

УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ  
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УДК 616.314.163-089.819.843:615.837.3

**КОСТЕЦКИЙ**  
**Юрий Аурелович**

**ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОБОСНОВАНИЕ МЕТОДИКИ  
ПЛОМБИРОВАНИЯ КОРНЕВЫХ КАНАЛОВ ЗУБОВ  
С ПОМОЩЬЮ УЛЬТРАЗВУКА**

Автореферат  
диссертации на соискание ученой степени  
кандидата медицинских наук

по специальности 14.01.14 – стоматология

Минск 2012

Работа выполнена в ГУО «Белорусская медицинская академия последипломного образования».

**Научный руководитель:** **Лобко Владимир Андреевич**, кандидат медицинских наук, доцент, заведующий кафедрой ортопедической стоматологии ГУО «Белорусская медицинская академия последипломного образования»

**Официальные оппоненты:** **Дедова Людмила Николаевна**, доктор медицинских наук, профессор, заведующий 3-й кафедрой терапевтической стоматологии УО «Белорусский государственный медицинский университет»

**Кушнеров Александр Иванович**, доктор медицинских наук, доцент, заведующий кафедрой ультразвуковой диагностики ГУО «Белорусская медицинская академия последипломного образования»


**Оппонирующая организация:** УО «Витебский государственный ордена Дружбы народов медицинский университет»

Защита состоится 18 сентября 2012 года в 14.00 часов на заседании совета по защите диссертации Д 03.18.05 в УО «Белорусский государственный медицинский университет» (220116, г. Минск, пр-т Дзержинского, 83, тел. 272-55-98).

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке УО «Белорусский государственный медицинский университет».

Автореферат разослан «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2012 г.

Ученый секретарь совета  
по защите диссертаций,  
доктор медицинских наук



А.С. Ластовка

## SUMMARY

**Kostecki Yury**

### **Experimental validation methodology filling of root canals with ultrasound**

**Key words:** experimental studies of low-frequency ultrasound, the amplitude of the longitudinal and transverse ultrasonic endodontic filling materials, root canal teeth.

**Subjects of investigations:** the experimental laboratory studies conducted in vitro on human teeth, number 273, have removed 211 patients aged 17–65 years with a diagnosis of complicated caries and the pathology of periodontal tissues. Of those in the control group canal filling was carried out in vitro in 100 teeth with paste carrier. In the study group was carried out in vitro sealing channels 173 teeth under the influence of low-frequency ultrasound. In in vivo experiments were the object of study of periodontal tissue intact teeth and teeth with sealed root canals of laboratory animals, only in the number of 43 teeth.

**Aim of the study:** to increase the efficiency of the method of filling root canals with low-frequency ultrasound.

**Methods:** special (microscopic, macroscopic, morphological), pre-clinical and statistical.

**Results:** experimental studies have shown the influence of low-frequency ultrasound with a resonance frequency of 25 kHz on the effectiveness of root canal teeth and improve the physical and chemical properties of endodontic filling materials. These data suggest the clinical, social, economic and practical importance, the medical effectiveness of the new high technology.

**Recommendations for use:** experimental studies of the choice of parameters cause the low-frequency ultrasound to seal the root canals. Can be recommended for dentists physicians, orthopedists and surgeons during the endodontic treatment of teeth to reduce the development of postoperative complications in periodontal tissues dead teeth.

**Field of implication:** medicine, dentistry.

## ВВЕДЕНИЕ

Качество и эффективность современного лечебно-диагностического процесса зависит от многих факторов, в том числе и от технического обеспечения рабочего места стоматолога, уровня профессиональной подготовки, мануальных навыков врача. Разработка объективных критериев диагностики и лечения признана приоритетным направлением развития современной стоматологии, что обусловлено потребностями практического здравоохранения, клинической и социальной значимостью проблемы лечения и профилактики осложнений кариеса [Мамедова Л.А., Макеева И.М., 1999; Максимовский Ю.М., Чистякова Г.Г., 2007; Митронин А.В., 2008; Ахмедова З.Р., Ронь Г.И., 2009].

В процессе лечения осложнений кариеса зубов основные трудности на пути к выздоровлению связаны с развитием в короткие сроки воспалительных процессов в системе тканей периодонта [Барер Г.М., Царёв В.Н., Овчинникова И.А., 1998; Астапенко Я.П., 1983; Боровский Е.В., 2000].

Применение традиционных методов лечения является одной из причин распространённости обострений хронического апикального периодонтита. Анализ литературных данных демонстрирует большой экспериментальный и клинический материал, позволяющий оценить различные методы эндодонтического лечения [Максимова О.П., Шеина Н.М., 2009].

Одним из путей повышения эффективности лечения осложнений кариеса является использование ультразвука для эндодонтического лечения зубов. Метод ультразвуковой конденсации эндодонтических пломбировочных материалов позволяет гомогенно пломбировать корневой канал зуба и мелкие латеральные каналы. Дополнительно к этому, низкочастотные ультразвуковые волны положительно влияют на физико-химические свойства пломбировочных материалов (силеров). Использование низкочастотного ультразвука позволяет компонентам силера проникать в пористую структуру дентина, улучшая адаптацию и адгезию пломбировочного материала к стенкам корня, тем самым, предохраняя внутреннюю полость канала корня зуба от проникновения жидкости со стороны тканей периодонта.

Научное обоснование новой технологии пломбирования корневых каналов зубов при помощи низкочастотного ультразвука в стоматологии является актуальным и перспективным направлением развития современной медицины, практического здравоохранения и научных исследований.

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Связь работы с крупными научными программами и темами.** Диссертационная работа выполнена на кафедре ортопедической стоматологии государственного учреждения образования «Белорусская медицинская академия последипломного образования», в рамках тематики НИР кафедры ортопедической стоматологии БелМАПО по теме: «Формирование дентино-пломбировочного соединения в условиях ультразвукового воздействия. Экспериментальное обоснование нового метода эндодонтического лечения», № госрегистрации: 20091461 от 10.07.2009 г., сроки выполнения 2 квартал 2009 г. – 4 квартал 2010 г.

Тема диссертации соответствует приоритетному направлению научных исследований в области стоматологии – поиску новых высокоэффективных методов лечения и профилактики осложнений кариеса.

### **Цель и задачи исследования**

*Цель исследования:* повышение эффективности метода пломбирования корневых каналов зубов с помощью низкочастотного ультразвука.

Для реализации поставленной цели необходимо решение следующих задач:

1. Оценить влияние низкочастотного ультразвука на физико-химические свойства эндодонтических пломбировочных материалов в эксперименте *in vitro*.
2. Изучить в эксперименте влияние низкочастотного ультразвука на процессы пломбирования корневых каналов зубов *in vitro*.
3. Разработать экспериментальную модель ультразвукового наконечника и гибкого концентратора-волновода для введения пломбировочного материала в корневой канал зуба.
4. Исследовать структурные показатели дентино-пломбировочного соединения *in vitro* после воздействия низкочастотного ультразвука в эксперименте.
5. Изучить влияние низкочастотного ультразвука *in vivo* на ткани периодонта при пломбировании корневых каналов зубов лабораторных животных.

