

УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ  
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УДК 616.314.26-007.24/.26-089.23/.25

**ОСТАПОВИЧ**  
**Алексей Андреевич**

**ПРИМЕНЕНИЕ НИЗКОЧАСТОТНОГО УЛЬТРАЗВУКА  
И АСКОРБИНОВОЙ КИСЛОТЫ ДЛЯ ЛЕЧЕНИЯ ПАЦИЕНТОВ  
С ЗУБОЧЕЛЮСТНЫМИ АНОМАЛИЯМИ И ДЕФОРМАЦИЯМИ  
В СФОРМИРОВАННОМ ПРИКУСЕ  
(ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНО-КЛИНИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ)**

Автореферат  
диссертации на соискание ученой степени  
кандидата медицинских наук  
по специальности 14.01.14 – стоматология

Минск 2015

Научная работа выполнена в учреждении образования «Белорусский государственный медицинский университет»

**Научный руководитель:** **Ивашенко Сергей Владимирович**, доктор медицинских наук, доцент, профессор кафедры ортопедической стоматологии учреждения образования «Белорусский государственный медицинский университет»

**Официальные оппоненты:** **Терехова Тамара Николаевна**, доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой стоматологии детского возраста учреждения образования «Белорусский государственный медицинский университет»

**Пашкевич Людмила Антоновна**, доктор медицинских наук, профессор, руководитель лаборатории клинической морфологии государственного учреждения «Республиканский научно-практический центр травматологии и ортопедии»

**Оппонирующая организация:** Государственное учреждение образования «Белорусская медицинская академия последипломного образования»

Защита состоится 9 декабря 2015 года в 15.00 часов на заседании совета по защите диссертаций Д 03.18.05 при учреждении образования «Белорусский государственный медицинский университет» по адресу: 220116, г. Минск, пр-т Дзержинского, 83; e-mail [rector-@bsmu.by](mailto:rector-@bsmu.by) (тел.: (+37517) 2725598).

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

Автореферат разослан «\_\_\_» ноября 2015 г.

Ученый секретарь совета  
по защите диссертаций,  
кандидат медицинских наук, доцент

Н. В. Шаковец

## ВВЕДЕНИЕ

Лечение пациентов с зубочелюстными аномалиями и деформациями в сформированном прикусе является важным и актуальным вопросом современной стоматологии. Распространённость данных патологий составляет от 36,88 % [Т. Н. Терехова, Е. И. Мельникова, 2000] до 82 % [В. Д. Куроедова, 2012], а нуждаемость в лечении достигает 52,8 % [О. Uslui, М. Аксам, 2009]. С увеличением возраста пациентов перемещение зубов затрудняется и протекает более длительно, чаще наблюдаются рецидивы [Р. Р. Митке, 2004; С. Ш. Иткин, 2006; Е. С. Киргизова, 2008].

Хороший эффект исправления зубочелюстных аномалий и деформаций в сформированном прикусе достигается при комплексном ортодонтическом лечении, когда в области аномалийно расположенных зубов снижают плотность костной ткани и повышают её пластичность [И. И. Гунько, 2004; С. В. Ивашенко, 2011; G. Nimeri, 2013].

Разработаны различные методы такого воздействия на костную ткань: оперативные (остеотомия, компактоosteотомия, декортикация, удаление зубов) [А. Н. Доста, 2011; R. E. Bell, 2013], физические (дозированный вакуум, вибрационное воздействие, ультразвук высокой или низкой частоты, индуктотермия, магнитное поле, лазеры) [И. И. Гунько, 1991; С. А. Наумович, 2001; С. В. Ивашенко, 2011] и физико-фармакологические (электро-, магнито- и фонофорез лидазы, раствора лития хлорида, раствора уксуснокислого натрия, трилона Б, калия йодида) [Л. В. Белодед, 2005; З. С. Ельцова-Таларико, 2008; Т. И. Гунько, 2011].

Сегодня чаще применяют физические и физико-фармакологические методы ослабления костной ткани. Но не все они эффективны и удовлетворяют специалистов в полном объёме. У некоторых пациентов выбор физиопроцедур ограничен в связи с индивидуальной непереносимостью лекарственного вещества или физического фактора, либо из-за наличия в полости рта несъёмных металлических зубных протезов.

