

На правах рукописи

ЛАРИЧКИН
Илья Олегович

**СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА СПОСОБОВ ОПРЕДЕЛЕНИЯ
ЭФФЕКТИВНОСТИ МЕСТНОЙ АНЕСТЕЗИИ
В СТОМАТОЛОГИИ**

3.1.7. Стоматология

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
кандидата медицинских наук

Тверь — 2022

Работа выполнена в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего профессионального образования «Тверской государственной медицинской академии» Министерства здравоохранения Российской Федерации на кафедре терапевтической стоматологии.

Научный руководитель:

доктор медицинских наук, профессор

Петрикас Арнольд Жанович

Официальные оппоненты:

Васильев Юрий Леонидович, доктор медицинских наук, профессор, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования Первый Московский государственный медицинский университет имени И. М. Сеченова Министерства здравоохранения Российской Федерации, заместитель директора по работе с иностранными обучающимися;

Ушницкий Иннокентий Дмитриевич, доктор медицинских наук, профессор, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Северо-Восточный федеральный университет имени М.К. Амосова», заведующий кафедрой терапевтической, хирургической, ортопедической стоматологии и стоматологии детского возраста

Ведущая организация: Федеральное государственное бюджетное учреждение высшего образования «Смоленский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации

Защита диссертации состоится « ____ » _____ 2023 г. в 12 часов на заседании Диссертационного совета (21.2.071.01) при ФГБОУ ВО Тверской ГМУ Минздрава России по адресу: 170100, Тверь, ул. Советская, 4.

С диссертацией можно ознакомиться в научной библиотеке ФГБОУ ВО Тверской ГМУ Минздрава России и на сайте www.tvergma.ru.

Автореферат разослан « ____ » _____ 202__ г.

Ученый секретарь
диссертационного совета,
доктор медицинских наук, доцент

Мурга Владимир Вячеславович

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность исследования. Миллионы людей в мире ежедневно проходят стоматологическое лечение под местной анестезией. За сутки одним из популярных местных анестетиков, содержащих 4 % артикаин с эпинефрином, проводится более 300 000 инъекций, с целью лечения кариеса и его осложнений [Malamed S.F., 2011].

Местная анестезия в стоматологии применяется для выполнения манипуляций, которые требуют различной эффективности обезболивания. Известно, что наиболее болезненной инвазивной процедурой на тканях зуба является витальная экстирпация пульпы.

Обеспечение адекватной пульпарной анестезии особенно важно во время стоматологического лечения. По данным исследований, отсутствие полной анестезии при лечении зубов составляет около 14 % (каждый 7-й пациент) [Кузин А.В., 2019], а частота неудачи обезболивания зубов нижней челюсти может достигать 47-91 % [Malamed S.F., 2011].

При неполном обезболивании возможно проведение некоторых стоматологических вмешательств на твердых тканях зуба, однако, обезболивание пульпы не наступает. Это объясняется иннервацией зуба двумя типами сенсорных волокон: миелинизированных (волокна А) и немиелинизированных (волокна С). Волокна А-типа передают болевые ощущения от твердых тканей зуба, тогда как волокна С реагируют только на раздражители, достигшие собственно пульпы [Mitronin A.V., 2020].

Ни один врач-стоматолог не сможет качественно выполнить свою работу, если не будет уверен в том, что его манипуляции не вызовут болевых ощущений пациента [Кражан С.Н., 2014; Malamed S.F., 2011]. Страх, волнение и напряжение перед посещением стоматолога испытывают от 52 до 85 % пациентов, около 5 % испытывают сильнейший страх при упоминании о стоматологическом вмешательстве [Анисимова Н.Ю., 2014]. Данное эмоциональное состояние может формироваться после многих факторов, в том числе при возникновении боли сильной интенсивности во время стоматологического лечения, тем более, если эта боль появляется неожиданно, уже после проведенной анестезии.

В научных статьях по изучению местных анестетиков, методов проведения анестезий, а также оценке их успешности приводятся разные данные об эффективности препаратов и техник. Это связано с использованием различных способов определения эффективности обезболивания: визуальная аналоговая шкала (ВАШ), холодовой тест, электроодонтометрия (ЭОМ), наступление анестезии мягких тканей (потеря чувствительности прилежащей к зубу десны, угла рта и половины губы) [Chompu-Inwai P., 2020; Kurien R.S., 2018; Shahi S., 2018]. Доказано, что при воздействии анестетика на нервное волокно, первой выключается болевая чувствительность, причем сначала происходит обезболивание пародонта, а затем — пульпы [Самедов Т.И., 2016]. Однако, адекватное обезболивание пульпы наступает не всегда, поэтому оценка эффективности одной и той же анестезии с помощью ВАШ при удалении зуба и при первичном эндодонтическом лечении может давать разные результаты.

В настоящее время не существует «золотого стандарта» способа оценки уровня эффективности местной анестезии в стоматологии. Российские и зарубежные исследователи используют для этого тесты на витальность пульпы (ЭОМ, холодовой тест), ВАШ и клинические субъективные признаки. Впервые безболезненность стоматологических манипуляций при отрицательном ответе на ЭОМ после местной анестезии отметил Н.Вјогн [Vјогн Н., 1946]. После него немногие ученые использовали электрические и холодовые тесты для определения эффективности обезболивания. В основном, данные тесты применялись для проверки эффективности различных местных анестетиков или техник проведения анестезии. Зарубежные авторы отдают предпочтение холодовому тесту для определения наступления пульпарной анестезии, считая ЭОМ менее чувствительным и специфичным [Farughі А., 2021]. Возможно, это связано с тем, что максимальная сила тока — определяющий параметр аппаратов для электроодонтодиагностики, который напрямую влияет на ответ пульпарной ткани — в приборах ЭОМ, принятых за рубежом как стандарт, составляет 80 у.е., тогда как в российских аппаратах — 200 мкА.

Тем не менее, не всегда необходима полная пульпарная анестезия для проведения некоторых стоматологических манипуляций, например, для лечения кариеса различной глубины или снятия зубных отложений у пациентов с повышенной чувствительностью. На сегодняшний день отсутствует методика, позволяющая оценить достаточность местной анестезии при инвазивных манипуляциях на твердых тканях зуба.

Изложенные данные подтверждают актуальность изучения способов оценки эффективности местной анестезии в стоматологии.

Степень разработанности темы исследования. Анализ литературных источников показывает, что при оценке эффективности анестезии пульпы с помощью электро-тестирования, зарубежные авторы используют только аккумуляторные аппараты, генерирующие импульсный ток, не уделяя внимания сетевым приборам, использующим в качестве стимула переменный ток [Jafarzadeh Н., 2010; Lin J., 2008; Karayilmaz Н., 2011; Vemisetty Н., 2016]. В свою очередь, отечественные авторы зачастую не используют в научных исследованиях электроодонтометрию при оценке эффективности местной анестезии, а при её использовании считают пороговым значением показатель в 100 мкА, предложенный ещё фармкомитетом СССР в 1984 году [Анисимова Е.Н., 2020; Конобевцев О.Ф., 1984; Кузин А.В., 2019; Макеева И.М., 2011; Николаев А.И., 2015; Рабинович С.А., 2009; Петрикас А.Ж., 2006].