*Объектом исследования in vitro* являлись зубы человека (n=273), удалённые у 211 пациентов в возрастной группе 17–65 лет с диагнозом осложнённый кариес и с патологией тканей пародонта. В экспериментах *in vivo* исследовались интактные зубы и зубы с запломбированными корневыми каналами лабораторных животных (n=43). Все лабораторные животные находились в условиях вивария ЦНИЛ БелМАПО.

*Предметом исследования* явились результаты, полученные после применения низкочастотного ультразвука: структурные показатели физико-химических свойств силеров, структурные показатели дентинопломбировочного соединения, объективный эффект эндодонтического лечения зубов *in vitro* и данные морфологических исследований комплекса периодонтальных тканей зубов лабораторных животных при пломбировании корневых каналов зубов низкочастотным ультразвуком *in vivo*.

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

1. Воздействие низкочастотным ультразвуком с резонансной частотой 25 кГц в условиях комбинации продольных и поперечных акустических потоков от гибкого концентратора волновода (ГКВ) (8 мкм и 1,5 мкм, 15 мкм и 2,5 мкм, 20 мкм и 3,5 мкм) вызывает выраженные изменения физико-химических свойств пломбировочных материалов (силеров), которые, в свою очередь, улучшают структурные показатели дентинопломбировочного соединения, что служит предпосылкой для использования низкочастотного ультразвука с данными параметрами для повышения качества эндодонтического лечения зубов.

2. Низкочастотный ультразвук с резонансной частотой 25 кГц обладает акустическим и механическим действиями, способствующими быстрому и эффективному заполнению силером внутренней полости корневого канала и микроканалов корня зуба, который образует герметичное соединение с дентином канала корня зуба.

3. Применение низкочастотного ультразвука с резонансной частотой 25 кГц в условиях комбинации продольных и поперечных акустических потоков от гибкого концентратора волновода (ГКВ) (8 мкм и 1,5 мкм, 15 мкм и 2,5 мкм, 20 мкм и 3,5 мкм), способствует увеличению адгезии пломбировочных материалов (силеров) с дентином корня зуба вследствие проникновения силеров в пористую структуру дентина, что является фактором снижения развития послеоперационных осложнений в периапикальных тканях.

**Личный вклад соискателя.** Цель и задачи сформулированы совместно с научным руководителем. Автором самостоятельно определены объём исследования, разработаны этапы исследования, проведён анализ всех полученных результатов на всех этапах исследования. Самостоятельно проведен научный анализ клинических и инструментальных методов лечения осложнений кариеса. Впервые предложена и внедрена в образовательный процесс методика пломбирования корневых каналов зубов при помощи низкочастотного ультразвука. Соискателем проведена статистическая обработка полученных данных, их анализ и интерпретация, сформулированы выводы и практические рекомендации. Лично соискателем в

экспериментально-биологической клинике ЦНИЛ БелМАПО осуществлены доклинические исследования *in vivo* на зубах лабораторных животных. На базе ЦНИЛ БелМАПО автором под руководством д-ра мед. наук, профессора И.А. Швед подготовлен патоморфологический материал, проведено описание гистологических препаратов, выполнена систематизация и анализ полученных данных (вклад диссертанта 70%) [6].

В соавторстве с канд. техн. наук, профессором кафедры «Конструирование и производство приборов» БНТУ В.Т. Минчней, научным руководителем, канд. мед. наук, доцентом В.А. Лобко, канд. мед. наук Ю.Д. Коваленко разработан метод и устройство для ультразвукового пломбирования корневых каналов зубов – патент на изобретение № 9566 от 2007 г. и ТУ РБ (вклад диссертанта 70%) [11].

Обработка, систематизация и анализ полученного материала, оценка и обобщение результатов исследования, формулирование выводов и практических рекомендаций, написание всех разделов диссертации и подготовка иллюстраций проведена лично автором под руководством научного руководителя. Основные научные результаты, представленные в диссертации, отражены в научных статьях. Разработка метода пломбирования корневых каналов зубов при помощи низкочастотного ультразвука отражена в научных статьях [1, 11], написанных в соавторстве – вклад диссертанта 80%. Теоретические обоснования метода пломбирования корневых каналов зубов при помощи низкочастотного ультразвука изложены в научных статьях [1, 2] и материалах конференций [7] – вклад диссертанта 80%. Результаты экспериментальных исследований воздействия низкочастотного ультразвука на пломбировочные материалы *in vitro* опубликованы в научных статьях [4] и материалах конференций [7, 9] – вклад диссертанта 80%. Особенности влияния низкочастотного ультразвука на процессы пломбирования корневых каналов зубов *in vitro* изложены в научных статьях [2, 3, 4, 5] и материалах конференций [8, 10] – вклад диссертанта 85%. Личный вклад соискателя в подготовку докладов составляет 90%, в написание статей и тезисов – 80%.

Разработка метода пломбирования корневых каналов зубов при помощи низкочастотного ультразвука внедрена в образовательный процесс учреждений образования БГМУ, БелМАПО и ВГМУ, что подтверждено тремя актами внедрения.

**Апробация результатов диссертации.** Результаты исследований и основные положения диссертации доложены и обсуждены на: научно-практической конференции в рамках 4-го съезда стоматологов, г. Брест, Республика Беларусь, 2004 г.; Республиканской научно-практической конференции молодых ученых «Актуальные проблемы медицины», ГУО

БелМАПО, г. Минск, Республика Беларусь, 25.01.2005 г.; конференции, посвященной Дню науки, УО БГМУ, г. Минск, Республика Беларусь, 28.01.2010 г.

**Опубликованность результатов диссертации.** Основное содержание проведенного исследования изложено в 11 печатных работах: 6 научных статей (1 статья в единичном авторстве) в рецензируемых научных изданиях, включенных в перечень ВАК РБ (общий объем 2,5 листа). Публикаций в сборниках научных статей и материалов конференций – 4 (единолично – 1, за рубежом – 1). Получен патент на изобретение № 9566 от 2007 г. «Метод пломбирования корневых каналов зубов при помощи ультразвука и устройство для его осуществления».

**Структура и объем диссертации.** Диссертационная работа изложена на 106 страницах машинописного текста, содержит 43 таблицы, 45 рисунков. Работа состоит из общей характеристики, 4 глав (обзор литературы, материалы и методы исследования, 2 главы собственных исследований), заключения, практических рекомендаций и списка использованной литературы (180 русскоязычных и 38 зарубежных, в том числе 11 собственных публикаций). Три приложения.

