

*На правах рукописи*

ХУАЙЖИ АММАР

ОБОСНОВАНИЕ НЕОБХОДИМОСТИ ИССЛЕДОВАНИЯ  
ПОПЕРЕЧНОГО СЕЧЕНИЯ КОРНЕВЫХ КАНАЛОВ ПРИ  
ПРОВЕДЕНИИ ЭНДОДОНТИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ ЗУБОВ

14.01.14– стоматология (медицинские науки)

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени  
кандидата медицинских наук

Москва – 2022

Работа выполнена на кафедре пропедевтики стоматологических заболеваний Медицинского института Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Российский университет дружбы народов»

**Научный руководитель:**

**Разумова Светлана Николаевна** – доктор медицинских наук, профессор, заведующая кафедрой пропедевтики стоматологических заболеваний Медицинского института Федерального Государственного Автономного Образовательного Учреждения Высшего Образования «Российский университет дружбы народов»

**Официальные оппоненты:**

**Румянцев Виталий Анатольевич** – доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой пародонтологии стоматологического факультета Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования Тверского Государственного медицинского университета Министерства здравоохранения Российской Федерации.

**Волков Александр Григорьевич** – доктор медицинских наук, доцент, профессор кафедры терапевтической стоматологии Института стоматологии Е.В. Боровского ФГАОУ ВО ПМГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский университет).

**Ведущая организация:** Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Воронежский государственный медицинский университет им. Н.Н. Бурденко» Министерства здравоохранения Российской Федерации. (394036, г. Воронеж, ул. Студенческая, д.10).

Защита состоится «26» января 2022 г. в 15.00 часов на заседании диссертационного совета ПДС 0300.007 при ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов» Министерства науки и высшего образования РФ по адресу: 117198, г. Москва, ул. Миклухо-Маклая д.6.

С диссертацией можно ознакомиться в научной библиотеке ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов» Министерства науки и высшего образования РФ и на сайте <http://dissovet.rudn.ru/>

Автореферат разослан «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2021 г.

Ученый секретарь диссертационного совета ПДС 0300.007,

кандидат медицинских наук, доцент

Душина Галина Николаевна

## **Общая характеристика работы**

### **Актуальность исследования**

Знание морфологии корневого канала (КК) и ее вариаций является основным требованием к эндодонтическому успеху (Santos-Junior A.O., 2019). Вариации морфологии корневых каналов до сих пор остаются основным вопросом для врачей стоматологов-терапевтов. От формы поперечного сечения КК и применяемых методик механической, а также медикаментозной обработки зависит результат эндодонтического лечения. Препарирование и обработка апикальной трети КК и апикального отверстия были темой многочисленных исследований (Mohammadi, Z., 2017; Shrestha, S., 2018; Hartmann, R.C., 2018; Абрамова О.И., 2020; Педорец А.П., 2020; Fornari, V. J., 2020; Lima, C. O., 2020).

Различные варианты морфологии КК требуют различных методов его подготовки и obturации. КК могут иметь различную форму в поперечном сечении: круглую, овальную, щелевидную. Препарирование овальных и щелевидных КК круглыми инструментами не может обеспечить в конечном результате его круглую форму, и потенциально может привести к осложнениям при эндодонтическом лечении (Подпорин М.С., 2020; Siqueira Junior, J. F., 2018; Espir, C. G., 2018; Zuolo, M. L., 2018; Kfir, A., 2018; Xavier, S.R., 2021).

Чаще всего применяемые инструменты создают круглую форму КК, оставляя перешейки и сужения неподготовленными и заполненными смазанным слоем и дебрисом. Активация ирригации с помощью ультразвука позволяет лучше очищать латеральные и дополнительные каналы (Wiesse, P., 2018; de Oliveira, R. L., 2019; Ozlek, E., 2021).

Частота осложнений после проведенного эндодонтического лечения достигает 35-50% (Попова Е.В., 2016; Царев В.Н., 2016; Абдулаев М.Д., 2017, Bhuvu B., Ikram, O., 2020).

Если конусность инструмента, используемого для очистки и придания формы КК, не соответствует конусности канала, то цель механической подготовки не будет достигнута. Если инструмент имеет чрезмерную конусность, это приведет к чрезмерному удалению коронального дентина и ослаблению

структуры зуба, и в то же время, инструмент не сможет эффективно очистить апикальную треть КК (Doğanay Y., 2019; Plotino, G., 2019; Pereira, T.C., 2021).

Среди всех этих факторов морфология КК может считаться наиболее важной, поскольку выбор методики препарирования и инструмента определяется формой КК. Очень трудно адекватно очистить каналы только с помощью инструментов, что повышает важность правильного выбора раствора для ирригации с достаточным его объемом и методом применения.

Таким образом, изучение формы и диаметра просвета КК до и после препарирования, эффективность и качество его медикаментозной обработки являются вопросами, которые требуют дальнейшего изучения.

### **Степень разработанности темы исследования.**

Распространенность развития осложнений после проведенного лечения КК остается высокой. Для врача-стоматолога важным аспектом профилактики развития изменений в периапикальных тканях является качественно проведенное эндодонтическое лечение с учетом знаний анатомии КК, выбора методики механической и медикаментозной обработки и obturации.

Достаточно много работ по обработке апикальной части КК вращающимися инструментами (Царев В.Н. с соавт., 2016; Бутвиловский А.В., 2017; Педорец А.П., Пиляев А.Г. с соавт., 2019; Митронин А.В., 2019 с соавт., Девятникова В.Г., 2020), но с учетом их анатомического строения недостаточно. Встречаются работы, доказывающие необходимость применения более эффективных методик обработки КК – ультразвуковой обработки и фотодинамической терапии – для разрушения микробной биопленки КК (Волков Д.П., 2017; Рабинович И.М., 2018; Подпорин М.С., 2020).

Таким образом, для повышения качества эндодонтического лечения на этапе диагностики и выбора методики эндодонтического лечения требуются экспериментальные и клинико-диагностические исследования.

### **Цель исследования.**

Повышение эффективности эндодонтического лечения зубов за счет обоснования целесообразности оценки формы поперечного сечения корневых

каналов и применения наносеребра при медикаментозной обработке корневых каналов зубов.

#### **Задачи исследования.**

1. Изучить по данным конусно-лучевой компьютерной томографии (КЛКТ) особенности формы поперечного сечения КК.
2. Оценить изменение объема тканей дентина КК до и после препарирования по данным КЛКТ.
3. Провести микроскопическое исследование внутренних стенок КК, подготовленных к obturации.
4. Провести сканирующую электронную микроскопию и рентгеновский микроанализ внутренней стенки КК после обработки раствором коллоидного наносеребра по методике EDX.
5. Определить необходимую концентрацию антисептического раствора коллоидного серебра для финишной обработки КК *in vitro*.