Среди факторов, влияющих на показатели электроодонтометрии в основном выделяют морфологические характеристики пульпы зуба и её морфо-функциональный статус, не учитывая при этом физические факторы и особенности результирующего воздействия электрического тока на ткани зуба [Макеева И.М., 2018; Abd-Elmeguid А., 2009; Nagarathna С., 2015; Younessian F., 2021; Horі А., 2011].

На сегодняшний день не существует достоверных данных о механизме возникновения ответной реакции на диагностический ток при проведении ЭОМ.

Цель исследования. Экспериментально и клинически оценить характеристики диагностических тестов на чувствительность пульпы при их использовании для определения эффективности анестезии и дать рекомендации по их применению на стоматологическом приёме.

Задачи исследования

1. Оценить зависимость показателей электроодонтометрии интактных зубов от конфигурации корневого канала, а также зависимость возникновения у пациентов ответной реакции на диагностический ток от достижения определенного значения результирующего действия тока;

2. Определить точность, положительную и отрицательную прогностическую ценность холодого теста спреем «Cold Spray» и льдом при оценке витальности зубов;

3. Сравнить способы оценки эффективности анестезии пульпы зуба в стоматологии: определить точность, положительную и отрицательную прогностическую ценность ЭОМ аппаратом ИВН-01 Пульптест-Про, ЭТП аппаратом PulpEst, холодого теста спреем «Cold Spray» и косвенных показателей при оценке эффективности местной анестезии в стоматологии;

4. Определить эффективность инфильтрационной и проводниковой анестезии нижнего альвеолярного нерва при лечении среднего / глубокого кариеса и пульпита;

5. Разработать «Алгоритм определения эффективности местной анестезии в стоматологии» во время различных стоматологических манипуляций на тканях зуба при разном местном статусе.

Научная новизна

- Впервые проведена оценка характеристик диагностических тестов на чувствительность пульпы зуба (ЭОМ, ЭТП, холодной тест) и временного признака начала анестезии мягких тканей, при использовании их для оценки эффективности местной анестезии в стоматологии;
- Впервые в клиническом исследовании уточнены значения электроодонтометрии переменным (ЭОМ) и импульсным (ЭТП) током, соответствующее наступлению пульпарной анестезии (пороговые значения);
- Впервые изучена зависимость диагностической точности 2 хладагентов (лёд и пропан-бутановая смесь) от состояния твердых тканей зуба;
- Определен наиболее достоверный и доступный к самостоятельному использованию врачом-стоматологом способ оценки эффективности местной анестезии в стоматологии;
- Впервые определены электрические свойства эмали, дентина и пульпы, такие как сопротивление электрическому току, электропроводимость и удельная электропроводность;
- Впервые путем компьютерного моделирования доказана зависимость показателей электроодонтометрии от конфигурации корневого канала интактных зубов;

- Впервые определено пороговое значение показателя плотности электрического тока в корневом канале интактного зуба, достижение которого вызывает у пациентов ответную реакцию на электроодонтометрию;
- Разработан «Алгоритм определения эффективности местной анестезии в стоматологии».

Теоретическая и практическая значимость. Определение эффективности местной анестезии до начала лечения является необходимой частью анестезиологического протокола на рутинном стоматологическом терапевтическом приеме. Использование для этого тестов на чувствительность зубов позволяет определить объем будущего стоматологического вмешательства и его продолжительность.

Использование для оценки эффективности анестезии сетевых аппаратов для электроодонтометрии, работающих на переменном токе частотой 50 Гц, позволяет добиваться максимальной точности теста, а определенное в 90 мкА пороговое значение, упрощает интерпретацию результатов наступления обезболивания пульпы при проведении проводниковых анестезий на нижней челюсти.

Использование различных хладагентов (льда и пропан-бутановой смеси) для проведения холодого теста, выбор которых зависит от состояния твердых тканей исследуемого зуба, позволяет повысить точность оценки эффективности местной анестезии.

Разработанный в ходе диссертационного исследования «Алгоритм выбора метода для оценки эффективности местной анестезии в стоматологии» дает возможность быстро и точно определить тест, наиболее подходящий в конкретной клинической ситуации.

Разработанная компьютерная модель позволяет расширить современные представления о механизме действия электроодонтометрии в интактных зубах и зубах, находящихся на стадии формирования корней, а также процессах, проходящих в тканях зуба при воздействии на него электрического тока.

Основные положения, выносимые на защиту

1. Высокая распространенность неудач местной анестезии в стоматологии как при использовании различных техник, так и при лечении разных стоматологических заболеваний, обуславливает разработку и использование методов диагностики наступления анестезии пульпы зуба.

2. Использование на рутинном стоматологическом приеме тестов для оценки чувствительности пульпы (ЭОМ, ЭТП, холодого теста) позволяет с разной степенью точности диагностировать наступление пульпарной анестезии.

3. Показатели электроодонтометрии зуба переменным током частотой 50 Гц зависят от конфигурации корневого канала, а пороговым значением плотности тока, вызывающим ответную реакцию пациента, является показатель 26-27 А/м².

4. Разработанный в диссертационном исследовании «Алгоритм определения эффективности местной анестезии в стоматологии» снижает субъективное отношение к диагностике пульпарной анестезии и позволяет проводить её с учетом индивидуальных особенностей состояния твердых тканей зубов пациента.

Степень достоверности. Достоверность полученных результатов, выводов и положений обосновывается достаточным объемом выборки клинического материала (114 пациентов в клиническом исследовании, 50 — в клинико-лабораторном), использованием современных, соответствующих задачам методов исследования и статистической обработки полученных данных, представленных с помощью таблиц и графиков.

Методология и методы исследования. Диссертационное исследование выполнено в соответствии с принципами доказательной медицины. Клиническая часть исследования была одобрена Этическим комитетом ФГБОУ ВО Тверской ГМУ Минздрава России 15.03.2021. Для проведения диссертационного исследования были выбраны следующие методы: общеклинические, метод электроодонтометрии, метод холодового тестирования твердых тканей зуба, метод эстеziометрии, метод визуальной аналоговой шкалы, метод конечных элементов, статистические методы исследования. Статус здоровья определяли по данным анамнеза.

Апробация работы. Материалы диссертации заслушаны и обсуждены на совместном заседании кафедр стоматологического профиля Тверского ГМУ 22 июня 2022 г.

По теме диссертации опубликовано 5 научных работ, из них 4 — в центральной, рекомендованной ВАК печати.

Внедрение результатов исследования в практику. Результаты диссертационного исследования и алгоритм определения эффективности местной анестезии внедрены в работу кафедры терапевтической стоматологии и стоматологической поликлиники ФГБОУ ВО Тверской ГМУ Минздрава России, а также ООО «Клиника Стрельникова».

Личное участие автора. Личный вклад автора состоит в изучении данных литературы и подготовке аналитического обзора по состоянию вопроса, формулировке цели и задач исследования, обследовании 164 пациентов, у которых проводилось анкетирование по поводу стоматологической тревожности и сбор анамнеза, электроодонтометрия, электротестирование, холодовое тестирование, эстеziометрия; подготовке и участии в разработке компьютерной модели зуба, статистической обработке полученных результатов, подготовке публикаций по проведенной работе. Разработан новый алгоритм определения эффективности местной анестезии в стоматологии.