## **ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ**

### **МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ**

#### **Экспериментальные исследования**

В соответствии с поставленными задачами исследования, экспериментальный этап работы включал изучение влияния низкочастотного ультразвука на основные параметры физико-химических свойств пломбировочных материалов (силеров) «Endomethason», «Canason», «ADSEAL», «Эндосил»; изучение влияния низкочастотного ультразвука на структурные показатели дентино-пломбировочного соединения *in vitro*; изучение влияния низкочастотного ультразвука *in vivo* на комплекс периодонтальных тканей зубов экспериментальных животных. Источником ультразвука в экспериментальных исследованиях *in vitro* и доклинических исследованиях *in vivo* служил опытно-экспериментальный отечественный ультразвуковой аппарат «Пульсар-02», созданный в БНТУ. Действие низкочастотных ультразвуковых колебаний исследовали по следующим параметрам:

– УЗК 1 – амплитуда поперечных и продольных колебаний от ГКВ 8 и 1,5 мкм соответственно;



– УЗК 2 – амплитуда поперечных и продольных колебаний от ГКВ 15 и 2,5 мкм;

– УЗК 3 – амплитуда поперечных и продольных колебаний от ГКВ 20 и 3,5 мкм.

Патент Республики Беларусь № 9566 получен на способ пломбирования корней зубов при помощи ультразвука и устройство для его осуществления.

### **Изучение физико-химических свойств эндодонтических пломбировочных материалов**

Объектом исследований физико-химических свойств пломбировочных материалов явились образцы ( $n=1920$ ), приготовленные из силеров на основе цинк-оксид-эвгенола «Endomethason» (Septodont) и «Canason» (VOCO), на основе эпоксидной смолы «ADSEAL» (META) и стеклоиономерного цемента «Эндосил» (РБ), обработанные при помощи низкочастотного ультразвука.

Силеры были приготовлены по инструкции фирм-производителей. Воздействие на силеры низкочастотным ультразвуком проводили в течение 30–60 секунд с резонансной частотой 25 кГц и амплитудой поперечно-продольных колебаний ГКВ 8 мкм и 1,5 мкм; 15 мкм и 2,5 мкм; 20 мкм и 3,5 мкм.

Показатели физико-химических свойств пломбировочных материалов (вязкость, полимеризационная усадка, водорастворимость, прочность на сжатие) определялись по результатам сравнения контрольных групп с экспериментальными группами силеров «Endomethason», «Canason», «ADSEAL», «Эндосил» (ГОСТ Р 51202-98, п. 6.3).

Для определения относительной вязкости ( $\rho$ ) силеров была создана специальная экспериментальная установка. Определение относительной вязкости силеров проводили вибрационным методом. Метод заключается в определении связанной с вязкостью величины тормозящей силы, действующей со стороны жидкости на погруженное в нее колеблющееся пробное тело.

Для определения изменения линейных и объёмных размеров силеров ( $\alpha$ ,  $\delta$ ) были использованы блоки прямоугольной формы с нарезанными полыми цилиндрами, имитирующими корневые каналы зубов. После затвердевания силеров блоки распиливались на две части вдоль оси канала на отдельные образцы и исследовались на оптическом микроскопе «Polivar» (Австрия) с точностью до 25 мкм при увеличении в 40 раз с использованием встроенной в микроскоп оптической линейки.

Водорастворимость ( $D$ ) пломбировочных материалов определяли по разнице показателей массы силеров после полимеризации, с последующим растворением и выпариванием в дистиллированной воде.

Для определения изменения предела прочности на сжатие ( $R_{сж}$ , МПа) силеров использовали испытательную машину «Instron 1195» (Англия). Сжатие проводилось со скоростью 1 мм/сек. до момента разрушения. Разрушающее усилие фиксировали по специальной шкале.

### **Изучение свойств дентино-пломбировочного соединения**

При исследовании свойств дентино-пломбировочного соединения: изучали адгезию корневых герметиков на основе цинк-оксид-эвгенола «Endomethason» (Septodont) и «Canason» (VOCO), адгезию силера на основе эпоксидной смолы «ADSEAL» (META) и стеклоиономерного цемента «Эндосил» (РБ), а также их проникновение в твёрдые ткани корня зуба в условиях взаимодействия с низкочастотным ультразвуком. С этой целью использовался гибкий концентратор-волновод, которым при помощи низкочастотного ультразвука с резонансной частотой 25 кГц осуществлялось пломбирование исследуемыми силерами *in vitro* каналов однокорневых и многокорневых человеческих зубов (n=659).

Адгезионную прочность – силу сцепления пломбировочного материала (силера) со стенкой канала корня зуба – определяли разрушающим методом на сдвиг в соответствии с ГОСТ Р51202-98, п. 6.3. Для проведения исследований *in vitro* использовали 80 однокорневых удаленных зубов человека. Полученные образцы в виде таблеток подвергали шлифовке и полировке на шлифоприготовительной машине «Struers» (США). Максимальную нагрузку на пломбировочный материал (силер), при которой происходит разрыв с дентином (F), определяли методом сдвига на универсальной испытательной машине «Instron 1195» (Англия).

Глубину проникновения (L, мм) исследуемых пломбировочных материалов определяли по величине пенетрации красящих веществ (метиленовый красный, метиленовый фиолетовый, промышленный пигмент ультрамарин) в дентин канала корня зуба. Для проведения исследования *in vitro* использовали 480 образцов (шлифов) дентина корней зубов человека.

Проникновение исследуемых пломбировочных материалов в дентин корня зуба определяли по значениям весовых процентов химических элементов, входящих в основной состав базового вещества и катализатора силеров «Endomethason», «Canason», «ADSEAL» и «Эндосил». Для проведения исследования *in vitro* использовали 85 образцов (шлифов) дентина корней зубов человека. Шлифы поперечных срезов дентина исследовали в электронном сканирующем микроскопе «Com-Scan» (Англия). При помощи спектрального анализатора в электронном сканирующем микроскопе были получены значения в весовых процентах основных химических элементов исследуемых пломбировочных материалов, находящихся в корневой пломбе, в дентино-пломбировочном соединении и в

структуре дентина корня зуба на глубине 50 мкм, 100 мкм и 200 мкм. Для получения статистически значимых результатов в каждой подгруппе исследовалось не менее 21 образца (шлифы). Всего было изучено по 168 спектрограмм для каждого исследуемого пломбировочного материала в 1-й (контрольной) группе и во 2-й (экспериментальной) группе.

Апикальное просачивание определяли путём пенетрации красящих веществ (2% водного раствора метиленового синего) в корневой канал корня зуба через верхушечное отверстие. Для проведения исследования *in vitro* использовали 480 корней зубов человека. В лабораторных условиях проводили продольные распилы и изготавливали образцы срезов, которые исследовали в стереоскопическом микроскопе МБС-10 при увеличении в 40 раз.