В последнее время в клиническую практику активно внедряется низкочастотный ультразвук, который является одним из физических факторов, наиболее естественных для живых организмов, глубоко проникает в ткани, обладает выраженным тепловым, микромеханическим, кавитационным и фретическим эффектом [В. С. Улащик, 2010; С. В. Ивашенко, 2011; S. L. Poliachik, 2014]. Для усиления деминерализации костной ткани можно применить аскорбиновую кислоту, которая активно участвует в метаболизме организма человека и необходима для нормального развития соединительной ткани [А. Л. Ураков, 2009; Т. Uysal, 2011]. Обоснованным представляется

сочетанное использование этих лечебных средств в виде лекарственного ультрафонофореза.

С учётом вышеизложенного возникла необходимость в разработке новых эффективных методов локального ослабления костной ткани в преактивном периоде ортодонтического лечения у взрослых пациентов. Перспективным в этом плане является применение низкочастотной ультразвуковой терапии и низкочастотного ультрафонофореза аскорбиновой кислоты.

## **ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ**

### **Связь работы с научными программами (проектами), темами**

Работа выполнена в соответствии с планом НИР кафедры ортопедической стоматологии Белорусского государственного медицинского университета «Планирование и конструирование зубных протезов и ортодонтических аппаратов с применением математических и голографических методов исследования» (№ гос. регистрации 20090410 от 26.03.2009 г., сроки исполнения с 01.01.2009 г. по 31.12.2013 г.), «Современные методы диагностики и лечения пациентов в клинической стоматологии на основе биомеханического анализа зубочелюстной системы» (№ гос. регистрации 20140460 от 14.04.2014 г., сроки исполнения с 01.01.2014 г. по 31.12.2018 г.), а также инновационным проектом «Разработать и освоить в производстве аппарат для низкочастотной ультразвуковой терапии. Разработать методики клинического использования аппарата», утвержденным приказом председателя ГКНТ В. Е. Матюшкова от 19.07.2007 г. № 181.

**Цель исследования:** повышение эффективности ортодонтического лечения пациентов с зубочелюстными аномалиями и деформациями в сформированном прикусе на основе оптимизации использования низкочастотного импульсного ультразвука и ультрафонофореза 15%-ной мази аскорбиновой кислоты.

### **Задачи исследования:**

1. Изучить в эксперименте на лабораторных животных действие импульсного и модулированного ультразвука частотой 22, 44 и 60 кГц, а также низкочастотного импульсного ультрафонофореза 15%-ной мази аскорбиновой кислоты на морфологическую картину костной ткани челюсти животных и морфологические показатели крови.

2. Исследовать влияние импульсного и модулированного ультразвука частотой 22, 44 и 60 кГц, и низкочастотного импульсного ультрафонофореза 15%-ной мази аскорбиновой кислоты на минеральный состав и прочностные показатели костной ткани челюсти опытных животных.

3. Сравнить влияние импульсного и модулированного ультразвука различной частоты и низкочастотного импульсного ультрафонофореза 15%-ной мази аскорбиновой кислоты на костную ткань челюсти экспериментальных животных.

4. Установить сроки восстановления костной ткани после курсового воздействия ультразвуком различных дозиметрических параметров и низкочастотным импульсным ультрафонофорезом 15%-ной мази аскорбиновой кислоты.

5. На основании полученных экспериментальных данных разработать и внедрить в практическое здравоохранение новые методы лечения пациентов с зубочелюстными аномалиями и деформациями в сформированном прикусе и провести сравнительную оценку их эффективности.

**Объект исследования:** костная ткань альвеолярного отростка нижней челюсти у 108 кроликов породы шиншилла, 98 пациентов с зубочелюстными аномалиями и деформациями в сформированном прикусе в возрасте 19–72 лет.

**Предмет исследования:** гистологическая структура и толщина компактной пластинки, элементный состав, прочность и плотность костной ткани, показатели крови опытных животных, а также подвижность перемещаемых зубов, оптическая плотность денальных рентгенограмм костной ткани, скорость перемещения зубов и сроки активного периода ортодонтического лечения пациентов.

#### **Научная новизна**

Впервые в эксперименте изучено и доказано активное влияние низкочастотного импульсного (интенсивность —  $0,4 \text{ Вт/см}^2$ , период воздействия/пауза — 5/5 секунд) и модулированного (интенсивность —  $0,2\text{--}0,6 \text{ Вт/см}^2$ , период смены интенсивности — 5 секунд) ультразвука частотой 22, 44 и 60 кГц на структуру и физико-химические свойства костной ткани.