#### **Научная новизна.**

Впервые разработана и предложена новая классификация формы системы КК, описывающая их, как изменяющуюся систему с меняющейся формой поперечного сечения от устья к апексу (патент на изобретение РФ № 2749302 от 8.06.2021).

Проведен сравнительный анализ изменения толщины дентина в области стенок КК на интактных и санированных зубах с использованием КЛКТ в горизонтальной плоскости: на уровне устья, в средней трети, и в области апекса в трех возрастных группах пациентов.

По данным анализа электронной микроскопии просвета КК после механической обработки в процессе эндодонтического лечения установлены переменные показатели диаметра в апикальной трети, превышающие диаметр, применяемых инструментов почти в два раза.

Впервые в эксперименте обоснована эффективность применения коллоидного наносеребра.

### **Теоретическая и практическая значимость результатов исследования.**

Полученные теоретические результаты расширяют базу научных знаний о форме поперечного сечения КК и ее вариабельности, об изменении объема тканей дентина КК до и после препарирования, о качестве подготовки внутренних стенок КК к obturации, о концентрации антисептического раствора коллоидного серебра, рекомендованного для финишной обработки КК.

Данное исследование способствует профилактике осложнений, возникающих при проведении эндодонтического лечения.

Предложена новая классификация формы корневых каналов, которая предполагает изменение тактики проведения механической и медикаментозной обработки апикальной трети.

### **Методология и методы исследования.**

Диссертационное исследование выполнено по принципам и методам доказательной медицины, включало сбор и анализ отечественной и зарубежной литературы из международных информационных баз (PubMed, Google Scholar, Medline), экспериментальную и клинико-лабораторную части. Полученные данные были проанализированы, включены в аналитический обзор и обсуждены.

Экспериментальная часть включала исследование *in vitro* на образцах.

Были использованы следующие методы исследования: клиническое стоматологическое обследование до и после эндодонтического лечения пациентов основной и контрольной групп, динамическое наблюдение после лечения, рентгенологические методы (прицельная внутриротовая рентгенография и КЛКТ); лабораторные методы: микробиологические, микроскопические (световая оптическая микроскопия, СЭМ и сканирующая электронная микроскопия по методике EDX и рентгеновский микроанализ внутренней стенки КК; статистические методы обработки полученных результатов.

### **Основные положения, выносимые на защиту.**

1. Новая классификация системы КК: поперечное сечение формы КК может изменяться от устья к апексу в одной группе зубов (премоляры, мезиальные корни моляров нижней челюсти, щечные корни моляров на верхней

челюсти) и быть неизменным в других зубах (резцы, клыки, дистальные корни моляров нижней челюсти, небные корни моляров верхней челюсти).

2. Стенка КК при механической и медикаментозной обработке истончается в области устья в среднем на 14,1%, в средней трети - на 18,4%, в апикальной трети - на 7,6%. Апикальная часть КК обрабатывается недостаточно.

### **Степень достоверности результатов и апробация работы.**

Достоверность результатов диссертационной работы определяется достаточным количеством обследованных пациентов (510 человек). В исследование включались пациенты с первичным эндодонтическим лечением (140 человек) с диагнозом К04.0 по МКБ. Группы формировали в соответствии с критериями включения и исключения. Использовали современные экспериментальные, клинические и статистические методы.

Материалы исследований доложены на конференциях: «Актуальные вопросы стоматологии» в ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов» (Москва, 2018); международном стоматологическом конгрессе FDI World Dental Congress (Buenos Aires, Argentina, 2018), на межвузовской конференции «Актуальные вопросы стоматологии» в ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов» (Москва, 2019), международном анатомическом конгрессе IFAA (London, England, 2019).

Апробация проведена на заседании кафедры пропедевтики стоматологических заболеваний МИ ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов» (протокол № 11 от 21. 05. 2019 г.).

### **Публикации.**

По теме диссертации опубликованы 17 печатных работ, из которых 4 – в изданиях, рекомендованных ВАК, 9 в журналах, входящих в международные реферативные базы данных (Scopus, WOS), 1 патент РФ, тезисы конференций - 3.

### **Внедрение в практику.**

Результаты диссертационной работы внедрены в лечебную практику клиники ООО «Частная практика доктора Агарковой» и стоматологического центра дентальной и ЧЛИ КДЦ РУДН, а также в лекционный материал,

практические и семинарские занятия студентов 2 курса и клинических ординаторов, и врачей ДПО, обучающихся на кафедре пропедевтики стоматологических заболеваний МИ РУДН.

### **Структура и объем диссертации.**

Работа изложена на 188 страницах компьютерного текста (Time New Roman 14) и состоит из введения, обзора литературы, главы «Материалы и методы», главы «Результаты собственных исследований», главы заключения, выводов и практических рекомендаций. Список цитируемой литературы включает 172 источника, из которых 30 - на русском языке, 142 - на иностранных языках. Работа иллюстрирована 109 таблицами и 34 рисунками.

### **Личный вклад автора в исследование.**

Автором разработаны дизайн и алгоритм исследования. Самостоятельно проведен анализ современной отечественной и зарубежной литературы по теме исследования, патентный поиск, проанализировано 510 КЛКТ, проведено эндодонтическое лечение 140 пациентов с диагнозом K04.0. Автор принимал непосредственное участие в подготовке образцов для эксперимента и в его планировании. Совместно с С.Н. Разумовой и А.С. Браго разрабатывал новую классификацию формы корневых каналов (патент на изобретение № 2749302 от 8.06.2021). Автор выполнил лично в полном объеме статистическую обработку полученных в ходе исследования данных, оформление и иллюстрацию диссертационной работы.

## **ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ**

### **Дизайн и методология исследования**

Работа выполнена в период с 2016 по 2021 годы. Исследование проводилось на базе кафедры пропедевтики стоматологических заболеваний в центре дентальной и ЧЛИ КДЦ РУДН. В соответствии с поставленными задачами, критериями включения и исключения, одобренными комитетом по этике, в исследование включили 510 человек в возрасте от 18 до 70 лет. Согласно рекомендациям ВОЗ, их разделили на три возрастные группы по 170 в каждой: группа молодого возраста (20-44 лет), группа среднего возраста (45-59), группа



пожилого (60 лет и старше) возраста. Всем пациентам провели клинический осмотр, анализ стоматологического статуса. В исследование включали пациентов с диагнозом K04.0 - Пульпит. Оценка формы каналов, в каждой возрастной группе проводилась с использованием КЛКТ в горизонтальной плоскости на уровне устья корневого канала, в средней трети и в области апекса. При описании формы КК использовали термины: округлая – близкая к форме круга; овальная – форма овала: поперечный размер меньше продольного в 2 раза; щелевидная – продольный размер больше поперечного, более чем в 2 раза. К щелевидным КК также относили С – образный канал, который описывался нами, как щелевидный, по классификации Ким.