### **Изучение влияния низкочастотных ультразвуковых колебаний на ткани пародонта *in vivo***

Объектом экспериментальных доклинических исследований явились зубы лабораторных животных из вивария ЦНИЛ БелМАПО. Оценку влияния низкочастотного ультразвука с резонансной частотой 25 кГц на комплекс тканей периодонта при пломбировании корневых каналов зубов лабораторных животных проводили по комплексу показателей, который включал исследование микроскопического строения цемента корня зуба, периодонтальной связки и костной ткани лунки зуба альвеолярного отростка челюсти. Микропрепарат оценивали в баллах по наличию и степени выраженности признаков воспалительно-деструктивных явлений в тканях периодонта. Показатель реакции тканей периодонта (X) на 32-е сутки после эндодонтического лечения во второй и третьей экспериментальных группах рассчитывался по сумме баллов всех параметров согласно клиническим протоколам исследования. Медико-биологический эксперимент выполнялся в соответствии с Хельсинской Декларацией о защите прав животных (2000 г.). Технические и санитарно-гигиенические испытания проведены в соответствии с нормативными документами.

### **Статистическая обработка материала**

Статистические различия вычислялись методами дисперсионного анализа повторных измерений при проведении экспериментальных исследований. Для оценки статистической достоверности результатов использовали непараметрические и параметрические методы анализа, принятые в биологии и медицине: *t*-критерий Стьюдента, точный критерий Фишера. Различия считали достоверными при вероятности безошибочного прогноза более 95% (достоверность ряда  $p < 0,001$ ). Статистическая обработка результатов эксперимента осуществлялась в программе Statistica 6.0.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

### Оценка влияния низкочастотного ультразвука на физико-химические свойства пломбировочных материалов *in vitro*

В ходе выполнения экспериментального этапа исследований физико-химических свойств силеров установлено, что низкочастотный ультразвук с резонансной частотой 25 кГц оказывает влияние на реологические свойства пломбировочных материалов, механизмы адгезии, микромеханические и структурные характеристики силеров. При этом показатели исследуемых значений физико-химических свойств пломбировочных материалов изменялись с увеличением амплитуды продольно-изгибных акустических потоков.

После обработки низкочастотным ультразвуком происходит уменьшение значений относительной вязкости силеров «Endomethason», «Canason», «ADSEAL», «Эндосил» по сравнению с контрольной группой (таблица 1).

Таблица 1 – Результаты экспериментальных исследований относительной вязкости силеров ( $M \pm m$ )

Режимы УЗК	Исследуемые материалы			
	«Endomethason»	«Canason»	«ADSEAL»	«Эндосил»
Без УЗК	2,552±0,042*	2,560±0,013*	2,576±0,025*	2,713±0,024*
УЗК 1	2,196±0,014*	2,192±0,032*	2,477±0,004*	2,418±0,021*
УЗК 2	2,206±0,015*	2,065±0,025*	2,443±0,018*	2,437±0,004*
УЗК 3	2,126±0,013*	2,029±0,007*	2,406±0,004*	2,410±0,004*

Примечание – \* достоверность различий при уровне значимости  $p < 0,001$ .

При определении показателей относительной вязкости исследуемых материалов после использования низкочастотных ультразвуковых колебаний с амплитудой продольных и поперечных колебаний концентратора волновода в режимах УЗК 1, УЗК 2 и УЗК 3 происходит уменьшение значений среднего показателя относительной вязкости силеров. В результате выполненного исследования наибольшее снижение относительной вязкости было выявлено у силера «Canason» 14,37–20,74%, наименьший показатель изменения относительной вязкости был зафиксирован для силера «ADSEAL» 3,84–6,6%.

Таким образом, результаты экспериментального исследования демонстрируют зависимость изменения относительной вязкости силеров от режимов амплитуды продольных и поперечных колебаний низкочастотного ультразвука ( $p < 0,001$ ).

По результатам исследований при оценке влияния низкочастотного ультразвука на физико-химические свойства пломбировочных материалов

«Endomethason», «Canason», «ADSEAL», «Эндосил» было зафиксировано уменьшение линейной ( $\alpha, \%$ ) и объёмной ( $\delta, \%$ ) усадки по сравнению с контрольной группой.

Анализ экспериментальных данных исследования линейной ( $\alpha, \%$ ) и объёмной ( $\delta, \%$ ) усадки силеров показал, что при увеличении амплитуды продольных и поперечных низкочастотных ультразвуковых колебаний ГКВ в режимах УЗК 1, УЗК 2 и УЗК 3 происходит уменьшение показателей линейной ( $\alpha, \%$ ) и объёмной ( $\delta, \%$ ) усадки пломбировочных материалов за счёт улучшения их структурных характеристик. В результате выполненного исследования наибольшее снижение линейной ( $\alpha, \%$ ) и объёмной ( $\delta, \%$ ) усадки было выявлено у силера «ADSEAL» от 54,35 до 88,2%, наименьший показатель изменения усадки был зафиксирован у силера «Canason» от 20 до 51,87% (таблица 2).

Таблица 2 – Результаты экспериментальных исследований линейной ( $\alpha, \%$ ) и объёмной ( $\delta, \%$ ) усадки силеров ( $M \pm m$ )

Режимы УЗК	Исследуемые материалы			
	«Endomethason»	«Canason»	«ADSEAL»	«Эндосил»
Без УЗК	$\alpha=0,178 \pm 0,010^*$ $\delta=0,127 \pm 0,010^*$	$\alpha=0,265 \pm 0,010^*$ $\delta=0,214 \pm 0,010^*$	$\alpha=0,195 \pm 0,009^*$ $\delta=0,144 \pm 0,009^*$	$\alpha=1,142 \pm 0,016^*$ $\delta=1,092 \pm 0,016^*$
УЗК 1	$\alpha=0,121 \pm 0,006^*$ $\delta=0,070 \pm 0,006^*$	$\alpha=0,212 \pm 0,008^*$ $\delta=0,161 \pm 0,008^*$	$\alpha=0,089 \pm 0,007^*$ $\delta=0,038 \pm 0,007^*$	$\alpha=1,019 \pm 0,011^*$ $\delta=0,968 \pm 0,011^*$
УЗК 2	$\alpha=0,112 \pm 0,007^*$ $\delta=0,061 \pm 0,007^*$	$\alpha=0,178 \pm 0,007^*$ $\delta=0,127 \pm 0,007^*$	$\alpha=0,070 \pm 0,007^*$ $\delta=0,019 \pm 0,007^*$	$\alpha=0,583 \pm 0,021^*$ $\delta=0,533 \pm 0,021^*$
УЗК 3	$\alpha=0,082 \pm 0,006^*$ $\delta=0,031 \pm 0,006^*$	$\alpha=0,154 \pm 0,008^*$ $\delta=0,103 \pm 0,008^*$	$\alpha=0,068 \pm 0,007^*$ $\delta=0,017 \pm 0,007^*$	$\alpha=0,456 \pm 0,015^*$ $\delta=0,405 \pm 0,015^*$

Примечание – \* достоверность различий при уровне значимости  $p < 0,001$ .