Обоснование соответствия диссертации паспорту научной специальности. Диссертационное исследование соответствует формуле специальности 14.01.14 — «Стоматология» (клиническая медицина), которая занимается изучением этиологии, патогенеза основных стоматологических заболеваний, в том числе кариеса зубов и его осложнений, а также разработкой методов их профилактики, диагностики и лечения. Область диссертационного исследования включает в себя исследование и разработку методов диагностики наступления пульпарной анестезии при лечении кариеса зубов и его осложнений, что соответствует пункту 1 области исследований — «Изучение этиологии, патогенеза, эпидемиологии, методов профилактики, диагностики и современных методов лечения поражений твердых тканей зубов (кариес и др.), их осложнений».

Объём и структура диссертации. Диссертация состоит из введения, 4-х глав (обзор литературы, материалы и методы, результаты собственных исследований, обсуждение результатов исследования), заключения, выводов, практических рекомендаций, списка литературы, включающего 207 источников (131 зарубежных, 76 отечественных). Содержание работы изложено на 146 страницах машинописного текста, иллюстрировано 30 рисунками, 37 таблицами.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Материал и методы исследования

В рамках диссертационной работы было проведено две серии исследований: клиническое и экспериментальные (клинико-экспериментальное и лабораторное). В исследованиях изучались диагностические характеристики различных методов оценки чувствительности зубов, при определении эффективности местной анестезии (рисунок 1).

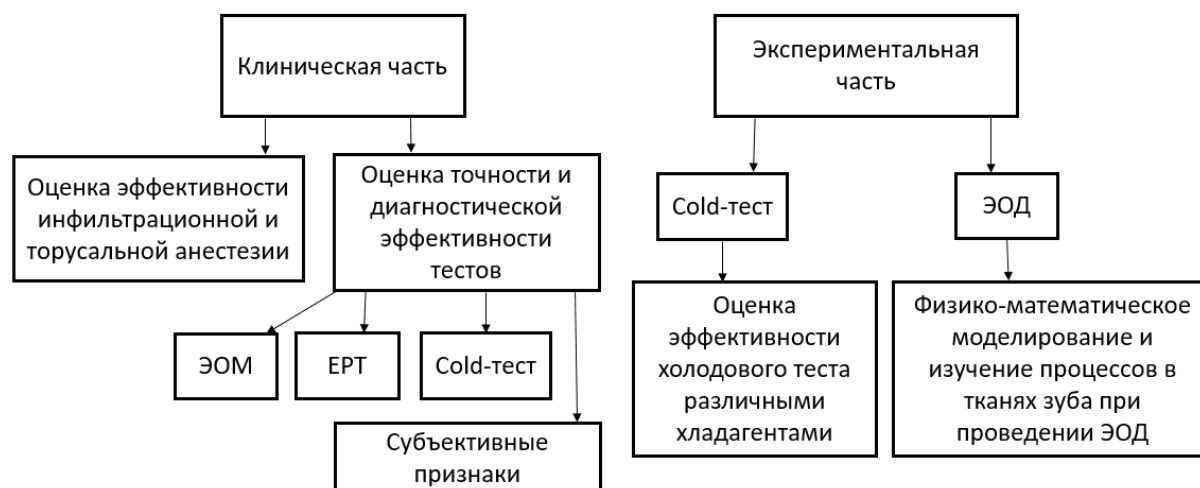


Рисунок 1 — Схема проведения диссертационного исследования

Лабораторное исследование

Нами была выдвинута гипотеза о зависимости показателей электроодонтометрии от конфигурации корневого канала, а также о возникновении ответной реакции пациента на ток при достижении в канале определенного значения плотности тока.

В лабораторном исследовании, для изучения процессов, проходящих в тканях зуба, при воздействии на него электрического тока во время проведения электроодонтометрии, была создана компьютерная модель зуба, расчет показателей которой проводили по методу конечных элементов. Для создания модели и расчета характеристик была использована программа COMSOL Multiphysics® (2015), Стокгольм, Швеция. Это кроссплатформенное программное обеспечение для анализа методом конечных элементов, решателя и мультифизического моделирования. Прототипом для компьютерной 3D-модели был выбран удалённый зуб 2.2, как типичный представитель однокорневых зубов. Зуб рассекли на фрагменты толщиной 2 миллиметра, с которых сняли геометриче-

ские параметры твердых тканей и положение корневого канала. По этим данным была построена 3D-модель зуба, интегрированного в альвеолярную кость, окружённую десной и губой (рисунок 2).



Рисунок 2 — Прототип и модель зуба 2.2

На середине вестибулярной поверхности коронки смоделировали активный электрод аппарата для электроодонтометрии. Пассивный электрод был расположен на губе (рисунок 3).

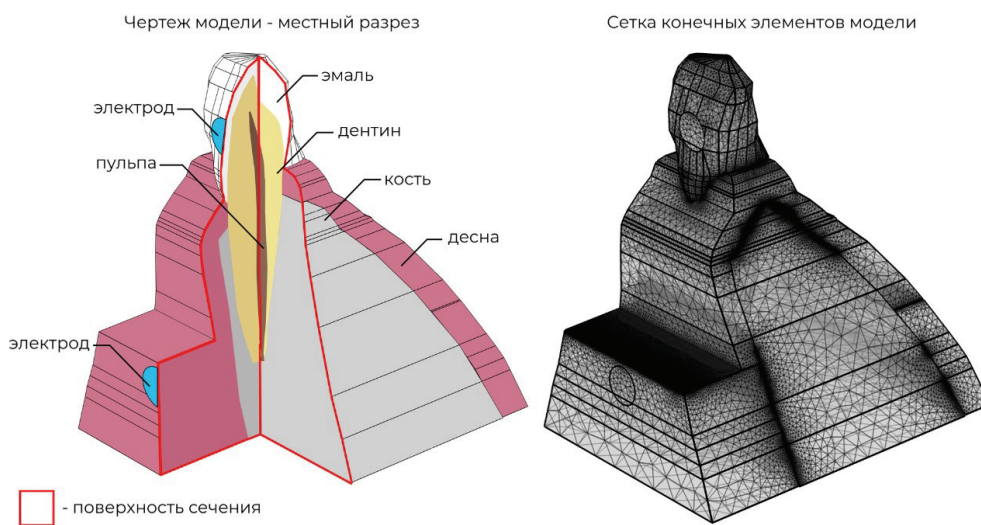


Рисунок 3 — 3D-модель зуба 2.2 в программе COMSOL Multiphysics

Для задания характеристик элементам модели, мы определили удельную электрическую проводимость эмали, дентина и пульпы зуба. Для этого подготовили образцы твердых тканей (эмали и дентина) размером 2×1 миллиметр, а также экстирпированную пульпу. Электрическое сопротивление образцов тканей измерялось методом амперметра-вольтметра. В качестве источника тока использовался программируемый источник питания АК ИП 1143/300/10. Величина проходящего тока измерялась посредством универсального вольтметр В7-78/1. Полученные электрические свойства тканей зуба пред-

ставлены в таблице 1. Показатели удельной электропроводности для кости, десны и губы были взяты из литературных источников [Sandrolini L., 2013; Krizaj D., 2004].

Таблица 1 — Электрические свойства тканей зуба

Вид ткани	R, Ом	L, См	χ , См/м
Дентин	20×10^6	5×10^{-8}	$8,3 \times 10^{-6}$
Эмаль	50×10^6	2×10^{-8}	$1,66 \times 10^{-6}$
Пульпа	$1,4 \times 10^6$	$7,14 \times 10^{-7}$	0,042

На основе модели зуба 2.2 мы построили 5 моделей этого же зуба, имитирующие этапы формирования его корня. Показатели ширины корневого канала для моделей взяли из предыдущего исследования авторов «Феномен чувствительности дентальной пульпы при формировании постоянных зубов» [Петрикас А.Ж., Ларичкин И.О. и др., 2020]. На активный электрод каждой модели подавался ток, сила которого соответствовала той силе тока, при которой у пациентов появляется ответная реакция в зубах, находящихся на данном этапе формирования корня. Эти данные также получены из выше-описанного исследования и представлены в таблице 2.

