубов, сила тока при проведении исследования, достигнув какого-либо значения, находящегося ниже максимально заявленного в аппарате значения силы тока, больше не увеличивается, а ответная реакция рецепторного аппарата при этом отсутствует, исследование необходимо повторить, увеличив площадь контакта активного электрода с тканями зуба за счет использования дополнительной порции токопроводящей зубной пасты, выполняющей роль контактной среды.

4. В том случае, если при электроодонтодиагностике, проведенной не менее двух раз, ток не поднимается выше определенных значений, а в исследуемом зубе отсутствуют ощущения, возникающие при раздражении нервных рецепторов электрическим током, следует зафиксировать в медицинской карте максимальное значение тока, подчеркнув отсутствие электровозбудимости и то, что ток не увеличивался выше этих значений.

## **СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ**

1. Волков, А.Г. Обоснование оптимальных характеристик аппарата для проведения электроодонтодиагностики на основании изучения комплексного электросопротивления тканей зуба / Волков А.Г., Дикопова Н.Ж., **Амоев Т.А.**, Гринин В.М., Абаев З.М., Никольская И.А.// **Эндодонтия Today**. – 2024. – Т. 22, № 2. – С. 144-147. – DOI 10.36377/ET-0022. – EDN TJMPOG.

2. Волков, А.Г. Эффективность использования различных видов тока для определения электровозбудимости зубов при неврите нижнего альвеолярного нерва / А. Г. Волков, В. М. Гринин, А. М. Панин, Т.Н. Новоземцева, Н.Ж. Дикопова, **Т.А. Амоев** // **Стоматология**. – 2024. – Т. 103, № 6. – С. 10-13. – DOI 10.17116/stomat202410306110. – EDN BKRWVT. [Scopus]

3. **Амоев, Т. А.** Исследование электровозбудимости зубов при неврите нижнего альвеолярного нерва с помощью различных видов тока / Т. А. Амоев // XIX Международная (XXVIII Всероссийская) Пироговская научная медицинская конференция студентов и молодых ученых : Сборник тезисов, Москва, 21 марта 2024 года. – Москва: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова Министерства здравоохранения Российской Федерации, 2024. – С. 128. – EDN KJEJNY.

4. **Амоев, Т.А.** Комплексное электросопротивление зубов и его роль при проведении электроодонтодиагностики / **Т.А. Амоев**, А.Г. Волков, Н.Ж. Дикопова, В.М. Гринин, А.М. Панин, Н.А. Волков // **Стоматология**. – 2025. – Т104, №2. – С. 11-14. [Scopus]