Для снижения плотности костной ткани и повышения её пластичности впервые применена 15%-ная мазь аскорбиновой кислоты, изучено влияние низкочастотного импульсного ультрафонофореза 15%-ной мази аскорбиновой кислоты на структуру и физико-химические свойства костной ткани.

В эксперименте выявлены наиболее оптимальные параметры и продолжительность воздействия низкочастотным ультразвуком (режим — импульсный, частота — 60 кГц, интенсивность —  $0,4 \text{ Вт/см}^2$ , период воздействия/пауза — 5/5 секунд, длительность процедуры — до 10 минут, количество процедур — до 10) на костную ткань для её локальной обратимой реструктуризации и деминерализации.

Впервые на основании полученных экспериментальных данных разработаны методы лечения пациентов с зубочелюстными аномалиями и деформациями в сформированном прикусе с применением импульсного

ультразвука частотой 60 кГц и низкочастотного импульсного ультрафонофореза 15%-ной мази аскорбиновой кислоты, позволившие существенно повысить эффективность комплексной терапии этой патологии.

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

1. Импульсный и модулированный ультразвук частотой 22, 44 и 60 кГц, а также низкочастотный импульсный ультрафонофорез 15%-ной мази аскорбиновой кислоты вызывают локальную реструктуризацию и деминерализацию костной ткани, приводящие к снижению её прочностных свойств и повышению пластичности, что обосновывает использование этих методов лечения в ортодонтии.

2. Применение ультразвука низкой частоты и ультрафонофореза 15%-ной мази аскорбиновой кислоты не влияет на морфологические показатели периферической крови и вызывает в костной ткани морфологические и физико-химические изменения, которые зависят от вида ультразвукового воздействия, частоты и количества озвучиваний, носят обратимый характер и не влияют на её жизнеспособность.

3. Восстановление костной ткани после курсового воздействия низкочастотным импульсным ультразвуком и после проведения низкочастотного импульсного ультрафонофореза 15%-ной мази аскорбиновой кислоты происходит в течение 90 суток. Наиболее активно костная ткань восстанавливается после применения ультразвука частотой 22 кГц, сопровождающегося наименьшими в ней морфологическими и физико-химическими изменениями.

4. Воздействие на костную ткань в области проекции корней перемещаемых зубов в преактивном периоде ортодонтического лечения низкочастотным импульсным ультразвуком частотой 60 кГц позволяет сократить сроки активного периода лечения пациентов в среднем в 2,3 раза ( $p < 0,05$ ), а низкочастотным импульсным ультрафонофорезом 15%-ной мази аскорбиновой кислоты в среднем в 2,4 раза ( $p < 0,05$ ) по сравнению с традиционными способами лечения.

#### **Личный вклад соискателя учёной степени**

Все разделы диссертации выполнены автором самостоятельно. Цели и задачи исследования сформулированы автором совместно с научным руководителем, определены пути их достижения. Диссертантом выполнен анализ литературных данных по изучаемой проблеме, проведен патентно-информационный поиск, сформулированы основные научные результаты, которые представлены в публикациях. Автором проведены экспериментальные исследования на 108 кроликах породы шиншилла в виварии научно-исследовательской части УО БГМУ с применением низкочастотного импульсного и модулированного ультразвука частотой 22, 44 и 60 кГц, а также

низкочастотного импульсного ультрафонофореза 15%-ной мази аскорбиновой кислоты (вклад диссертанта — 95 %); подготовлены образцы крови экспериментальных животных и проведены биохимические исследования в лаборатории биохимических методов исследования при консультативной помощи зав. лаб., канд. мед. наук В. А. Горанова [1, 5, 11] (вклад диссертанта — 80 %); подготовлены гистологические препараты костной ткани и проведены их морфологические и морфометрические исследования при консультативной помощи канд. мед. наук С. Д. Беззубика [4, 7, 9, 14, 16] (вклад диссертанта — 75 %); подготовлены образцы костной ткани и проведено их денситометрическое исследование при консультативной помощи врача-рентгенолога УЗ «6-я городская клиническая больница» А. А. Мартиновича [4] (вклад диссертанта — 80 %); подготовлены образцы костной ткани и проведено исследование физико-химических свойств в ГНУ «Институт порошковой металлургии» при консультативной помощи старшего научного сотрудника, канд. тех. наук В. А. Чекана [2, 3, 6, 9] (вклад диссертанта — 80 %); проведено обследование и лечение 98 пациентов с зубочелюстными аномалиями и деформациями в сформированном прикусе, изучены результаты лечения пациентов в ближайшие и отдалённые сроки [8, 10, 12, 13, 15–17] (вклад диссертанта — 100 %).