Таблица 2 — Характеристика моделей зуба 2.2 по данным исследования «Феномен чувствительности дентальной пульпы при формировании постоянных зубов» [Петрикас, 2020]

Показатели		Модель №6	Модель №5	Модель №4	Модель №3	Модель №2	Модель №1
		6,5-7 лет	7-8 лет	9-10 лет	11-12 лет	13-15 лет	сформированный интактный зуб
n (количество пациентов)		50	62	56	60	52	-
ЭОМ (мкА)	M	140,86 ±6,12	91,95 ±6,01	39,75 ±3,55	35,83 ±4,30	24,35 ±2,92	6
	SD	43,31	47,29	26,55	33,31	21,02	-
Ширина апикального сужения (мм)	M	2,55 ±0,07	1,96 ±0,05	1,39 ±0,04	0,82 ±0,03	0,72 ±0,03	0,30
	SD	0,53	0,36	0,31	0,26	0,24	-

Клинико-экспериментальное исследование

Для сравнения самых распространенных хладагентов и определения факторов, влияющих на результаты холодной пробы и частоту возможности её использования в качестве метода для оценки эффективности анестезии, было проведено клинико-лабораторное исследование. Оно включало в себя обследование и проведение холодных проб на 292 зубах у 50 пациентов (19 мужчин и 31 женщина в возрастном диапазоне

от 19 до 26 лет). Критерии включения были те же, что и в клинической части диссертационного исследования, с некоторыми дополнениями к исследуемым зубам:

- витальность зуба
- отсутствие ортопедической конструкции на зубе
- отсутствие жалоб у пациента на исследуемый зуб

Все пациенты были разделены на 2 группы по 25 человек.

1-я группа (151 зуб) — в качестве хладагента использовали лёд ($t = 0 \sim -5^{\circ}\text{C}$).

2-я группа (141 зуб) — в качестве хладагента использовали спрей «Cold Spray», Polident™, Германия (действующее вещество — пропан-бутановая смесь, $t = -50^{\circ}\text{C}$).

У пациентов учитывалась частота ответной реакции в зубах разной групповой принадлежности, время до ответа на хладагент и местный статус.

Клиническое исследование

Клиническое исследование включало обследование и лечение 114 зубов у 114 пациентов (48 мужчин и 66 женщин в возрасте от 19 до 74 лет), обратившихся за помощью в стоматологическую клинику по поводу среднего / глубокого кариеса или пульпита.

Критериями включения в исследование являлись:

- возраст старше 18 лет;
- обращение в клинику с диагнозом средний / глубокий кариес или пульпит;
- способность и желание подписать добровольное информированное согласие;
- неучастие в других исследованиях на момент обращения;
- отсутствие беременности;
- группа здоровья I-II по ASA;
- возможность проведения ЭОМ и холодого теста и отсутствие противопоказаний к ним;
- положительная реакция зуба на ЭОМ и холодого тест до проведения анестезии.

Из исследования исключались пациенты, испытывавшие боль после пульпэктомии (во время ирригации или пломбирования корневых каналов).

Все пациенты были распределены методом рандомизации на 3 группы исследования по 38 человек в каждой (таблица 3):

Таблица 3 — Распределение пациентов исследуемых групп по возрасту

Группы	Возраст пациентов				
	18-29	30-39	40-49	50-59	60+
Исследуемая группа №1 (ИВН-01 Пульптест-Про)	16	5	4	4	9
Исследуемая группа №2 (PulpEst)	12	5	9	6	6
Исследуемая группа №3 (Cold Spray)	2	16	10	7	3
Итого:	30	26	23	17	18

1-я группа — (19 мужчин, 19 женщин), оценка эффективности анестезии при лечении среднего и глубокого кариеса и пульпита проводилась с помощью электроодонтометрии аппаратом ИВН-01Пульптест-Про.

2-я группа — (17 мужчин, 21 женщина), оценка эффективности анестезии при лечении среднего и глубокого кариеса и пульпита проводилась с помощью электротестирования аппаратом PulpEst.

3-я группа — (12 мужчин, 26 женщин), оценка эффективности анестезии при лечении среднего и глубокого кариеса и пульпита проводилась с помощью холодого теста (Cold-test) хладагентом «Cold Spray», Polydent™.

В каждой группе для оценки эффективности анестезии дважды проводили изучаемый тест (электроодонтометрию, электротестирование или холодной тест). Первый раз — до проведения инъекции анестетика, с целью определения возможности использования теста для оценки эффективности анестезии. Второй раз — после проведения анестезии, спустя латентный период. Положительным результатом теста (наступлением анестезии пульпы) при электроодонтометрии считался показатель в 90 мкА, при электротестировании — 80 у.е., а при холодом тесте — отсутствие реакции на раздражитель после анестезии.

Для оценки эффективности анестезии с помощью субъективных признаков, во всех группах после проведения обезболивания у пациентов проводилась эстеziометрия. При инфильтрационной анестезии оценивали онемение окружающей зуб десны, при проводниковой — онемение половины губы и языка.

Для определения физического статуса пациентов и оценки анестезиологического риска была использована классификация Американского общества анестезиологов — ASA physical status classification system (E.E. Hurwitz, 2017). В серию клинических исследований были включены пациенты, относящиеся к I и II группам данной классификации.

При проведении серии клинических исследований для местной анестезии были использованы препараты амидного ряда на основе 4% артикаина с разведением вазоконстриктора от 0,005 мг/мл (1:200000) до 0,01 мг/мл (1:100000).

Выбор местного анестетика производился в зависимости от соматического статуса пациента, а также диагноза и предположительного времени, необходимого для стоматологических манипуляций.

Во всех случаях сначала проводилась только основная анестезия, потом оценивалась чувствительность зубов с помощью одного из вышеописанных методов, а затем выполнялось лечение. Если во время лечения пациент испытывал боль, проводилась дополнительная анестезия.

Техника проведения местной анестезии зависела от групповой принадлежности зуба, подлежащего лечению. При лечении зубов на верхней челюсти, как основная была использована инфильтрационная анестезия с вестибулярной стороны в объёме 1,0 мл анестетика. В качестве дополнительных методов, при недостаточности основной анестезии, проводилась повторная инфильтрация с вестибулярной и небной стороны в объёме 0,5 мл.

При стоматологическом вмешательстве на резцах, клыках и премолярах нижней челюсти, основной анестезией также была инфильтрационная с вестибулярной стороны.

Объём анестетика составлял 1,0 мл. Дополнительными методами на фронтальных зубах нижней челюсти и премолярах служили интралигаментарная и интрасептальная анестезии в объёме 0,4 мл.

При проведении манипуляций на молярах нижней челюсти в качестве основной анестезии служила торусальная, а при невозможности её проведения (неспособность пациента максимально широко открыть рот и удерживать его так во время проведения инъекции) — мандибулярная, в объёме 1,8 мл. В дополнение к проводниковым, при необходимости использовались инфльтрационная, интралигаментарная или интрасептальная анестезии.