Изучение изменения толщины дентинных стенок КК проводили на интактных и санированных зубах по КЛКТ в горизонтальной плоскости на уровне устья, в средней трети, и в области апекса во всех трех возрастных группах. Расстояние измеряли в мм от внутренней поверхности щечной, мезиальной, небной/язычной и дистальной стенок КК до наружной поверхности корня.

Ширину просвета КК после проведения механической обработки изучали под оптическим микроскопом (Nikon SMZ-25, Япония, увеличение x100,000) в области устья, средней и апикальной трети на 100 удаленных однокорневых одноканальных зубах.

Оценку качества обработки внутренней стенки КК проводили с помощью сканирующей электронной микроскопии под электронным микроскопом (VEGA 3 SB, Tescan Orsay Holding, Kohoutovice, Чехия, увеличение x10000, x25000 и x100000). Выявляли зоны, не подвергшиеся механической обработке. Для этого образцы (100 штук) высушивали и покрывали платиной, используя устройство для нанесения покрытия распылением (AJA ORION 8, AJA International INC, Калифорния, США). Оценка удаления смазанного слоя была проведена по M. Hulsmann et al.

Сканирующую электронную микроскопию по методике EDX и рентгеновский микроанализ внутренней стенки КК проводили после обработки раствором наносеребра. Образцы покрывали слоем углерода с толщиной ~10 нм на

установке HUS-5GB (Hitachi, Япония) и исследовали на сканирующем электронном микроскопе Merlin (Zeiss, Германия). Методика EDX основана на регистрации спектров характеристического рентгеновского излучения от исследуемой поверхности. Рентгеновский микроанализ делали с использованием кремниевого дрейфового детектора X-MaxN 150 (Oxford Instruments, Великобритания). Данные обрабатывали программой AztecEnergy 3.0. Измерения проводили при ускоряющем напряжении 8 кВ и силе тока 0,5-1 нА.

Оценку эффективности коллоидного раствора серебра проводили микробиологическим методом в отношении культур: *Str. agalacticae* 3984, *Ent. faecalis* 323, *St. aureus* 4785, *C. albicans* 672. Использовали раствор, содержащий наночастицы серебра в концентрации равной 10000 ppm. Для приготовления разведений (1%, 0,1%, 0,01%, 0,05%, 0,005%, 0,025%, 0,0025%, 0,075%, 0,75%, 0,5%) использовали дистиллированную воду. Культуры после разморозки вносились на среду Сердечно–Мозговой бульон (ВНВ) в объеме 100 мкл или 1 д (депонатор для криобокса). Объем среды был равен 10 мл. Культивацию проводили в течение 24 часов при температуре 37°C. Посев производили шпателем на 90 мм чашки Петри со средой Мюллера – Хинтона. Вносили 100 мкл стандартизированной суспензии микроорганизмов.

В соответствии с поставленными задачами, критериями включения и исключения, к исследованию были привлечены 140 пациентов для проведения эндодонтического лечения. Их случайным образом разделили на основную и контрольную группы по 70 человек в каждой. Лечение проводили по стандартному протоколу: анестезия, препарирование полости, вскрытие и раскрытие полости зуба, механическая и медикаментозная обработка КК 3% раствором гипохлорита натрия с УЗ-активацией. В основной группе всем пациентам в качестве финишного ирриганта был применен 0,5% раствор коллоидного наносеребра. Раствор вводили в КК с помощью канюли эндодонтическим шприцем до устья. После экспозиции в течение 2 минут КК высушивали стерильными бумажными пинами и obturировали. Пациентам контрольной группы было проведено такое же эндодонтическое лечение пульпита

без применения коллоидного наносеребра в качестве финишного ирриганта. Обтурация КК проводили в одно посещение, применяли метод латеральной конденсации гуттаперчи. Пациенты основной и контрольной групп были осмотрены в первый день, через три дня, неделю, 6 месяцев и 1 год. Оценивали постпломбировочные боли. Через 6 и 12 месяцев был проведен рентгенологический контроль леченых зубов.

**Статистический анализ.** Полученные в ходе исследования данные были проанализированы с помощью методов математической статистики, реализованных в комплексе компьютерных программ STATISTICA 6.0 StatSoft Inc. (операционная система Windows).

## **РЕЗУЛЬТАТЫ СОБСТВЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ**

В клинической части нашего исследования провели эндодонтическое лечение пациентов, по КЛКТ изучили форму КК и изменение толщины стенок КК до и после механической обработки. Изучение поперечного сечения КК в устьевой, средней и апикальной трети показало, что их форма не постоянна, изменяется в зависимости от количества КК в корне, наличия или отсутствия перешейков и возраста пациентов. Проанализирована форма поперечного сечения КК однокорневых и многокорневых зубов.

По форме можно выделить каналы с неизменяющейся (постоянной) и изменяющейся формой (таблица 1). Изменение формы КК возможно в средней трети, в апикальной, а также и в средней, и в апикальной. Наиболее вариабельная форма КК определяется в апикальной части. Изменение формы КК в апикальной части на овальную или щелевидную, делает проблематичным обработку этой части КК круглым инструментом.

Таблица 1. Послойная классификация формы поперечного сечения каналов

Тип 1	Неизменяющаяся форма канала от устья до апекса
Тип 2	Изменяющаяся форма канала в средней трети
Тип 3	Изменяющаяся форма канала в апикальной трети
Тип 4	Изменяющаяся форма канала в средней и апикальной трети

На верхней челюсти в апикальной трети КК овальную форму имеют клыки в 100% (n=357) ( $p < 0,05$ ), премоляры в 30,9% (n=189), моляры в 25,4% (n=135) в щечно-медиальном корне и в 17,1% (n=91) в щечно-дистальном. Щелевидная форма КК определялась в 14,9% (n=91) в премолярах и в 70,5% (n=374) в щечно-медиальном корне моляра.

На нижней челюсти овальную форму в апикальной трети КК имеют резцы в 99,2% (n=948) ( $p < 0,05$ ), клыки в 100% (n=456) ( $p < 0,05$ ), премоляры в 29,4% (n=196), моляры в 94,8% (n=472) ( $p < 0,05$ ). Щелевидная форма канала определялась в резцах 0,8% (n=8), в премолярах 6,6% (n=44), в молярах: в дистальном корне 8,8% (n=44) и в медиальном 95,8% (n=477) ( $p < 0,05$ ).