В работах, выполненных с соавторами, автору принадлежит выполнение экспериментов, обследование и лечение пациентов, анализ результатов экспериментов и лечения, трактовка выводов. Написание глав диссертации, оформление таблиц и рисунков, анализ полученных результатов, фотографии и иллюстрации выполнены автором самостоятельно (вклад автора — 100 %). Статистическая обработка полученных данных проведена при консультативной помощи ассистента кафедры статистики Белорусского государственного экономического университета О. В. Курило (вклад автора — 90 %). Автором лично сформулированы заключительные выводы и практические рекомендации.

#### **Апробация диссертации и информация об использовании её результатов**

Основные положения и результаты исследований доложены на: 66-й Научно-практической конференции студентов и молодых учёных с международным участием «Актуальные проблемы современной медицины» (2012 г., Минск); 66-й научно-практической конференции студентов и молодых учёных с международным участием «Актуальные проблемы современной медицины» (2012 г., Минск, стендовый доклад); 12-й Международной научно-практической конференции «Современная ортодонтия: достижения и перспективы» (26–27 октября, 2012 г., Минск); 6-м съезде стоматологов Республики Беларусь (26 октября, 2012 г., Минск); научной сессии БГМУ

(29 января, 2013 г., Минск); научной сессии БГМУ (29 января, 2013 г., Минск, стендовый доклад); научно-практической конференции врачей (8 мая, 2013 г., Витебск); научной сессии БГМУ (2014 г., Минск); научной сессии БГМУ (2014 г., Минск, стендовый доклад); 1-м Белорусском международном стоматологическом конгрессе (24 октября, 2013 г., Минск); 2-м Белорусском международном стоматологическом конгрессе (24 октября, 2014 г., Минск); научной сессии БГМУ (2015 г., Минск); научной сессии БГМУ (2015 г., Минск, стендовый доклад); 3-м Белорусском международном стоматологическом конгрессе (23 октября, 2015 г., Минск).

Получен 1 (один) патент Республики Беларусь на изобретение [18], 2 (две) инструкции по применению, утверждённые Министерством здравоохранения Республики Беларусь [19, 20].

Результаты диссертации внедрены в УЗ «Витебская областная стоматологическая поликлиника», УЗ «Гомельская областная стоматологическая поликлиника», ГУ «Республиканская клиническая стоматологическая поликлиника», УЗ «Солигорская стоматологическая поликлиника», УО «Белорусский государственный медицинский университет».

#### **Опубликование результатов диссертации**

По теме диссертации опубликовано 17 научных работ. Из них пункту 18 положения о присуждении ученых степеней и присвоении ученых званий в Республике Беларусь соответствуют 10 журнальных статей, что в целом составляет 3,5 авторских листа, 7 статей в сборниках трудов научных съездов и конференций.

#### **Структура и объём диссертации**

Диссертация состоит из титульного листа, оглавления, перечня сокращений и условных обозначений, введения, общей характеристики работы, основной части, которая состоит из пяти глав с описанием проведенных исследований, выводов, практических рекомендаций, списка литературы, включающего 283 работы, из них на русском языке 201 и 82 — на иностранных языках, и 8 приложений. Диссертация изложена на 168 страницах машинописного текста, содержит 26 таблиц, 53 рисунка. Объём, занимаемый иллюстрациями и таблицами, составляет 46 страниц, библиографический список и приложения размещены на 38 страницах.



## ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

### Материалы и методы исследования

Для решения поставленных задач проведены экспериментальные и клинические исследования.

Экспериментальная часть выполнена на 108 кроликах породы шиншилла, содержащихся в стандартных условиях вивария научно-исследовательской части УО БГМУ. Животных распределили на пятнадцать опытных групп (93 особи), остальные (15 особей) составили контрольную группу. Эксперимент разделён на несколько серий.

В первой серии опытов животных (23 особи) разделили на три опытные группы по 6 особей в каждой и 5 контрольных животных. В 1-й опытной группе животным озвучивали костную ткань и слизистую альвеолярного отростка нижней челюсти импульсным ультразвуком частотой 22 кГц по 5, 10 и 15 процедур. Во 2-й — озвучивали костную ткань и слизистую альвеолярного отростка нижней челюсти импульсным ультразвуком частотой 44 кГц по 5, 10 и 15 процедур. В 3-й опытной группе проводили озвучивание костной ткани и слизистой альвеолярного отростка нижней челюсти импульсным ультразвуком частотой 60 кГц также по 5, 10 и 15 процедур.