Таким образом, данные экспериментального исследования демонстрируют зависимость изменения линейной и объёмной усадки силеров от режимов амплитуды продольных и поперечных колебаний низкочастотного ультразвука ( $p < 0,001$ ).

По итогам экспериментальных исследований влияния низкочастотного ультразвука на физико-химические свойства пломбировочных материалов «Endomethason», «Canason», «ADSEAL», «Эндосил» были зафиксированы результаты уменьшения водорастворимости ( $D, \%$ ) по сравнению с контрольной группой (таблица 3).

Как свидетельствует проведённый анализ данных экспериментальных исследований, с увеличением амплитуды продольных и поперечных низкочастотных колебаний ГКВ (в режимах УЗК 1, УЗК 2 и УЗК 3) происходит уменьшение показателей водорастворимости исследуемых силеров. Наибольшее снижение показателей водорастворимости (на 54,2%)

было выявлено у силера «Эндосил» в режиме УЗК 3. Таким образом, результаты экспериментального исследования демонстрируют зависимость изменения водорастворимости силеров от режимов амплитуды продольных и поперечных колебаний низкочастотного ультразвука ( $p < 0,001$ ).

Таблица 3 – Результаты экспериментальных исследований водорастворимости силеров ( $M \pm m$ )

Режимы УЗК	Исследуемые материалы			
	«Endomethason»	«Canason»	«ADSEAL»	«Эндосил»
Без УЗК	7,45±0,79*	10,0±0,70*	2,71±0,46*	14,02±1,33*
УЗК 1	5,86±0,72*	9,62±0,32*	2,04±0,21*	11,90±1,65*
УЗК 2	5,60±0,69*	9,31±0,28*	1,87±0,38*	8,89±1,27*
УЗК 3	4,68±0,76*	7,92±0,81*	1,50±0,25*	6,42±1,24*

Примечание – \* достоверность различий при уровне значимости  $p < 0,001$ .

В результате выполнения исследований по оценке влияния низкочастотного ультразвука на физико-химические свойства пломбировочных материалов «Endomethason», «Canason», «ADSEAL», «Эндосил» были получены результаты увеличения их прочности на сжатие ( $R_{сж}$ , МПа) по сравнению с контрольной группой (таблица 4).

Таблица 4 – Результаты экспериментальных исследований прочности на сжатие силеров ( $M \pm m$ )

Режимы УЗК	Исследуемые материалы			
	«Endomethason»	«Canason»	«ADSEAL»	«Эндосил»
Без УЗК	4,71±0,20*	1,28±0,07*	84,06±0,63*	28,50±0,19*
УЗК 1	10,52±0,12*	1,79±0,02*	101,45±0,20*	42,59±0,07*
УЗК 2	11,01±0,07*	1,97±0,01*	108,10±1,22*	60,28±0,14*
УЗК 3	11,29±0,04*	2,31±0,04*	120,61±0,61*	66,26±0,20*

Примечание – \* достоверность различий при уровне значимости  $p < 0,001$ .

По итогам экспериментальных исследований прочности на сжатие, наибольшее увеличение данного показателя по сравнению с контрольной группой было отмечено у силера «Endomethason», что составило 239,7%. Самыми высокими значениями прочности на сжатие в контрольной группе исследуемых материалов обладал силер «ADSEAL» (84,06±0,63 МПа). Максимальное увеличение данного показателя после использования низкочастотного ультразвука по сравнению с контрольной группой составило 143,48%. Таким образом, результаты экспериментального исследования демонстрируют зависимость изменения прочности на сжатие силеров от режимов амплитуды продольных и поперечных колебаний низкочастотного ультразвука ( $p < 0,001$ ).

Проведенные исследования свидетельствуют об эффективности влияния низкочастотного ультразвука на показатели физико-химических свойств силеров и убедительно показывают, что низкочастотный ультразвук с резонансной частотой 25 кГц улучшает показатели физико-химических свойств эндодонтических пломбировочных материалов (силеров). Во всех исследуемых группах были получены статистически значимые результаты ( $p < 0,001$ ) по сравнению с контрольной группой.

Наиболее значимый режим амплитуды поперечных и продольных низкочастотных ультразвуковых колебаний ГКВ, при котором достигаются максимально эффективные значения влияния ультразвука на физико-химические свойства силеров, является режим УЗК 3 (20 мкм и 3,5 мкм).

### **Оценка влияния низкочастотного ультразвука на свойства дентино-пломбировочного соединения *in vitro***

По итогам экспериментальных исследований влияния низкочастотного ультразвука на свойства дентино-пломбировочного соединения, было зафиксировано увеличение показателей адгезии ( $R$ , МПа) силеров «Endomethason», «Canason», «ADSEAL», «Эндосил» по сравнению с контрольной группой (таблица 5).

Таблица 5 – Результаты экспериментальных исследований адгезионной прочности ( $M \pm m$ )

Режимы УЗК	Исследуемые материалы			
	«Endomethason»	«Canason»	«ADSEAL»	«Эндосил»
Без УЗК	2,25±0,02*	1,09±0,04*	7,04±0,04*	4,63±0,02*
УЗК 1	4,59±0,01*	4,11±0,03*	7,19±0,16*	5,38±0,04*
УЗК 2	4,84±0,01*	4,18±0,21*	8,30±0,01*	6,01±0,04*
УЗК 3	4,97±0,01*	4,66±0,09*	8,43±0,02*	6,16±0,03*

Примечание – \* достоверность различий при уровне значимости  $p < 0,001$ .

При определении показателей адгезионной прочности исследуемых материалов установлено, что максимальной адгезией к дентину корня зуба обладают силеры «ADSEAL» и «Эндосил». При использовании низкочастотного ультразвука с амплитудой колебаний в режимах УЗК 1, УЗК 2 и УЗК 3 происходит увеличение адгезионного сцепления силеров с дентином. Наибольших изменений данных параметров под влиянием низкочастотного ультразвука удалось добиться у силера «Canason». По сравнению с контрольной группой величина адгезии силера «Canason» к стенкам корневого канала зуба увеличилась в 4,27 раза. Исследования, проведенные с использованием метода «pull-out» (выдёргивания пломбировочного материала), позволили доказать, что разрушающее напряжение, при котором происходит отделение пломбировочного

материала от стенок корневого канала, в случае использования низкочастотного ультразвука в режиме УЗК 3 было наиболее высокое. По сравнению с контрольной группой, величина адгезии силера «Endomethason» к стенкам корневого канала зуба увеличилась на 120,9%, адгезия силера «ADSEAL» увеличилась на 19,74%, адгезия силера «Эндосил» увеличилась на 33,04%. Следовательно, результаты экспериментального исследования демонстрируют зависимость изменения адгезионной прочности силеров от режимов амплитуды продольных и поперечных колебаний низкочастотного ультразвука ( $p < 0,001$ ).