Высокий процент КК овальной и щелевидной формы на верхней и нижней челюсти в области апекса, затрудняет проведение качественной инструментальной обработки. Планирование эндодонтического лечения и протокола обработки должно быть основано на точном знании анатомии эндодота. Выбор инструмента и техники препарирования КК определит эффективность и правильность проведения данного этапа, а значит и благоприятный прогноз лечения.

*Измерение толщины стенок корневых каналов до и после эндодонтического лечения* проводили по данным КЛКТ. Объем дентина оценивали на интактных и санированных зубах по срезам КК в горизонтальной плоскости на уровне устья, средней трети, и апекса в каждой возрастной группе. Толщина стенок измерялась в миллиметрах от внутренней поверхности стенки КК до наружной поверхности корня зуба, а объем удаленных тканей дентина определяли в процентах.

Результаты исследования показали, что толщина слоя дентина в области КК с вестибулярной, оральной, медиальной и дистальной стороны в интактных зубах и эндодонтически пролеченных, отличается. Различия статистически значимы при сравнении параметров «здоровый» и «санирован» ( $p < 0,05$ ).

Статистически значимых различий показателей, связанных с возрастом не выявлено ( $p > 0,05$ ).

В области устья КК в результате препарирования зубов наибольшее количество тканей дентина снимали в резцах верхней челюсти по вестибулярной стенке во всех возрастных группах ( $p < 0,05$ ) (молодого – 23,3% ( $0,57 \pm 0,04$  мм), среднего – 21,1% ( $0,51 \pm 0,03$  мм) и пожилого – 27,7% ( $0,69 \pm 0,06$  мм) возраста); в клыках верхней челюсти по латеральной стенке в группе пожилого возраста – 16,7% ( $0,30 \pm 0,06$  мм) и по медиальной в молодой – 16,4% ( $0,26 \pm 0,06$  мм), среднего – 15,7% ( $0,25 \pm 0,06$  мм), и старшего возраста – 15,1% ( $0,24 \pm 0,05$  мм) ( $p < 0,05$ ); в клыках нижней челюсти по язычной стенке в группах среднего возраста – 14,0% ( $0,36 \pm 0,03$  мм) и пожилого возраста – 13,7% ( $0,35 \pm 0,03$  мм) ( $p < 0,05$ ); во вторых премолярах нижней челюсти по медиальной стенке в группах среднего возраста – 35,4% ( $0,62 \pm 0,04$  мм), молодого 33,8% ( $0,60 \pm 0,02$  мм) и пожилого 32,1% ( $0,56 \pm 0,05$  мм) возраста, а также по дистальной стенке в группах среднего возраста – 29,6% ( $0,53 \pm 0,04$  мм), пожилого – 28,6% ( $0,51 \pm 0,07$  мм) и молодого возраста – 28,5% ( $0,51 \pm 0,05$  мм) возраста ( $p < 0,05$ ).

В средней трети КК максимальное количество тканей иссекали в латеральных резцах верхней челюсти по небной стенке (группа среднего возраста – 20,4% ( $0,28 \pm 0,04$  мм)) ( $p < 0,05$ ); в центральных резцах – 23,0% ( $0,24 \pm 0,04$  мм), 21,3% ( $0,22 \pm 0,05$  мм)) и боковых резцах – 23,5% ( $0,24 \pm 0,07$  мм), 23,1% ( $0,24 \pm 0,04$  мм) нижней челюсти по дистальной стенке в группах среднего и пожилого возраста ( $p < 0,05$ ); в премолярах верхней челюсти: по небной стенке в небном корне у пациентов среднего возраста – 30,1% ( $0,34 \pm 0,04$  мм), и пожилых 30,8% ( $0,36 \pm 0,05$  мм) ( $p < 0,05$ ), в щечном корне второго двухкорневого премоляра в группе среднего возраста 30,1% ( $0,28 \pm 0,05$  мм), в небном корне второго двухкорневого премоляра в группе пожилого возраста 33,7% ( $0,32 \pm 0,02$  мм), по дистальной стенке в небном корне второго двухкорневого премоляра 31,0% ( $0,31 \pm 0,05$  мм) ( $p < 0,05$ ). В средней трети моляров верхней челюсти по дистальной стенке медиально-щечного корня (в группах молодого – 31,1% ( $0,23 \pm 0,05$  мм) и пожилого – 30,7% ( $0,23 \pm 0,04$  мм) возраста) ( $p < 0,05$ ), а также дистально-щечного

корня 32,5% ( $0,27 \pm 0,05$ мм) в группе пожилого возраста первого моляра и медиально-щечного (в группе среднего возраста – 40,0% ( $0,32 \pm 0,04$ мм) и пожилого возраста – 42,6% ( $0,35 \pm 0,05$ ) ( $p < 0,05$ )), дистально-щечного корня (в группе среднего возраста – 39,7% ( $0,25 \pm 0,05$ мм) и пожилого возраста 41,3% ( $0,26 \pm 0,04$ мм) ( $p < 0,05$ )) второго моляра. По медиальной стенке медиально-щечного корня (группа среднего 45,3% ( $0,29 \pm 0,05$ мм) и пожилого возраста 43,7% ( $0,28 \pm 0,05$ мм)), а также дистально-щечного (38,7% ( $0,24 \pm 0,07$ мм) корня второго моляра у пожилых). По небной стенке небного корня (в группах молодого возраста – 35,3% ( $0,23 \pm 0,04$ мм), среднего – 41,0% ( $0,27 \pm 0,04$ мм) и старшего возраста – 39,7% ( $0,27 \pm 0,04$ мм) второго моляра. По медиальной стенке дистального корня первого 37,1% ( $0,23 \pm 0,05$ мм), 37,7% ( $0,26 \pm 0,07$ мм), 40,3% ( $0,27 \pm 0,06$ мм)) и второго (31,3% ( $0,21 \pm 0,09$ мм), 30,9% ( $0,21 \pm 0,07$ мм), 31,8% ( $0,21 \pm 0,06$ мм)) моляров нижней челюсти во всех возрастных группах ( $p < 0,05$ ).