Для определения болезненности стоматологических манипуляций использовалась визуально-аналоговая шкала — ВАШ. Она является одномерной, что удобно использовать при оценке острой боли [Huskisson E.C., 1974].

После проведения лечения пациенту разъяснялась процедура измерения интенсивности болевых ощущений. Затем он сам указывал уровень боли, отмечая единственную точку на линии ВАШ.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Результаты лабораторного исследования

В результате исследования нам удалось на примере конкретного зуба проследить изменение характеристик диагностического тока внутри корневого канала на разных этапах формирования корня. В качестве расчетной характеристики была выбрана плотность тока, которая отражает технический смысл силы электрического тока, протекающего через элемент поверхности единичной площади, и выражается в амперах на метр квадратный (A/m^2). Переменный ток частотой 50 Гц от активного электрода проходит по максимально короткому пути к пульпе зуба. Далее он распространяется по корневому каналу до апикального отверстия, а оттуда — по максимально короткому пути, через кость и губу — к пассивному электроду.

В модели №1, которая была создана на основе интактного зуба 2.2, максимальная плотность тока регистрировалась в области апикального сужения и составила $26,92 A/m^2$.

В модели №2, где ширина апикального сужения была 0,72 мм, плотность тока в этой области составила $19,02 A/m^2$. Максимальная плотность тока была зарегистрирована в области наибольшего сужения корневого канала — на границе апикальной и средней трети канала — и составила $26,17 A/m^2$.

В моделях №3-№6 с увеличением ширины канала от 0,82 мм до 2,55 мм уменьшалась плотность тока в этой области с $16,26 A/m^2$ до $0,63 A/m^2$. Максимальная плотность тока в этих моделях регистрировалась в области устья — наиболее узкой части корневого канала — и составляла от $26,01 A/m^2$ до $26,75 A/m^2$ (рисунок 4).

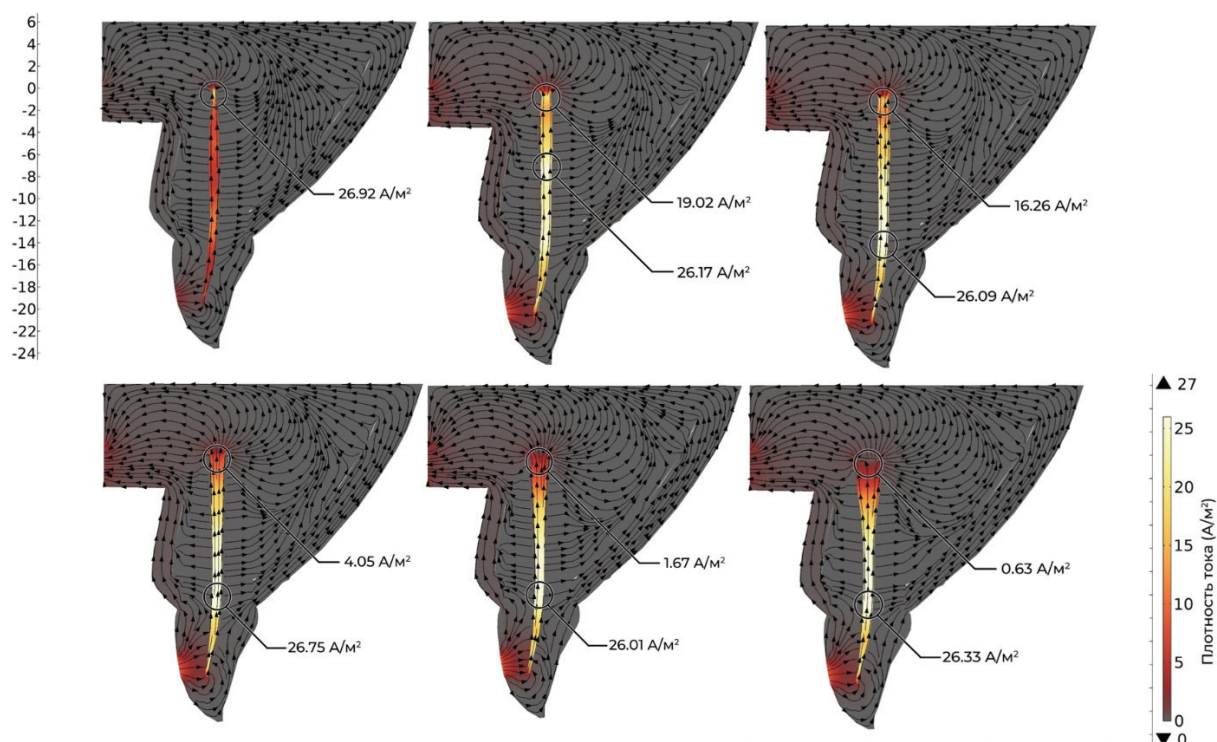


Рисунок 4 — Плотность тока в корневом канале зуба 2.2 на этапах формирования корня (в области апекса и максимальная)

Сила диагностического тока, который вызывает ответную реакцию у пациента, имеет прямую корреляционную зависимость от ширины корневого канала в области апекса. Плотность тока в области апикального сужения имеет обратную зависимость от площади сечения корневого канала в районе апекса. Неизменным клиническим проявлением, характеризующим эти зависимости, является появление ответной реакции у пациентов на электроодонтометрию. В серии моделей, имитирующих вышеописанное клиническое исследование, в качестве показателя результирующего действия тока мы рассчитали плотность тока. Максимальная плотность тока была практически одинаковой во всех моделях — от $26,01 \text{ A/m}^2$ до $26,92 \text{ A/m}^2$, а область, в которой она регистрировалась, располагалась в области наибольшего сужения корневого канала (рисунок 5).

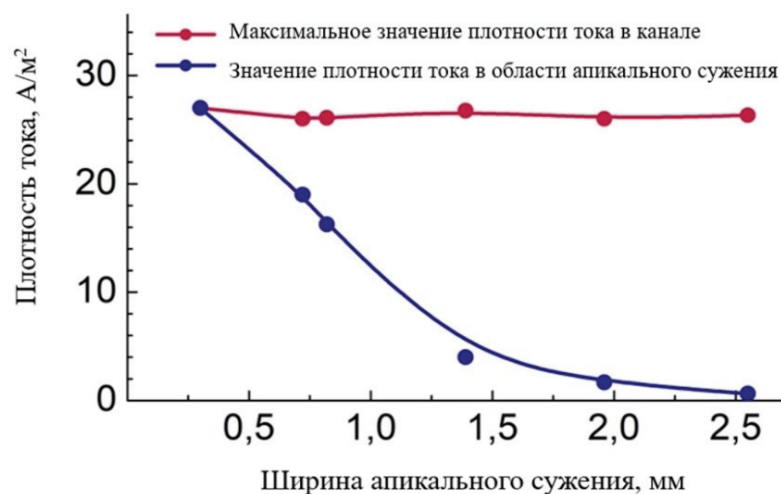


Рисунок 5 — Значение плотности тока в области апекса и наибольшего сужения канала

Данная область в интактных зубах, чаще всего, располагается в области апикального сужения, а в зубах с формирующимися корнями смещается в сторону устья. Учитывая вышесказанное можно сделать вывод, что появление ощущений у пациентов, при проведении электроодонтометрии, связано с неизменным показателем результирующего действия тока — плотностью тока величиной 26-27 А/м².