Во второй серии опытов участвовали животные 4, 5 и 6-й опытных групп по 6 особей в каждой и 5 особей для контроля. В 4-й группе озвучивали костную ткань и слизистую альвеолярного отростка нижней челюсти модулированным ультразвуком частотой 22 кГц по 5, 10 и 15 процедур. В 5-й группе озвучивали костную ткань и слизистую альвеолярного отростка нижней челюсти модулированным ультразвуком частотой 44 кГц по 5, 10 и 15 процедур. В 6-й опытной группе животным озвучивали костную ткань и слизистую альвеолярного отростка нижней челюсти модулированным ультразвуком частотой 60 кГц также по 5, 10 и 15 процедур.

В третьей серии опытов участвовали кролики 7-й и 8-й опытных групп по 6 особей в каждой и 5 особей для контроля. Опытным животным проводили по 5 и 10 процедур низкочастотного импульсного ультрафонофореза 15%-ной мази аскорбиновой кислоты на костную ткань и слизистую альвеолярного отростка нижней челюсти.

В четвёртой серии опытов изучали восстановление костной ткани после 10 воздействий низкочастотным импульсным, низкочастотным модулированным ультразвуком через 30, 60 и 90 суток. В эксперименте участвовали 36 животных с 9-й по 14-ю опытные группы. В 9-й группе изучали восстановление костной ткани после воздействия импульсным ультразвуком частотой 22 кГц, в 10-й — после применения импульсного ультразвука частотой 44 кГц, в 11-й — после озвучивания импульсным ультразвуком частотой 60 кГц. В 12-й опытной

группе изучали восстановление костной ткани после применения модулированного ультразвука частотой 22 кГц, в 13-й — после воздействия модулированным ультразвуком частотой 44 кГц и в 14-й — после воздействия модулированным ультразвуком частотой 60 кГц.

В 15-й опытной группе изучали восстановление костной ткани у 9 опытных животных после 10 процедур низкочастотного импульсного ультрафонофореза 15%-ной мази аскорбиновой кислоты через 30, 60 и 90 суток.

После окончания эксперимента животных выводили из опыта под наркозом. Для гистологического исследования озвученный фрагмент нижней челюсти опытных животных с наружной и внутренней компактной пластинкой и губчатым веществом, фиксировали в 10%-ном растворе формалина. В течение 72 часов декальцинировали в 7%-ном растворе азотной кислоты. Материал проводили через спирты восходящей концентрации (30–96°) и заливали в целлоидин. Приготовленные срезы окрашивали гематоксилином и эозином. Препараты изучали на световом микроскопе Leica DMD 110 с выводом изображения на монитор персонального компьютера.

При проведении морфометрических исследований изображения препаратов анализировали в компьютерной программе Screen Meter 1.0. С помощью функции «линейка» определяли толщину компактной пластинки костной ткани контрольных и опытных образцов.

Испытание образцов костной ткани на сжатие проводили в испытательном центре ГНУ «Институт порошковой металлургии» на машине Instron-1195 по ГОСТ 4651-82. Исследование элементного состава проводили на сканирующем электронном микроскопе CamScan 4. Определяли содержание в весовых % кальция и фосфора в компактной и губчатой частях костной ткани.

Денситометрическое исследование проводили на многосрезовом спиральном компьютерном томографе Somatom Emotion фирмы Siemens. Плотность структуры костной ткани изучали при помощи одной из программных функций томографа для денситометрии.

Морфологические показатели периферической крови определяли на автоматическом гематологическом анализаторе клеток СА620 Медоник фирмы Кормэй-ДиАна.

Клинические исследования выполняли на кафедре ортопедической стоматологии УО БГМУ на базе Республиканской клинической стоматологической поликлиники. В работе описаны результаты обследования и лечения 98 пациентов с зубочелюстными аномалиями и деформациями в сформированном прикусе в возрасте от 19 до 72 лет. Из них у 33 пациентов ортодонтическое лечение проводили без подготовки костной ткани (контрольная группа), у 33 пациентов костную ткань в области аномалийно расположенных зубов ослабляли импульсным ультразвуком частотой 60 кГц

и у 32 пациентов — низкочастотным импульсным ультразвуком 15%-ной мази аскорбиновой кислоты. Определяли длительность активного периода ортодонтического лечения и скорость перемещения зубов, подвижность зубов по методике, разработанной на кафедре ортопедической стоматологии УО БГМУ, индекс оптической плотности дентальных рентгенограмм — по методике Л. С. Величко и соавторами (1991). При диагностике зубочелюстных аномалий использовали классификацию Энгля, деформаций — классификацию В. А. Понаморёвой.