В апикальной части КК иссекали минимальное количество тканей дентина в боковых резцах верхней челюсти по вестибулярной стенке – 1,7% ( $0,03 \pm 0,05$ мм) в группе среднего возраста, по небной – 2,8% ( $0,05 \pm 0,08$ мм) у пожилых ( $p < 0,05$ ); в щечном корне второго двухкорневого премоляра по медиальной стенке у пациентов пожилого возраста – 1,2% ( $0,01 \pm 0,04$ мм) возраста; в небном корне первого двухкорневого премоляра по вестибулярной стенке – 2,1% ( $0,02 \pm 0,01$ мм) в группе пожилого возраста и в небном корне второго двухкорневого премоляра по медиальной стенке – 2,5% ( $0,02 \pm 0,02$ мм) в группе среднего возраста; в дистально-щечном корне второго моляра по вестибулярной стенке – 1,7% ( $0,02 \pm 0,02$ мм) в группе молодого возраста; в небном корне первого моляра по дистальной стенке в группе молодого 1,4% ( $0,02 \pm 0,02$ мм) и среднего возраста – 1,4% ( $0,02 \pm 0,01$ мм), и в небном корне второго моляра по медиальной стенке 2,5% ( $0,03 \pm 0,02$ мм) в группе молодого возраста ( $p < 0,05$ ). На нижней челюсти минимальное количество тканей дентина в области апекса иссекали в центральных резцах по вестибулярной стенке – 1,6% ( $0,02 \pm 0,02$ мм) в группе молодого возраста, в латеральных резцах по язычной стенке – 1,9% ( $0,03 \pm 0,02$ мм) в группе молодого возраста и по медиальной – 2,2% ( $0,02 \pm 0,02$ мм) у пациентов

среднего возраста ( $p < 0,05$ ); в клыках по дистальной стенке в группах молодого 1,2% ( $0,01 \pm 0,01$  мм) и пожилого 1,3% ( $0,01 \pm 0,01$  мм) возраста ( $p < 0,05$ ). Во втором премоляре по медиальной – 0,9% ( $0,01 \pm 0,01$  мм) и дистальной – 1,7% ( $0,02 \pm 0,02$  мм) стенкам в группе молодого возраста ( $p < 0,05$ ). В дистальном корне первого моляра по язычной стенке в группах среднего – 2,9% ( $0,05 \pm 0,04$  мм) и пожилого возраста – 2,9% ( $0,05 \pm 0,05$  мм), а в дистальном корне второго моляра по вестибулярной 2,1% ( $0,04 \pm 0,03$  мм) стенке в молодой возрастной группе ( $p < 0,05$ ).

Для апикальной трети КК характерно уменьшение объема иссеченного дентина в процессе проведения эндодонтического лечения в среднем в 1,85 раза по сравнению с данными в области устьевой трети и в 2,4 раза с данными в области средней трети. Таким образом, наименее обработанной оказывается апикальная часть КК, что в свою очередь приводит к развитию осложнений после проведенного эндодонтического лечения и тем самым объясняет высокий процент неудач. Данные представлены в таблице 2.

**Таблица 2. Убыль тканей дентина корневого канала после механической обработки, в зубах на верхней и нижней челюстях (%)**

Часть к/к	Зубы, челюсть														Всего	
	1		2		3		4		5		6		7			
	в/ч	н/ч	в/ч	н/ч	в/ч	н/ч	в/ч	н/ч	в/ч	н/ч	в/ч	н/ч	в/ч	н/ч	в/ч	н/ч
Уст ьев ая	16,0	13,0	13,3	13,6	12,7	11,8	14,6	16,4	16,8	22,5	10,0	13,0	11,0	12,7	13,5	14,7
Сре дня я	9,3	16,6	15,0	17,2	12,3	15,1	21,6	20,1	19,5	16,5	20,2	22,8	27,0	23,6	18,0	18,8
Ап ика льн	8,0	5,7	6,0	8,5	5,0	4,2	8,6	10,4	9,9	5,4	9,8	9,3	9,0	7,4	8,0	7,2

**Результаты оптической микроскопии просвета КК после его механической обработки** показали, что в апикальной трети выявлены зоны стенок корневого канала, которые не были обработаны механически. Диаметр просвета апикальной части КК имеет переменные данные, наблюдались участки с диаметром 585 и 683 мкм при инструментальной механической обработке инструментом, диаметр кончика которого не более 350 мкм. Следовательно, в апикальной трети после обработки остаются зоны инфицированного дентина. Данные представлены на рисунке 1.

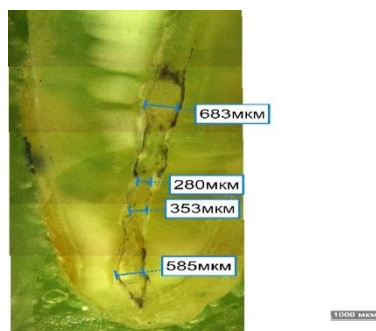
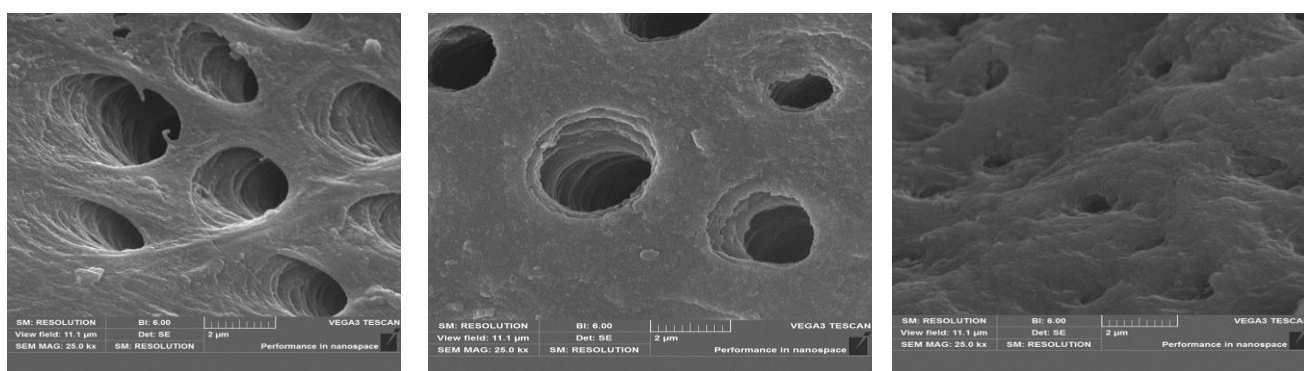


Рисунок 1. Диаметр просвета КК при микроскопии в апикальной трети канала

По результатам оценки изображений сканирующей электронной микроскопии установлено, что адекватная поставленным задачам качественная обработка КК проводится в устьевой и срединной его частях. Наблюдается отсутствие смазанного слоя, дентинные трубочки открыты в 92% (n=92) случаев в устьевой части, в 93% (n=93) случаев в средней трети. Небольшое количество смазанного слоя, покрывающего КК, многие дентинные трубочки открыты в 8% (n=8) в устьевой и 7% (n=7) в средней трети. При анализе изображений сканирующей электронной микроскопии в апикальной части КК в 87% (n=87) случаев обнаружен смазанный слой, покрывающий стенки КК и единичные открытые дентинные трубочки, а в 13% (n=13) смазанный слой покрывал всю поверхность, все дентинные трубочки были закрыты (рисунок 2).