Результаты клинико-экспериментального исследования

Было установлено, что время до ответной реакции на холодовой раздражитель как в группе со льдом, так и в группе с «Cold Spray», зависело от групповой принадлежности зубов и увеличивалось от фронтальных зубов к боковым, не зависимо от челюсти. Наличие ответной реакции на раздражитель также зависело от группы зубов. При воздействии льдом и спреем «Cold Spray» больше положительных реакций было во фронтальной группе зубов — 92,2 % и 97,8% соответственно. В группе со льдом премоляры дали ответную реакцию в 65,3% случаев, моляры показали наименьшую чувствительность к раздражителю (54,9%). При использовании спрея наблюдалась обратная ситуация: моляры дали больше положительных реакций (81,2%), чем премоляры (76,6%).

В ходе исследования были выявлены факторы, влияющие на реакцию зубов на холодовой раздражитель: наличие кариеса, пломбы и зубных отложений. При использовании льда зубам с пломбой требовалось большее время воздействия холодового стимула до появления чувствительности, чем интактным, что, возможно, связано с нарушением эмалево-дентинного соединения на определенную глубину и теплопроводностью пломбировочного материала. Присутствие зубных отложений сокращало время ответа пульпы, при тестировании льдом. Данное явление можно объяснить наличием патогенных микроорганизмов в минерализованных зубных отложениях. Они продуцируют кислоты, вызывающие деминерализацию эмали, что приводит к повышенной чувствительности. В группе, где использовался «Cold Spray», зубы, пораженные кариесом, отвечали на стимуляцию спустя большее время экспозиции хладагента, чем интактные зубы.

Точность и чувствительность холодового теста льдом при определении витальности зуба составили 72,4% и 72% соответственно, что на 13% ниже точности и чувствительности холодового теста спреем «Cold Spray» — 85,8% и 85,7% соответственно. Полученные данные демонстрируют преимущество «Cold Spray» перед льдом для оценки эффективности анестезии, за исключением зубов с кариозными поражениями.

Результаты клинического исследования

Наступление полной пульпарной анестезии в исследовании было достигнуто в 44% случаев при проведении торусальной анестезии, и в 74% случаев — при проведении инфильтрационной. Дисперсия нозологий, лечение которых проводилось под обеими техниками анестезии, была достаточной, что позволило установить отсутствие зависимости эффективности различных техник от диагноза. Эффективность торусальной анестезии, оказавшаяся в 1,7 раза ниже инфильтрационной, зависит от многих факторов, что делает актуальным вопрос оценки эффективности анестезии до начала лечения.

В нашей работе, для оценки эффективности местной анестезии и определения полной анестезии пульпы, мы использовали два типа аппаратов для электроодонтометрии: использующий в качестве стимула переменный ток частотой 50Гц, и использующий импульсный ток для стимуляции нервных волокон пульпы. Первый тип был представлен аппаратом ИВН-01 Пульптест-Про, который имеет шкалу измерения от 0 до 200 микроампер, что значительно повышало точность диагностики пульпарной анестезии.

Второй тип аппарата для электроодонтометрии (PulpEst), где в качестве стимула используется импульсный ток, существенно отличается от первого — ИВН-01 Пульптест-Про. Такой тип приборов предпочитают использовать в своих исследованиях зарубежные авторы, поэтому, чтобы различать эти две методики между собой, способ оценки эффективности анестезии с помощью импульсного тока мы обозначили (дословным переводом) как электротестирование пульпы или ЕРТ (electric pulp test). Показания аппарата для ЕРТ выражаются в условных единицах (у.е.), так как не соответствуют на 100% показаниям аппаратов для ЭОМ, выраженных в микроамперах, а сам прибор имеет шкалу, ограниченную 80 у.е.

Проведенный нами анализ динамики показателей электроодонтометрии до и после анестезии показал существенное увеличение абсолютных значений электрического тока на момент появления реакции на тест. Однако, динамика этих значений была разной при различных нозологиях. Максимальное повышение показателей электроодонтометрии (на 115 мкА) наблюдалось при проведении анестезии во время лечения среднего кариеса. Динамика значений ЭОМ при лечении глубокого кариеса под анестезией составила 95 мкА. Минимальным было повышение после анестезии болевого порога пульпы, при лечении её необратимого воспаления — всего 42,5 микроампера.

Для проведения холодого теста врачами стоматологами-терапевтами используется либо доступный и имеющий комфортную температуру лёд (около 0°C~5°C), либо специальные хладагенты: дихлордифторметан, дихлорфторэтан, тетрафторэтан, пропан-бутановая смесь, которые имеют более низкую температуру (от -6°C до -50°C). Использование как первого, так и вторых оправдано, так как индифферентная зона (диапазон температуры, на которую зубы не отвечают болевой реакцией) для интактных зубов составляет от 17-22°C до 50-52°C.

В процессе анализа появления болезненных ощущений от результатов холодого теста было установлено, что лечение зубов, показавших положительный результат теста (не чувствовавших боли от холода после проведения анестезии), было в 20,5 раз чаще безболезненно, чем зубов, показавших отрицательный результат теста. Средняя болезненность зубов с отрицательным результатом составила 24 единицы по ВАШ.

Наиболее частым клиническим критерием наступления местной анестезии является онемение в зоне иннервации блокируемого нерва. При проведении инфильтрационной анестезии таким признаком является онемение десны в области зуба, подлежащего лечению. При торусальной анестезии — онемение половины губы и половины языка, со стороны инъекции.

Проведенный нами анализ возникновения онемения языка в зависимости от результатов электроодонтометрии после анестезии показал, что чаще онемение языка присутствовало в случаях, когда показатели ЭОМ были в районе ~70-80 мкА. В случаях, когда эти значения достигали 120 мкА и выше, онемение языка отсутствовало, однако лечение было безболезненным. Вероятно, это было связано с расположением области депо анестетика. Так при расположении депо ближе к нижнему альвеолярному нерву (при более глубоком положении иглы, ближе к внутренней поверхности ветви нижней челюсти) и, соответственно, дальше от язычного нерва, блокада нижнего альвеолярного нерва была более эффективна, а блокада язычного нерва не наступила. Об этом свидетельствуют показания ЭОМ с разбросом в первом и третьем квартиле в 118-147 мкА. При правильном положении иглы, на одинаковом расстоянии от обоих нервов, наступила блокада как язычного, так и нижнего альвеолярного нервов, однако эффективность последней была ниже (о чем свидетельствуют показания ЭОМ с Q1-Q3 в 67,75-87,50 мкА).

Диагностические характеристики тестов определяли с помощью четырехпольных таблиц сопряженности — средства представления совместного распределения двух переменных, предназначенного для исследования связи между ними. В нашем случае первой переменной был результат теста на эффективность анестезии, а второй — наличие болезненности у пациента во время проведения стоматологического лечения.

Для полного отражения диагностических возможностей тестов мы определяли следующие характеристики (таблица 4):

- точность теста — доля правильных результатов теста в общем количестве результатов;
- чувствительность теста — (истинно положительная пропорция) отражает долю положительных результатов, которые правильно идентифицированы как таковые. Иными словами, чувствительность диагностического теста показывает вероятность того, что пациент с эффективной пульпарной анестезией будет классифицирован именно как пациент с эффективной анестезией;
- специфичность теста — (истинно отрицательная пропорция) отражает долю отрицательных результатов, которые правильно идентифицированы как таковые, то есть вероятность того, что пациенты с неэффективной анестезией будут классифицированы именно как пациенты с неэффективной анестезией;
- положительная прогностическая ценность (PPV) — это вероятность того, что положительный результат теста действительно окажется положительным;
- отрицательная прогностическая ценность (NPV) — это вероятность того, что отрицательный тест действительно окажется отрицательным.