Для более детального изучения состояния зубочелюстной системы проведены диагностические измерения на 196 гипсовых моделях по методам Пона, Коргауза, Снагиной, Nance, измерены углы наклона зубов по отношению к горизонтальной плоскости по методике Н. А. Пучко с соавторами (1985). У всех пациентов оценивали гигиену полости рта с помощью индекса ОНI-S (J. C. Green, J. R. Vermillion, 1960), распространённость воспаления в десне с помощью индекса РМА (папиллярно-маргинально-альвеолярный, С. Parma, 1960), локализацию и тяжесть гингивита с помощью десневого индекса GI (H. Loe, J. Silness, 1963), индивидуальный периодонтальный статус с помощью комплексного периодонтального индекса (КПИ, П. А. Леус, 1988), степень чувствительности периодонта с помощью индекса чувствительности периодонта (Л. Н. Дедова, 2004).

Для статистической обработки полученных в ходе исследования количественных данных использовали пакет программ Excel и Statistica 6.0. Полученные данные вводили в таблицу и проводили анализ соответствия вида распределения признаков закону нормального распределения. В случае соответствия закона распределения параметра в обеих группах нормальному, применяли t-критерий Стьюдента. При распределении признака, отличающегося от нормального, применяли критерий Манна–Уитни. Критическим уровнем значимости при проверке статистических гипотез был принят  $p < 0,05$ .

### **Результаты собственных исследований**

**Морфологические исследования** свидетельствуют о том, что воздействие на костную ткань челюсти кроликов низкочастотным импульсным ультразвуком вызывало в ней выраженные морфологические изменения. Интенсивность изменений усиливалась с увеличением частоты ультразвукового воздействия и количества процедур.

Импульсный ультразвук частотой 22 кГц способствовал истончению компактной пластинки и балочек костной ткани, неравномерному расширению межбалочных полостей. С увеличением количества ультразвуковых процедур

до 15 появлялись незначительные участки замещения костной ткани волокнистой соединительной тканью.

Применение импульсного ультразвука частотой 44 кГц способствовало более быстрому истончению компактной пластинки костной ткани и балочек губчатого вещества. После 10 воздействий появились обширные поля замещения костной ткани волокнистой соединительной тканью.

После 5 воздействий импульсным ультразвуком частотой 60 кГц компактная пластинка костной ткани была неравномерно истончена. После 10 воздействий остеокласты образовывали очаги скопления и резорбировали окружающую костную ткань, появились поля замещения костной ткани волокнистой соединительной. 15 таких озвучиваний приводили к гибели многих остеоцитов.

Применение модулированного ультразвука низкой частоты вызывало идентичные, но менее выраженные изменения. Модулированный ультразвук частотой 22 кГц способствовал истончению компактной пластинки костной ткани. Заметное истончение балочек губчатого вещества костной ткани развивалось после 10 и 15 озвучиваний. Замещение костной ткани волокнистой соединительной тканью и дистрофические изменения остеоцитов развивались только после 15 таких ультразвуковых процедур.

При озвучивании костной ткани модулированным ультразвуком частотой 44 кГц одновременно с замещением костной ткани волокнистой соединительной тканью отмечалось появление остеобластов и фибробластов. Это указывает как на ослабление костной ткани, так и на сохранение её способности к быстрому самовосстановлению.

При использовании модулированного ультразвука частотой 60 кГц поля замещения костной ткани волокнистой соединительной тканью и дистрофия остеоцитов наблюдались только после 15 процедур.

Применение импульсного ультрафонофореза 15%-ной мази аскорбиновой кислоты вызывало в костной ткани наиболее выраженные морфологические изменения, не приводя к гибели элементов, регулирующих её восстановление. Изменения усиливались с увеличением числа процедур от 5 до 10. Их характер свидетельствовал о выраженных процессах перестройки костной ткани, развивающихся в результате комплексного применения аскорбиновой кислоты и низкочастотного импульсного ультразвука.

Восстановление костной ткани наблюдали через 30, 60 и 90 суток после примененных различных воздействий ультразвуком.

Наиболее быстро костная ткань восстанавливалась при использовании модулированного ультразвука частотой 22 кГц. Гистологическая картина костной ткани не отличалась от нормальной уже через 60 суток после курса проведенных процедур.