Эффективность пломбирования корневых каналов зубов при помощи низкочастотного ультразвука оценивалась по глубине пенетрации красящего вещества (2% водный раствор метиленового синего) в корневой канал корня зуба через верхушечное отверстие. Результаты экспериментальных значений пенетрации красящего вещества в структуру корневой пломбы исследуемых пломбировочных материалов «Endomethason», «Canason», «ADSEAL», «Эндосил» позволили установить единую закономерность: в результате увеличения амплитуды продольных и поперечных колебаний происходит снижение проникновения в структуру корневой пломбы красящих веществ. При микроскопическом исследовании образцов корней зубов экспериментальной группы после ультразвукового воздействия с образцами контрольной группы установлено снижение проникновения красящего вещества (2% водный раствор метиленового синего) в структуру корневой пломбы из силера «Endomethason» на 66,5%, проникновение красящего вещества в структуру корневой пломбы силера «Canason» уменьшилось на 64,34%, у силера «ADSEAL» уменьшились на 75,97%, у силера «Эндосил» уменьшились на 52,8% ( $p < 0,001$ ).

Глубину проникновения исследуемых пломбировочных материалов в дентин корня зуба определяли в верхней части корня зуба, средней и апикальной частях корня зуба. В исследуемых подгруппах при использовании низкочастотного ультразвука с резонансной частотой 25 кГц наибольшее по сравнению с контрольными группами влияние на увеличение параметров показателей глубины проникновения исследуемых пломбировочных материалов в дентин получено при использовании низкочастотного ультразвука с амплитудой 20 мкм и 3,5 мкм (УЗК 3). Наибольшая глубина проникновения в дентин корня зуба, среди исследуемых материалов, была установлена у силера «Canason» –  $0,56 \pm 0,01$  мм (100%), наименьшая – у силера «ADSEAL» –  $0,13 \pm 0,01$  мм (23,2%).

При определении весовых процентов химических элементов исследуемых пломбировочных материалов выявлено, что низкочастотный ультразвук с резонансной частотой 25 кГц оказывает влияние на глубину



проникновения в дентин пломбировочных материалов «Endomethason», «Canason», «ADSEAL», «Эндосил» при пломбировании корневых каналов зубов *in vitro*. Глубина проникновения силеров под воздействием низкочастотного ультразвука превосходит в несколько раз глубину внедрения «смазанного слоя» ( $L=0,05$  мм) в дентинные каналы.

По данным спектрального анализа, при действии низкочастотного ультразвука с резонансной частотой 25 кГц на глубине от 50 до 200 мкм дентина корня зуба наибольшие значения весовых процентов зафиксированы у цинка (4,96%), фтора (2,88%), бария (5,25%) и серы (2,82%). Химические элементы: цирконий, кремний, алюминий, обнаруживались на глубине 50–200 мкм дентина корня зуба в соотношениях от 0,85 до 2,35%.

### **Оценка влияния низкочастотного ультразвука на комплекс тканей периодонта *in vivo***

Морфологические исследования комплекса периодонтальных тканей проведены с помощью обзорной микроскопии. Гистологическое исследование 80 микропрепаратов во всех группах экспериментальных животных, свидетельствует об отсутствии нарушений строения тканей периодонта после воздействия низкочастотного ультразвука. В единичных случаях при исследовании микропрепаратов отмечалась вариабельность эктазии и полнокровия «периодонтальных» сосудов, связанная с условиями обработки – декальцинацией зубочелюстных сегментов.

По данным морфологических исследований в комплексе периодонтальных тканей зубов, которые подвергались эндодонтическому лечению без низкочастотного ультразвука, не было получено статистически значимых различий по сравнению с интактным периодонтом зубов в контрольной группе ( $p=0,4571$ ). При сравнении комплекса периодонтальных тканей зубов, которым проводилось эндодонтическое лечение с применением низкочастотного ультразвука (УЗК 3), по данным морфологических исследований также не было получено статистически значимых различий по сравнению с интактным периодонтом зубов контрольной группы ( $p=0,7950$ ).

Таким образом, результаты морфологических исследований свидетельствовали о том, что на всех этапах эксперимента низкочастотный ультразвук с резонансной частотой 25 кГц и амплитудой 20 мкм продольных и 3,5 мкм продольных колебаний не вызывает патологического действия на комплекс тканей периодонта зубов лабораторных животных.

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

### **Основные научные результаты диссертации**

1. Установлено, что низкочастотный ультразвук с резонансной частотой 25 кГц в условиях комбинации амплитуды продольных и

поперечных колебаний гибкого концентратора волновода 8 мкм и 1,5 мкм – УЗК 1, 15 мкм и 2,5 мкм – УЗК 2, 20 мкм и 3,5 мкм – УЗК 3 в эксперименте *in vitro* оказывает выраженное влияние на физико-химические свойства пломбировочных материалов «Endomethason», «Canason», «ADSEAL», «Эндосил». В зависимости от амплитуды режимов УЗК полимеризационная усадка силера «Endomethason» снизилась на 32–76%, силера «Canason» – на 20–52%, силера «ADSEAL» – на 55–65%, силера «Эндосил» – на 11–63%. В зависимости от режимов УЗК для силера «Endomethason» снижение показателей водорастворимости составило 21,3–37,1%, для силера «Canason» – 3,8–23,2%, для силера «ADSEAL» – 24,7–44,6%, для силера «Эндосил» – 15,1–54,2%. Вязкость ( $\rho$ ) силера «Endomethason» уменьшилась на 14–17%, силера «Canason» – на 15–21%, силера «ADSEAL» – на 4–7%, силера «Эндосил» – на 11–12%. В зависимости от режимов УЗК происходит увеличение значений прочности на сжатие ( $R_{сж}$ , МПа) силера «Endomethason» – на 123,3–140%, силера «Canason» – на 39,8–80,4%, силера «ADSEAL» – на 20,7–43,5%, силера «Эндосил» – на 49,4–132,5% [4, 7, 9].