При проведении ROC-анализа и оценке результатов четырехпольных таблиц сопряженности, мы установили точность наиболее распространенных методов оценки чувствительности пульпы зуба при использовании их в качестве методов оценки эффективности местной анестезии. Их точность составила для электроодонтометрии (переменным током, аппаратом ИВН-01 Пульптест-Про) — 92,1%, для электротестирования (импульсным током, аппаратом PulpEst) — 76,3%, для холодого теста (спреем «Cold Spray») — 78,9%,

для субъективных признаков: онемение десны, при инфльтрационной анестезии (75%), онемение губы (44,1%) и онемение языка (38,2%) при торусальной анестезии. Точность всех субъективных признаков соответствует эффективности анестезии, при которой они проявляются, а прогностические значения имеют очень низкие показатели. Результаты указывают на то, что эти признаки часто сопровождают инъекцию местного анестетика, но не коррелируют с эффективностью анестезии пульпы причинных зубов.

Таблица 4 — диагностические характеристики тестов на чувствительность пульпы при их использовании для определения эффективности анестезии (%)

Показатель	Тест					
	ЭОМ	ЕРТ	Холодовой тест	Субъективные признаки, онемение:		
				десны	губы	языка
Точность	92,1	76,3	78,3	75	44,1	38,2
Чувствительность	85,6	30,8	96	100	100	86,7
Специфичность	95,8	100	46,2	0	0	0
Положительная прогностическая ценность	92	73,5	77,4	75	44,1	40,6
Отрицательная прогностическая ценность	92,3	100	85,7	-	-	0
p	< 0,001			= 1	= 0,555	= 0,187

Полученные данные указывают на преимущество электроодонтометрии переменным током (ЭОМ) перед другими тестами, при использовании их для оценки эффективности местной анестезии в стоматологии. Однако этот метод имеет противопоказания: наличие у пациента кардиостимулятора, психического расстройства, трудность высушивания поверхности зуба, непереносимость электрического тока, возраст до 5 лет. В таких случаях возможно использование других тестов, выбор которых будет зависеть от клинической ситуации и местного статуса пациента.

Алгоритм определения эффективности местной анестезии в стоматологии

Учитывая данные изученной литературы, а также результаты диссертационного исследования по определению эффективности местной анестезии различными методами в разных группах пациентов, нами были выявлены недостатки этих методов, такие как: недостаточная величина характеристик генерируемого тока и ограниченность шкалы аппаратов, использующими в качестве стимула импульсный ток; зависимость от толщины твердых тканей и состояния коронки исследуемого зуба популярных хладагентов; стремление субъективных признаков к корреляции факту инъекции местного анестетика, а не наступлению анестезии; а также изучены противопоказания к данным методам. Несмотря на преимущество в точности и других тестовых характеристиках электроодонтометрии перед другими способами оценки эффективности анестезии, она имеет свои ограничения и противопоказания. В таких случаях перед врачом-стоматологом встает выбор между другими методами, который не всегда прост, объективен и однозначен.

Для повышения безопасности и качества стоматологического лечения под местной анестезией, нами был разработан «Алгоритм определения эффективности местной анестезии в стоматологии». В него мы включили самые распространенные методы оценки эффективности анестезии, а также рекомендации по их выбору в различных клинических ситуациях, с учетом местного статуса.

Алгоритм определения эффективности местной анестезии в стоматологии:

1 этап — предоперационное определение статуса здоровья пациента и анестезиологического риска

Определение класса здоровья по ASA physical status classification system, заполнение «Карты здоровья» [Петрикас А.Ж., 1985], сбор анестезиологического анамнеза, выявление общих противопоказаний к методам оценки эффективности местной анестезии.

2 этап — определение местного статуса

Выяснение жалоб пациента, проведение стоматологического осмотра, постановка диагноза, сбор анамнеза, выявление местных противопоказаний к электроодонтометрии и холодовому тесту, выяснение витальности зуба (методы оценки эффективности анестезии, основанные на оценке чувствительности пульпы зуба, могут применяться только в зубах с витальной пульпой).

3 этап — выбор метода оценки эффективности местной анестезии

При выборе метода используется разработанный нами «Алгоритм» (рисунок 7): у пациента выясняются данные, расположенные в прямоугольниках, до тех пор, пока не будет достигнут один из методов, расположенных в овалах. Цветовая маркировка овалов указывает на точность теста, которая убывает в последовательности: жёлтый — зелёный — красный. Далее проводится оценка чувствительности зуба выбранным методом.

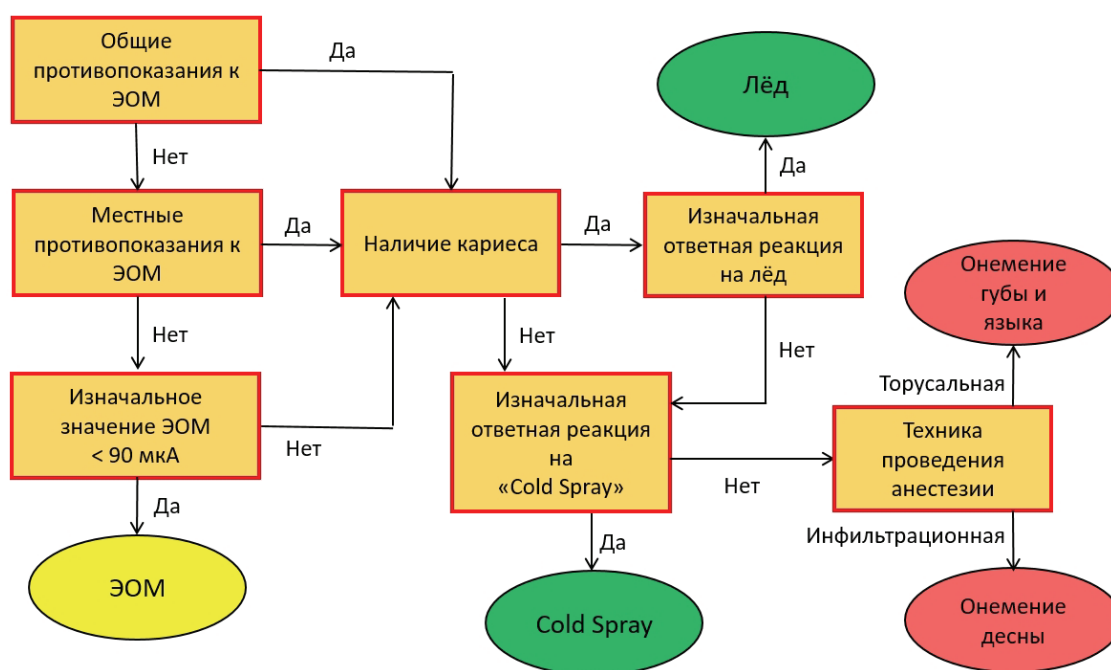


Рисунок 7 — Алгоритм выбора метода для оценки эффективности местной анестезии в стоматологии

4 этап — проведение местной анестезии

Анестезия проводится по стандартному алгоритму, затем выжидается латентный период анестезии.

5 этап — проведение теста на эффективность местной анестезии

Оценка эффективности местной анестезии проводится по протоколу выбранным методом (электроодонтометрией, холодовым тестом или с помощью субъективных признаков наступления анестезии).