(А)

(В)

(В)

Рисунок 2. Изображения сканирующей электронной микроскопии: А) устьевая часть КК увеличение x 25000; В) средняя треть КК увеличение x 25000; С) апикальная треть КК увеличение x25000.



Таким образом, актуальным остается вопрос медикаментозной обработки апикальной трети КК на заключительном этапе эндодонтического лечения.

**Результаты рентгеновского микроанализа по методике EDX** показали, что на внутренних стенках КК в образцах 1-й и 2-й групп, с удаленным и сохраненным смазанным слоем и обработанных коллоидным раствором наносеребра, установлено наличие основных элементов: O, Ag, Ca, P, N, Cl. На образцах 1-й и 2-й групп с удаленным и с сохраненным смазанным слоем серебро обнаруживается в 100,0% (n=8) случаев, но его распределение на поверхности неравномерно, имеются участки, на которых серебро не выявляется.

Следует отметить, что в группе зубов с сохраненным смазанным слоем отмечается неравномерная глубина проникновения коллоидного наносеребра. При изменении положения точки исследования сигнал серебра может быть слабее или не определяться. На поперечных срезах образцов зубов с сохраненным смазанным слоем глубина проникновения раствора наносеребра составляет от 5 мкм до 25 мкм (рисунок 3).

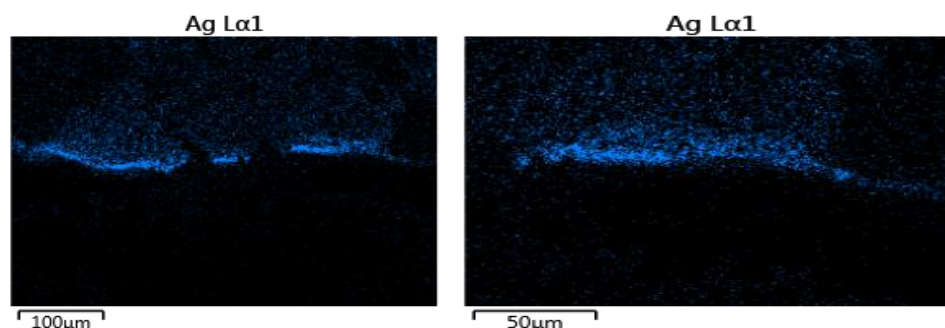


Рисунок 3. Образец зуба с сохраненным смазанным слоем. Серебро сосредоточено на поверхности дентина: А) Глубина проникновения составляет 8-15 мкм. Б) Глубина проникновения составляет 5-25 мкм.

В группе образцов с удаленным смазанным слоем при наличии сигналов серебра не удалось измерить глубину его проникновения ни на одном из приготовленных образцов, что, по-видимому, связано с пористой структурой дентина. При этом элементные карты показывают присутствие серебра в образцах поперечного и продольного срезов зубов (рисунок 4).

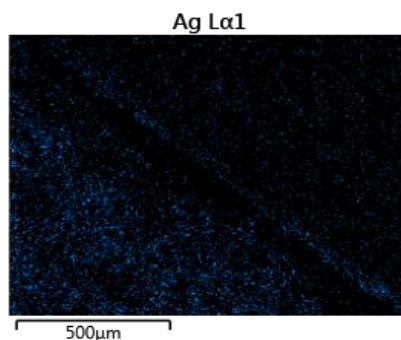


Рисунок 4. Образец зуба с удаленным смазанным слоем. Серебро вывлено на поверхности дентина, глубина проникновения не определяется.

Способность раствора наносеребра с размерами частиц 1-2 нм депонироваться на поверхности дентина позволяет рекомендовать его для создания финальной пленки, закрывающей дентинную поверхность КК перед внесением силера. Это позволит длительно сохранить результат эндодонтического лечения различных форм пульпита и периодонтита.

Для оценки чувствительности эталонных музейных штаммов американской коллекции типовых культур (Microtrol, Vecton Dickinson, США): *Str. agalacticae* 3984, *E. faecalis* ATCC 29212, *St. aureus* 4785, *C. albicans* 672, *S. albicans* ATCC 10231, *C. albicans* D – 225M к колоидному раствору наносеребра приготовили растворы в концентрации 1,0%, 0,75%, 0,5%, 0,1%, 0,075%, 0,05%, 0,01%, 0,025%, 0,005% и 0,0025%. Для приготовления разведений использовали дистиллированную воду. Согласно результатам, растворы наночастиц серебра обладают ингибирующим действием на рост всех тест-культур с зоной задержки роста в диапазоне от 6 до 16 мм. При этом в положительных контролях диапазон зон задержки роста находится в пределах от 13 до 24 мм.

Полученные данные позволяют заключить, что растворы наночастиц серебра обладают антимикробным действием в отношении грамположительных бактерий (*Str. agalacticae* ATCC 3984, *St. aureus* ATCC 4785), грамотрицательных бактерий (*E. faecalis* ATCC 29212) и дрожжеподобных грибов рода *Candida* (*C.*

*albicans* ATCC 10231, *C. albicans* 672 и *C. albicans* D-225M), но это действие является штаммоспецифичным и зависит от концентрации раствора.

Результаты нашего исследования показали, что раствор коллоидного наносеребра оказывает противомикробное действие в отношении *C. albicans*, *Str. agalacticae*, *E. faecalis*, *St. aureus*.

Наиболее активно растворы наночастиц серебра ингибируют рост дрожжеподобных грибов рода *Candida*. На клинический штамм *C. albicans* 672 растворы наночастиц серебра воздействовали во всем промежутке концентраций от 1,0% до 0,0025% с зонами задержки роста 10-16 мм.

**Для апробации в клинических условиях** нами был выбран раствор с минимальной концентрацией 0,5%, показавший эффективность в отношении исследованных грамположительных и грамотрицательных микроорганизмов, и дрожжеподобных грибов рода *Candida*.

Результаты исследования показали, что у пациентов основной группы на третий день после эндодонтического лечения не зафиксировано жалоб в 95,2% (n=80) случаев. В 4,8% (n=4) случаях отмечалась легкая болезненность при накусывании и чувствительная перкуссия. В контрольной группе в 10% (n=8) зафиксирована слабо выраженная перкуссия, в 90% случаев жалоб после проведенного эндодонтического лечения не выявлено.

При осмотре пациентов основной и контрольной групп через неделю, 6 месяцев и 1 год после проведенного эндодонтического лечения в 100% случаев жалоб и болезненной перкуссии не выявлено.