2. Доказано, что низкочастотный ультразвук с резонансной частотой 25 кГц в условиях комбинации амплитуды продольных и поперечных колебаний гибкого концентратора волновода 8 мкм и 1,5 мкм – УЗК 1, 15 мкм и 2,5 мкм – УЗК 2, 20 мкм и 3,5 мкм – УЗК 3 в эксперименте *in vitro* оказывает влияние на формирование дентино-пломбировочного соединения. Данные экспериментальных исследований свидетельствует об увеличении значений адгезии ( $R_{cp}$ ) пломбировочных материалов «Endomethason», «Canason», «ADSEAL», «Эндосил» с дентином канала корня зуба по сравнению с образцами контрольных групп ( $p < 0,001$ ). В зависимости от режимов УЗК адгезия силера «Endomethason» к дентину увеличились на 104–120,9%, силера «Canason» – на 277–327,5%, силера «ADSEAL» – на 2,13–19,7%, силера «Эндосил» – на 16,2–33,04% [1, 3, 4, 5].

3. Доказано, что низкочастотный ультразвук с резонансной частотой 25 кГц в условиях комбинации амплитуды продольных и поперечных колебаний гибкого концентратора волновода 8 мкм и 1,5 мкм – УЗК 1, 15 мкм и 2,5 мкм – УЗК 2, 20 мкм и 3,5 мкм – УЗК 3 в эксперименте *in vitro* оказывает влияние на проникновение эндодонтических пломбировочных материалов в пористую структуру дентина корня зуба. Проникновение химических элементов силера «Endomethason» составило: серы (S) – 6,27–25,73%; цинка (Zn) – 0,68–41,79%; йода (I) – 3,4–35,86%; бария (Ba) – 4,85–49,95%. Проникновение химических элементов силера «Canason» составило: серы (S) – 8,9–75,34%; цинка (Zn) – 1,44–39,92%; бария (Ba) – 1,67–51,86%. Проникновение химических элементов силера «ADSEAL» составило у циркония (Zr) – 0,79–48,2%. Проникновение химических

элементов силера «Эндосил» составило: серы (S) – 3,55–35,98%; бария (Ba) – 0,27–21,86%; фтора (F) – 1,2–29,5%; алюминия (Al) – 1,14–52,72%; кремния (Si) – 0,58–49,27% [2, 3, 4, 5, 8, 10, 11].

4. Установлено при морфологическом исследовании, что низкочастотный ультразвук с резонансной частотой 25 кГц и амплитудой продольных и поперечных колебаний 20 мкм – 3,5 мкм (УЗК 3) в эксперименте *in vivo* не оказывает деструктивного воздействия на комплекс периодонтальных тканей, цемента корня зуба и костной ткани лунки альвеолярного отростка челюсти [6].

### **Рекомендации по практическому использованию результатов**

1. Лабораторная модель ультразвукового генератора, наконечника и гибкого концентратора волновода может быть использована в терапевтической и ортопедической стоматологии при проведении научно-практических исследований для изучения воздействия низкочастотного ультразвука при эндодонтическом лечении зубов.

2. Низкочастотный ультразвук с резонансной частотой 25 кГц может быть использован для улучшения структурных показателей пломбировочных материалов, для повышения адгезионной прочности дентинопломбировочного соединения и устойчивости внутренней полости корневого канала к апикальному микропросачиванию тканевой жидкости.

3. Полученные в эксперименте результаты дают возможность рекомендовать использование низкочастотного ультразвука с резонансной частотой 25 кГц в условиях комбинации амплитуды продольных и поперечных колебаний гибкого концентратора волновода 8 мкм и 1,5 мкм – УЗК 1, 15 мкм и 2,5 мкм – УЗК 2, 20 мкм и 3,5 мкм – УЗК 3 для улучшения физико-химических свойств силеров и эффективной obturации корневых и латеральных каналов зубов.

4. Применение гибкого концентратора волновода может быть использовано для пломбирования искривлённых и латеральных корневых каналов зубов при помощи низкочастотного ультразвука с резонансной частотой 25 кГц с целью проведения профилактических и лечебных мероприятий в ортопедической и терапевтической стоматологии.

5. Применение низкочастотного ультразвука с резонансной частотой 25 кГц может быть рекомендовано для пломбирования корневых каналов зубов перед изготовлением культевых штифтовых вкладок на этапах подготовки стоматологического пациента к ортопедическому лечению.

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

### **Статьи в научных журналах**

1. Костецкий, Ю.А. Совершенствование методов эндодонтического лечения осложнений кариеса / В.А. Лобко, Ю.А. Костецкий // *Стоматолог. журн.* – 2005. – № 4. – С. 27–28.

2. Костецкий, Ю.А. Экспериментальное обоснование применения ультразвука при эндодонтическом лечении зубов / В.А. Лобко, Ю.А. Костецкий // *Стоматологический журнал.* – 2006. – № 3. – Т. 7. – С. 182–184.

3. Костецкий, Ю.А. Адгезионная прочность соединения пломбирочных материалов с дентином канала корня зуба / Ю.А. Костецкий, В.Т. Минченя // *Стоматолог. журн.* – 2009. – № 4. – Т. 10. – С. 312–314.

4. Костецкий, Ю.А. Влияние низкочастотного ультразвука на процесс пломбирования и структуру дентина корня зуба / В.А. Лобко, Ю.А. Костецкий, А.В. Савченко // *Стоматолог. журн.* – 2010. – № 1. – Т. 11. – С. 15–18.

5. Костецкий, Ю.А. Экспериментальные исследования воздействия низкочастотного ультразвука на свойство силеров и проницаемость дентина корня зуба при пломбировании каналов корней зубов / Ю.А. Костецкий // *Стоматолог. журн.* – 2010. – № 3. – Т. 11. – С. 203–208.

6. Костецкий, Ю.А. Микробиологическое исследование влияния низкочастотного ультразвука на процесс пломбирования корневого канала зуба / В.А. Костецкий, Ю.А. Костецкий, И.А.Швед, К.С. Гриневская // *Стоматолог. журн.* – 2011. – Т. 12. – № 3. – С. 213–216.

### **Статьи в научных сборниках и материалы конференций**

7. Костецкий, Ю.А. Экспериментальные исследования проницаемости дентина корня зуба для пломбирочных материалов (силеров) при использовании ультразвука / В.А. Лобко, Ю.А. Костецкий // *Актуальные вопросы стоматологии: материалы 6-й Международной научно-практической конференции по стоматологии / под общей редакцией д.м.н., профессора Дедовой Л.Н.* – г. Минск, 2007. – С. 39–40.

8. Костецкий, Ю.А. Сравнительная характеристика проницаемости дентина корня зуба при электрофорезе и при воздействии ультразвуковых колебаний / О.В. Минченя, Ю.А. Костецкий // *Стоматология–2009. Инновации и перспективы в стоматологии и челюстно-лицевой хирургии: материалы 2-го ежегодного научного форума.* – Москва, 2009. – С. 175–177.