Восстановление костной ткани после курсового воздействия импульсным ультразвуком частотой 60 кГц начинаются позже, чем в предыдущих опытах. Зрелые остециты появляются только через 60 суток, а участки волокнистой соединительной ткани замещаются молодой костной тканью к 90-м суткам.

Восстановление костной ткани после низкочастотного импульсного ультрафонофореза 15%-ной мази аскорбиновой кислоты, протекает медленно, что связано с вызванными им выраженными изменениями. Через 30 суток образовалась молодая костная ткань со стороны базального слоя надкостницы. Через 60 суток уменьшилась мозаичность костной ткани, усилились процессы остеобластического костеобразования и компактизации, увеличились поля зрелых остецитов. Через 90 суток гистологическая картина костной ткани практически не отличалась от нормальной.

Таким образом, наиболее значимые морфологические изменения в костной ткани, указывающие на её деминерализацию, повышение пластичности и сохранение жизнеспособности, развивались после воздействия 10 процедур импульсным ультразвуком частотой 60 кГц и низкочастотным импульсным ультрафонофорезом 15%-ной мази аскорбиновой кислоты.

**Морфометрические исследования** показали, что у животных всех опытных групп происходило статистически достоверное по сравнению с контрольным значением уменьшение толщины компактной пластинки костной ткани. Так, после 10 воздействий импульсным ультразвуком частотой 60 кГц толщина компактной пластинки уменьшилась в 1,5 раза, 10 процедур модулированного ультразвука частотой 60 кГц истончили компактную пластинку в 1,44 раза. После 10 процедур низкочастотного импульсного ультрафонофореза 15%-ной мази аскорбиновой кислоты толщина компактной пластинки уменьшилась в 2,68 раза.

Восстановление костной ткани сопровождалось нормализацией толщины компактной пластинки. После 10 воздействий модулированным ультразвуком частотой 60 кГц толщина компактной пластинки была статистически меньше контрольного значения в 1,32 раза через 30 суток, в 1,17 раза — через 60 суток, а через 90 суток статистически не отличалась от контрольного значения.

После курсового воздействия импульсным ультразвуком частотой 60 кГц толщина компактной пластинки была статистически достоверно меньше исходного значения в 1,4 раза через 30 суток, 1,24 раза — через 60 суток, а через 90 суток статистически не отличалась от контрольных данных.

Толщина компактного слоя костной ткани после курса низкочастотного импульсного ультрафонофореза 15%-ной мази аскорбиновой кислоты была статистически достоверно меньше контрольного значения в 2,02 раза через 30 суток, в 1,63 раза через 60 суток и в 1,25 раза через 90 суток.

### **Исследования физическо-химических свойств костной ткани.**

Низкочастотный импульсный ультрафонофорезом 15%-ной мази аскорбиновой кислоты приводил к наиболее выраженной деминерализации костной ткани. После 10 процедур содержание кальция в компактной пластинке уменьшилось в 2,16 раза, а фосфора — в 1,89 раза. Уровень кальция в губчатом веществе уменьшился 2,17 раза, а фосфора — в 1,95 раза.

После курсового воздействия импульсным ультразвуком частотой 60 кГц уровень кальция в компактной пластинке статистически достоверно снизился по сравнению с контрольным значением в 1,73 раза, а фосфора — в 1,71 раза. Содержание кальция в губчатом веществе костной ткани при этом уменьшилось в 1,72 раза, а фосфора — в 1,83 раза.

Применение 10 озвучиваний модулированным ультразвуком частотой 60 кГц статистически достоверно снизило уровень кальция в компактной пластинке в 1,65 раза, а фосфора — в 1,69 раза. Содержание кальция в губчатом веществе кости этих животных уменьшилось в 1,67 раза, а фосфора — в 1,64 раза.

Можно отметить, что деминерализация костной ткани опытных животных наиболее выражена после применения импульсного ультразвука частотой 60 кГц и низкочастотного импульсного ультрафонофореза 15%-ной мази аскорбиновой кислоты.

Деминерализация костной ткани способствует статистически достоверному по сравнению с контрольными значениями снижению её прочностных характеристик. Максимальная нагрузка, предшествующая разрушению костной ткани, у всех образцов различна. Так, после 10 воздействий импульсным ультразвуком частотой 60 кГц этот показатель уменьшился в 1,95 раза, после 10 процедур модулированного ультразвука частотой 60 кГц — в 1,82 раза, а после низкочастотного импульсного ультрафонофореза 15%-ной мази аскорбиновой кислоты — в 2,18 раза.