По данным рентгенологического исследования основной и контрольной групп через 6 месяцев после проведенного эндодонтического лечения изменений в периапикальных тканях зубов не выявлено. Однако, через 1 год установлено расширение периодонтальной щели у обследованных в контрольной группе в 11,3% (n=9) случаев и 2,4% (n=2) случаев в основной группе.

Таким образом, применение 0,5% раствора коллоидного наносеребра не вызывает осложнений у пациентов после эндодонтического лечения. Образование

пленки наносеребра будет пролонгировано поддерживать антимикробный эффект данного ирриганта.

## **ВЫВОДЫ**

1. Корневые каналы фронтальной группы зубов верхней челюсти относятся к каналам с неизменяющейся формой поперечного сечения канала от устья к апексу: центральные и латеральные резцы имеют округлую форму в 100% случаев, клыки - овальной формы в 100%. Корневые каналы фронтальной группы зубов нижней челюсти относятся к каналам с изменяющейся формой поперечного сечения корневых каналов в области апекса: в центральных и латеральных резцах овальная форма каналов встречается в 99,0% и в 1,0% –щелевидная; клыки имеют в 100% случаев овальную форму.

Корневые каналы премоляров верхней челюсти относятся к каналам с изменяющейся формой в области средней трети и апекса: в однокорневых премолярах овальная форма каналов установлена почти в 70,0%, щелевидная – в 30,0% случаях; в двухкорневых премолярах округлая форма определяется в 100% случаев. Корневые каналы премоляров нижней челюсти относятся к каналам с изменяющейся формой поперечного сечения в области срединной трети и апекса: в первом премоляре округлая форма – в 44,7%, овальная в –48,7%, щелевидная – 6,6%; во втором премоляре овальная форма – в 8,5%, щелевидная – в 6,5%, округлая – в 85,0% случаев. Для моляров верхней челюсти установлена неизменяющаяся округлая форма в небных каналах на всем протяжении в 100% случаев. Изменяющаяся форма в срединной трети и в апексе установлена в медиально-щечных и дистально-щечных каналах. Медиально-щечные каналы имеют округлую форму в 4,1% случаев, овальную – в 25,4%, щелевидную– в 70,5% случаев. Дистально-щечные каналы имеют округлую форму в 82,9% случаев, овальную – в 17,1% случаев, каналы щелевидной формы не выявлены. В молярах нижней челюсти форма каналов относится

к изменяющейся в срединной и апикальной трети: дистальные каналы – округлые в 0,6%, овальные – в 90,6%, щелевидные – в 8,8%; медиальные каналы – овальные в 4,2%, щелевидные в 95,8% случаев случаев.

2. По данным КЛКТ установлено, что при препарировании корневых каналов всех групп зубов стенка истончается в области устья в среднем на 14,1% ( $p < 0,05$ ), в средней трети – на 18,4% ( $p < 0,05$ ), в апикальной трети – на 7,6% ( $p < 0,05$ ). Для апикальной трети корневого канала характерно уменьшение объема иссеченного дентина в процессе проведения эндодонтического лечения в среднем в 1,85 раза по сравнению с данными в области устья и в 2,4 раза по сравнению с данными в области средней трети.
3. Анализ микроскопического исследования стенки корневого канала зубов, подготовленных к obturации, показал, что в 100% случаев устьевая и срединная треть канала полностью обработаны, а апикальная треть корневого канала в 90,0% случаев обработана недостаточно. Результаты СЭМ показали, что смазанный слой обнаружен в устьевой части в 8,0% случаев, в средней трети – в 7,0%, в апикальной – в 100% случаев.
4. Результаты исследования сканирующей электронной микроскопии по методике EDX показали, что на внутренних стенках корневых каналов, обработанных коллоидным раствором наносеребра, в образцах двух групп, с удаленным и сохраненным смазанным слоем, установлено наличие серебра в 100% случаев, но его распределение неравномерно.
5. Растворы наночастиц серебра обладают антимикробным действием в отношении грамположительных бактерий (*Str. agalacticae* ATCC 3984 в концентрациях 1%, 0,75%, 0,5%, *St. aureus* ATCC 4785 – в концентрациях 1%, 0,75%, 0,5%, 0,1%, 0,075%, 0,05%), грамотрицательных бактерий (*E. faecalis* ATCC 29212 в концентрациях 1%, 0,75%, 0,5%, 0,1%, 0,075%) и дрожжеподобных грибов рода *Candida* с зоной задержки роста 7-13 мм при концентрациях 1%, 0,5%, 0,75%, 0,1% (*C. albicans* ATCC 10231, *C. albicans* 672 и *C. albicans* D-225M). Это действие является штаммоспецифичным и зависит от концентрации раствора. Минимальная концентрация

антисептического раствора коллоидного серебра для финишной обработки корневого канала *in vitro*, показавшая эффективность в отношении исследованных грамположительных и грамотрицательных микроорганизмов, и дрожжеподобных грибов рода *Candida*, составила 0,5%.

### **ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ**

1. На этапе планирования эндодонтического лечения необходимо определить анатомическую форму поперечного сечения корневого канала и принять решение о способе его обработки. Можно пользоваться послойной классификацией формы поперечного сечения корневых каналов (таблица 1). (Патент №2749302 «Способ послойной классификации формы поперечного сечения корневых каналов». Заявка № 20202126032 от 5 августа 2020г. Дата гос. регистрации 8 июня 2021г.).
2. Высокая частота встречаемости в апикальной части корневых каналов овальной и щелевидной формы в премолярах, молярах верхней и нижней челюстей и во фронтальной группе зубов нижней челюсти затрудняет качественную инструментальную обработку и предполагает дополнительное контрольное препарирование апикальной части инструментами большего диаметра.
3. На заключительном этапе обработки корневого канала в качестве финишного ирриганта рекомендовано применение коллоидного серебра в концентрации 0,5%.