9. Костецкий, Ю.А. Экспериментальные исследования воздействия низкочастотного ультразвука на свойство силеров для пломбирования корневых каналов зубов / В.А. Лобко, Ю.А. Костецкий // Сборник трудов, посвященный 50-летию стоматологического факультета Белорусского государственного медицинского университета «Образование, организация, профилактика и новые технологии в стоматологии», под общей редакцией профессора И.О. Походенько-Чудаковой. – Минск, 2010. – С. 106–107.

10. Костецкий, Ю.А. Влияние физических методов на диффузию раствора красителя в дентин корня зуба / О.В. Минченя, Ю.А. Костецкий // Инновационные подходы в практическом решении актуальных вопросов современной челюстно-лицевой хирургии стоматологии: сборник научно-практической конференции с международным участием «Париновские чтения 2010», под общей редакцией профессора И.О. Походенько-Чудаковой, О.П. Чудакова, С.А. Кабановой. – Минск: изд. Центр БГМУ, 2010. – С. 288–290.

#### Патенты

11. Способ пломбирования корневых каналов зубов при помощи ультразвука и устройство для его осуществления: пат.9566 Респ. Беларусь А 61С5/02-04 / заявитель: Ю.А. Костецкий, В.А. Лобко, В.Т. Минченя, Ю.Д. Коваленко. – №20050476; заявл.17.05.2005; опубл. 03.08.2007 г. // Афіцыйны бюл. / Нац. Центр інтэлектуал. уласнасці. – Минск, 2007. – № 3(55). – С. 61–62.

## РЭЗЮМЭ

Касцецкі Юрый Аўрэлавіч

### Эксперыментальнае абгрунтаванне методыкі пламбіравання карнявых каналаў зубоў з дапамогай ультрагуку

**Ключавыя словы:** эксперыментальныя даследаванні, нізкачастотны ўльтрагук, амплітуда падоўжных і папярочных ультрагукавых ваганняў, эндадантычныя пламбіровачныя матэрыялы, карнявыя каналы зубоў.

**Аб'ект і прадмет даследавання:** эксперыментальныя лабараторныя даследаванні праводзіліся *in vitro* на зубах чалавека, колькасцю 273, выдаленных у 211 пацыентаў ва ўзросце 17–65 гадоў с дыягназам ускладнены карыес з паталогіяй тканак парадонта. З іх у кантрольнай групе пламбіраванне карнявых каналаў праводзілася *in vitro* ў 100 зубах пры дапамозе каналанаўняльніка. У групе, якая даследавалася, праводзілася пламбіраванне каналаў *in vitro* 173 зубоў пад уздзеяннем нізкачастотнага ўльтрагуку. У эксперыментах *in vivo* аб'ектам даследавання з'яўляліся тканкі перыядонта інтактных зубоў і зубоў з запламбіраванымі карнявымі каналамі лабараторных жывел – сабак, усяго ў колькасці 43 зуба.

**Мэта даследавання:** павышэнне эфектыўнасці метаду пламбіравання карнявых каналаў зубоў с дапамогай нізкачастотнага ўльтрагуку.

**Метады даследавання:** спецыяльныя (мікраскапічныя, макраскапічныя, марфалагічныя), даклінічныя, статыстычныя.

**Атрыманыя вынікі:** экаперыментальнымі даследаваннямі даказаны ўплыў нізкачастотнага ўльтрагуку з рэзананснай частатой 25 кГц на эфектыўнасць пламбіравання карнявых каналаў зубоў і паляпшэнне фізіка-хімічных свойстваў эндадантычных пламбіровачных матэрыялаў. Атрыманыя даныя сведчаць пра клінічную, эканамічную і сацыяльную значнасць праведзенага навукова-эксперыментальнага даследавання, якое можа быць аднесена да прымянення высокіх тэхналогій у стаматалогіі.

**Рэкамендацыі па выкарыстанні:** эксперыментальныя даследаванні абумоўліваюць выбар параметраў нізкачастотнага ўльтрагуку для пламбіравання карнявых каналаў зубоў. Можа быць рэкамендаваны ўрачам-стаматолагам-тэрапеўтам, артапедам і хірургам пры правядзенні эндадантычнага лячэння зубоў з мэтай скарачэння развіцця пасляперацыйных ускладненняў у тканках перыядонта дэпульпаваных зубоў.

**Вобласць прымянення:** медыцына, стаматалогія.

## РЕЗЮМЕ

**Костецкий Юрий Аурелович**

### **Экспериментальное обоснование методики пломбирования корневых каналов зубов с помощью ультразвука**

**Ключевые слова:** экспериментальные исследования, низкочастотный ультразвук, амплитуда продольных и поперечных ультразвуковых колебаний эндодонтические пломбировочные материалы, корневые каналы зубов.

**Объект и предмет исследования:** экспериментальные лабораторные исследования проводились *in vitro* на зубах человека, количеством 273, удалённых у 211 пациентов в возрасте 17–65 лет с диагнозом осложнённый кариес и с патологией тканей пародонта. Из них в контрольной группе пломбировка каналов проводилась *in vitro* в 100 зубах при помощи каналонаполнителя. В исследуемой группе проводилась пломбировка каналов *in vitro* 173 зубов под воздействием низкочастотного ультразвука. В экспериментах *in vivo* объектом исследования являлись ткани периодонта интактных зубов и зубов с запломбированными корневыми каналами лабораторных животных – собак, всего в количестве 43 зуба.

**Цель исследования:** повышение эффективности метода пломбирования корневых каналов зубов с помощью низкочастотного ультразвука.

**Методы исследования:** специальные (микроскопические, макроскопические, морфологические), доклинические, статистические.

**Полученные результаты:** экспериментальными исследованиями доказано влияние низкочастотного ультразвука с резонансной частотой 25 кГц на эффективность пломбирования корневых каналов зубов и улучшения физико-химических свойств эндодонтических пломбировочных материалов. Полученные данные свидетельствуют о клинической, экономической и социальной значимости проведенного научно-экспериментального исследования, которое может быть отнесено к применению высоких технологий в стоматологии.

**Рекомендации по использованию:** экспериментальные исследования обуславливают выбор параметров низкочастотного ультразвука для пломбирования корневых каналов зубов. Может быть рекомендован врачам-стоматологам терапевтам, ортопедам и хирургам при проведении эндодонтического лечения зубов с целью сокращения развития послеоперационных осложнений в тканях периодонта депульпированных зубов.

**Область применения:** медицина, стоматология.

Подписано в печать 05.06.12. Формат 60×84/16. Бумага писчая «Zoom».  
Печать ризографическая. Гарнитура «Times».  
Усл. печ. л. 1,16. Уч.-изд. л. 1,22. Тираж 60 экз. Заказ 470.

Издатель и полиграфическое исполнение:  
учреждение образования «Белорусский государственный медицинский университет».  
ЛИ № 02330/0494330 от 16.03.2009.  
ЛП № 02330/0150484 от 25.02.2009.  
Ул. Ленинградская, 6, 220006, Минск.