6 этап — оценка результатов

Для оценки результатов проведенного метода оценки эффективности местной анестезии использовались следующие предикторы.

Для электроодонтометрии:

При значениях ЭОМ ≥ 90 мкА, вероятность наступления анестезии пульпы — 92%; при ЭОМ < 90 мкА, вероятность отсутствия анестезии — 92,3%.

Для холодового теста:

При отсутствии чувствительности на стимуляцию хладагентом, вероятность наступления анестезии пульпы — 77,4%; при наличии чувствительности, вероятность отсутствия анестезии — 85,7%.

Для субъективных признаков:

При наличии онемения десны, вероятность наступления анестезии пульпы — 75%.

При наличии онемения губы, вероятность наступления анестезии пульпы — 44,1%.

При наличии онемения языка, вероятность наступления анестезии пульпы — 40,6%.

Для обоснования данного подхода к оценке эффективности местной анестезии в стоматологии нами были проведены серии клинических и лабораторных исследований, которые подтверждают диагностические характеристики используемых тестов, их зависимость от клинической ситуации и местного статуса, а также необходимость в выборе наиболее подходящего метода у каждого пациента.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В нашем диссертационном исследовании мы попытались сравнить самые распространенные методы оценки эффективности местной анестезии (электроодонтометрия переменным и импульсным током, холодовой тест, косвенные признаки наступления обезболивания) путём определения их диагностических характеристик, а также проверить гипотезу о зависимости показателей электроодонтометрии интактных зубов от конфигурации корневого канала. Для этого было проведено лабораторное, клинко-лабораторное и клиническое исследования. В результате лабораторного исследования была получена компьютерная 3-D модель зуба 2.2, изучение которой позволило оценить распространение электрического тока в тканях зуба и доказать зависимость показателей электроодонтометрии от конфигурации корневого канала. В ходе клинко-лабораторного исследования был выбран хладагент, наиболее подходящий для проведения холодового теста при оценке эффективности анестезии. Результатом клинического исследования явилась разработка «Алгоритма определения эффективности местной ане-

стезии в стоматологии», использование которого помогает персонализировать выбор метода оценки эффективности местной анестезии с учетом показаний, противопоказаний и местного статуса.

Включение этапа «Оценка эффективности местной анестезии» в стоматологический анестезиологический протокол и использование для этого «Алгоритма определения эффективности местной анестезии в стоматологии» рекомендовано проводить у всех пациентов, которым предстоят инвазивные процедуры на твердых тканях витальных зубов и пульпе, с целью повышения комплаентности и предупреждения общих осложнений обезболивания.

Перспективы дальнейшей разработки темы

Полученные в ходе лабораторного исследования результаты позволяют повысить точность использования электроодонтометрии для диагностики морфо-функционального состояния пульпы зуба. Оценка конфигурации корневого канала и корректировка диапазона диагностических критериев, а также персонифицированный подход к определению статуса пульпы позволят в дальнейшем избежать диагностических ошибок.

Превентивная оценка эффективности обезболивания непосредственно в кресле врача-стоматолога кажется неотъемлемой частью качественного и безопасного стоматологического лечения. Разработка необходимых для этого аппаратов, с учетом результатов клинического и клинико-лабораторного исследований, а также совершенствование их эргономики позволит повсеместно внедрить данный этап в стоматологическую практику.

ВЫВОДЫ

1. Максимальная плотность тока в корневом канале, при проведении электроодонтометрии, возникает в области максимального сужения канала. Плотность тока 26-27 А/м² в канале соответствует факту появления у пациентов ответной реакции на электроодонтометрию, а для достижения этого показателя в зубах с более широким апикальным сужением требуется бóльшая сила тока.

2. Использование в качестве хладагента пропан-бутановой смеси «Cold Spray», при оценке витальности зубов, имеет бóльшую диагностическую точность, чем использование льда, за исключением зубов с кариесом и твердыми зубными отложениями.

3. Наибольшую клиническую эффективность в диагностике пульпарной анестезии среди сравниваемых способов, по результатам оценки диагностических характеристик, показала электроодонтометрия переменным током частотой 50 Гц, точность которой составила 92,1 %. Электротестирование импульсным током показало точность ниже, чем холодной тест пропан-бутановой смесью «Cold Spray» (76,3 % против 78,9 %), поэтому данный способ был исключен из «Алгоритма определения эффективности местной анестезии в стоматологии». Пороговое значение электроодонтометрии, при оценке эффективности местной анестезии, составило 90 микроампер, что ниже «устоявшегося» в научной литературе значения в 100 мкА, но значительно проще достижимо при проведении проводниковой анестезии нижнего альвеолярного нерва и при лечении необратимого воспаления пульпы. Косвенные признаки наступления местной анестезии (наступление обезболивания десны, губы и

языка) коррелируют с фактом проведения инъекции местного анестетика, а не с наступлением анестезии пульпы, и не могут быть использованы для оценки эффективности обезболивания тканей зуба.

4. Эффективность проводниковой анестезии нижнего альвеолярного нерва во время лечения кариеса различной глубины и пульпита боковых зубов нижней челюсти в 1,7 раз ниже, чем эффективность инфильтрационной анестезии при лечении тех же нозологий фронтальных зубов нижней челюсти и фронтальных и боковых зубов верхней челюсти.

5. Предложенный «Алгоритм определения эффективности местной анестезии в стоматологии», в котором учитываются общие факторы и местный статус, позволяет индивидуализировать выбор способа оценки эффективности местной анестезии и получить более объективную оценку наступления анестезии пульпы зуба.

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Работы, опубликованные в научных рецензируемых изданиях, рекомендованных ВАК РФ:

1. Петрикас А.Ж., Летуновская С.А., Честных Е.В., Медведев Д.В., Зиньковская Е.П., **Ларичкин И.О.**, Куликова К.В. Феномен чувствительности дентальной пульпы при формировании постоянных зубов. *Эндодонтия Today*. 2020;18(4):14-19.
2. Петрикас А.Ж., Петрикас О.А., Честных Е.В., Туровцев В.В., **Ларичкин И.О.**, Медведев Д.В., Куликова К.В. Сравнение двух типов аппаратов для электроодонтометрии при их использовании для определения эффективности анестезии. *Эндодонтия Today*. 2022;20(2):109-114.
3. Петрикас А.Ж., Честных Е.В., **Ларичкин И.О.** Определение диагностических характеристик холодого теста спреем «Cold Spray» при его использовании для оценки эффективности анестезии. *Cathedra*. 2022;80:36-39.
4. Петрикас А.Ж., Честных Е.В., Карпенков А.Ю., **Ларичкин И.О.**, Дунаева Г.Г., Медведев Д.В., Куликова К.В. Зависимость показателей электроодонтометрии от конфигурации корневого канала. *Эндодонтия today*. 2022; 20(3):204-210.

Работы, опубликованные в других изданиях:

5. **Ларичкин И.О.** Методы оценки чувствительности и витальности пульпы зуба. *Тверской медицинский журнал*. 2022;4:18-22.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ СОКРАЩЕНИЙ

ЭОМ — электроодонтометрия

ЕРТ — electric pulp test

мкА — микроампер

А/м² — ампер на метр в квадрате

(единица измерения плотности тока)

ВАШ — визуальная аналоговая шкала

PPV — положительная прогностическая ценность

NPV — отрицательная прогностическая ценность