### **Список работ, опубликованных по теме диссертации**

1. Разумова С.Н., Браго А.С., Баракат Х.Б., Хасханова Л.М., Хуайжи А., Надточий А.Г. Особенности анатомии первых верхних моляров по данным конусно-лучевой компьютерной томографии у жителей Московского региона. // **Медицинский алфавит**. Том 1. 2018. С. 27-28
2. Разумова С.Н., Браго А.С., Манвелян А.С., Хуайжи А., Баракат Х., Байкулова М.Д., Воловиков О.И., Разумов Н.М. Оценка длины моляров нижней челюсти и расстояния от верхушек моляров до важных анатомических образований по данным конуснолучевой компьютерной

- томографии в различных возрастных группах. // **Медицинский алфавит**, 2018, 4(34). С. 54-56.
3. Разумова С.Н., Браго А.С., Хасханова Л.М., Баракат Хайдар, Хуайжи Аммар, Манвелян А.С. Анатомия системы корневых каналов зубов нижней челюсти по данным конусно-лучевой компьютерной томографии. // **Эндодонтия Today**, 2018, 16(4). С. 47-51.
  4. Разумова С.Н., Браго А.С., Серебров Д.В., Хуайжи Аммар, Фомина А.Д., Баракат Хайдар. Оценка длины моляров и премоляров верхней челюсти и расстояния от верхушек этих зубов до верхнечелюстного синуса по данным конусно-лучевой компьютерной томографии (КЛКТ) в различных возрастных группах. // **Эндодонтия Today**, 2019, 17(2). С. 47-51.
  5. Razumova S, Brago A, Khaskhanova L, Barakat H, Howijieh A. Evaluation of Anatomy and Root Canal Morphology of the Maxillary First Molar Using the Cone-Beam Computed Tomography among Residents of the Moscow Region. // **Contemp Clin Dent**. 2018 Jun; 9 (Suppl 1): S133-S136. doi: 10.4103/ccd.ccd\_127\_18. PMID: 29962778; PMCID: PMC6006881.
  6. Razumova S, Brago A, Khaskhanova L, Howijieh A, Barakat H, Manvelyan A. A Cone-Beam Computed Tomography Scanning of the Root Canal System of Permanent Teeth among the Moscow Population. // **Int J Dent**. 2018 Sep 25; 2018:2615746. doi: 10.1155/2018/2615746. PMID: 30356403; PMCID: PMC6176338.
  7. Howijieh A, Razumova S, Brago A, Barakat H, Khaskhanova L. Distance between maxillary molars and maxillary sinus using CBCT. // **International dental Journal** (FDI Congress) 2018, 68 (S2), P. 33
  8. Howijieh A, Razumova S, Brago A, Vasiliev Y, Serebrov D. Distance Between Mandibular Molars Apices and Mandibular Canal Using CBCT. // **International dental Journal** (FDI Congress) 2018, 68 (S2), P. 33
  9. Razumova S, Brago A, Howijieh A, Manvelyan A, Barakat H, Baykulova M. Evaluation of the relationship between the maxillary sinus floor and the root apices of the maxillary posterior teeth using cone-beam computed tomographic scanning. // **J Conserv Dent**. 2019 Mar-Apr; 22(2):139-143.
  10. Razumova S, Brago A, Howijieh A, Barakat H, Manvelyan A, Kozlova Y. An In Vitro Evaluation Study of the Geometric Changes of Root Canal Preparation and the Quality of Endodontic Treatment. // **Int J Dent**. 2020 Aug 12; 2020: 8883704. doi: 10.1155/2020/8883704. PMID: 32849874; PMCID: PMC7441414.
  11. Razumova, S.; Brago, A.; Howijieh, A.; Barakat, H.; Kozlova, Y.; Baykulova, M. Evaluation of Cross-Sectional Root Canal Shape and Presentation of New Classification of Its Changes Using Cone-Beam Computed Tomography Scanning. // **Appl. Sci.** 2020, 10, 4495. <https://doi.org/10.3390/app10134495>
  12. Razumova S, Brago A, Howijieh A, Barakat H, Aymoletdinova Z, Baykulova M. The radiologic anatomic relationship between human maxillary first molar and maxillary sinus. // **Journal of anatomy**. 2020, 236(S1), P. 354.

13. Razumova S, Brago A, Barakat H, Howijieh A. (October 23rd 2019). Morphology of Root Canal System of Maxillary and Mandibular Molars, Human Teeth - Key Skills and Clinical Illustrations, //Zühre Akarslan and Farid Bourzgui, IntechOpen, DOI: 10.5772/intechopen.84151.
14. **Патент** RU2749302C1, МПК А61В5/00 Способ послойной классификации формы поперечного сечения корневых каналов / Браго А.С., Разумова С.Н., Хуайжи А., Баракат Х. 08.06.2021г.
15. Хуайжи Аммар, Разумова С. Н., Манвелян А. С. Расстояние от верхушек моляров до анатомически значимых образований (пазуха, нижнечелюстной канал) в различных возрастных группах. В сборнике «Актуальные вопросы стоматологии» в ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов» (Москва, 2018). С. 26-30
16. Хуайжи Аммар, Разумов Н.М., Манвелян А.С. Определение положения ментального отверстия по данным конусно-лучевой компьютерной томографии (КЛКТ) в различных возрастных группах у жителей Московского региона. В сборнике «Актуальные вопросы стоматологии», Российский Университет Дружбы Народов, 2019. С. 10-11.
17. Хуайжи Аммар. Оценка рабочей длины моляров и премоляров верхней челюсти у жителей Московского региона по данным конусно-лучевой компьютерной томографии. //В сборнике Межвузовской конференции, в ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов» (Москва, 2019). С. 16-17.



# **Обоснование необходимости исследования поперечного сечения корневых каналов при проведении эндодонтического лечения зубов**

**Хуайжи Аммар (РФ)**

## **Аннотация**

Диссертационное исследование посвящено изучению формы поперечного сечения корневого канала на всем его протяжении от устья к апексу и его изменению в процессе эндодонтического лечения. Морфология корневого канала среди всех факторов, влияющих на успешность эндодонтического лечения, является наиболее важной, поскольку выбор методики препарирования и инструмента определяется формой канала. Адекватная очистка канала, с отличной от круглой формы поперечного сечения, только с помощью инструментов невозможна, что повышает важность правильного выбора раствора для ирригации с достаточным его объемом и методом применения.

Обоснование целесообразности оценки формы поперечного сечения корневых каналов при проведении эндодонтического лечения явилось целью исследования. В результате проведенного исследования предложена новая классификация формы поперечного сечения корневых каналов, доказана недостаточная обработка апикальной трети корневого канала, предложен новый ирригант для финального орошения на основе коллоидного раствора наносеребра.

## **Justification of the need to study the cross-section of root canals during endodontic dental treatment**

**Howijieh Ammar (Russia)**

The dissertation research was conducted to the study of the cross-sectional root canal shape along its entire length from the pulp chamber to the apex and its change in the process of endodontic treatment. The morphology of the root canal is the most important among all the factors affecting the success of endodontic treatment, since the choice of the preparation technique and instrument is determined by the shape of the canal. Adequate cleaning of a canal with a non-round cross-section is not possible with instruments alone, which increases the importance of choosing the correct irrigation solution with sufficient volume and method of application.

The purpose of the study was to substantiate the feasibility of assessing the cross-sectional root canals shape during endodontic treatment. As a result of the study, a new classification of the root canal cross-sectional shape was proposed, insufficient treatment of the apical third of the root canal was proved, and a new irrigant for final irrigation was proposed based on a colloidal solution of nanosilver.