Напряжение, соответствующее максимальной нагрузке, предшествующей разрушению костной ткани, статистически достоверно меньше контрольного значения в 2,23 раза после 10 воздействий импульсным ультразвуком частотой 60 кГц, в 2,1 раза — после применения модулированного ультразвука частотой 60 кГц и в 2,38 раза — после низкочастотного импульсного ультрафонофореза 15%-ной мази аскорбиновой кислоты.

Деминерализация костной ткани также способствовала снижению её плотности. Наиболее выраженное статистически значимое снижение оптической плотности денальных рентгенограмм костной ткани (в 1,33 раза) наблюдалось после низкочастотного импульсного ультрафонофореза 15%-ной мази аскорбиновой кислоты. Оптическая плотность денальных рентгенограмм

костной ткани после 10 воздействий импульсным ультразвуком частотой 60 кГц снизилась в 1,19 раза.

**Исследования морфологических показателей крови.** После примененных воздействий существенных отклонений от данных контрольной группы со стороны морфологических показателей периферической крови не выявлено. Увеличение числа процедур статистически достоверно не влияло на изменение показателей красной и белой крови во всех опытных группах по сравнению с контрольными значениями.

**Клинические исследования.** Клинические наблюдения и результаты рентгенологического исследования показали, что костная ткань у пациентов, которым назначались физиотерапевтические процедуры, была более податливой к ортодонтическому лечению. Это проявлялось в усилении подвижности зубов и снижении оптической плотности дентальных рентгенограмм костной ткани у пациентов опытных групп по сравнению с контрольной.

Так, подвижность зубов после 10 воздействий импульсным ультрафонофорезом 15%-ной мази аскорбиновой кислоты статистически достоверно по сравнению с контрольными значениями увеличилась в 2,01 раза. После 10 воздействий импульсным ультразвуком частотой 60 кГц подвижность зубов отличалась от контрольного значения в 1,79 раза ( $p < 0,05$ ).

Индекс оптической плотности дентальных рентгенограмм после 10 воздействий импульсным ультразвуком частотой 60 кГц достоверно уменьшился в 1,22 раза, а после 10 процедур импульсного ультрафонофореза 15%-ной мази аскорбиновой кислоты — в 1,27 раза (таблица 1).

Таблица 1. – Подвижность перемещаемых зубов и индекс оптической плотности дентальных рентгенограмм

Метод лечения	Подвижность перемещаемых зубов (мм)	Индекс оптической плотности дентальных рентгенограмм (%)
Импульсный ультразвук частотой 60 кГц	1,31* (1,27/1,35)	75,7* (75,1/76,4)
Низкочастотный импульсный ультрафонофорез 15%-ной мази аскорбиновой кислоты	1,47* (1,39/1,53)	72,5* (71,9/73,4)
Без применения физиотерапии (Контрольная группа)	0,73 (0,71/0,76)	92,1 (90,3/94,3)
* Статистически достоверные различия при $p < 0,05$ в сравнении с контрольной группой.		

Сроки активного периода ортодонтического лечения варьировали в зависимости от степени выраженности аномалии или деформации, направления

перемещения зубов, вида применявшегося физиотерапевтического воздействия на костную ткань, частоты озвучивания и количества проводимых процедур.

Длительность активного периода ортодонтического лечения была статистически достоверно меньше контрольного значения у пациентов, которым проводили комплексное лечение с ослаблением костной ткани в области проекции корней перемещаемых зубов импульсным ультразвуком частотой 60 кГц. При вестибуло-оральном направлении перемещения зубов активный период ортодонтического лечения пациентов достоверно сократился в 2,42 раза, при медио-дистальном направлении — в 2,27 раза, а при вертикальном — в 2,24 раза.

Скорость перемещения зубов при подготовке костной ткани с помощью низкочастотного импульсного ультразвука частотой 60 кГц статистически достоверно ( $p < 0,05$ ) увеличилась в 2,3 раза при вестибуло-оральном направлении перемещения зубов, в 2,24 раза — при медио-дистальном направлении и в 2,12 раза — при вертикальном.

Применение низкочастотного импульсного ультрафонофореза 15%-ной мази аскорбиновой кислоты позволило сократить сроки активного периода ортодонтического лечения в 2,55 раза при вестибуло-оральном направлении перемещения зубов, в 2,46 раза — при медио-дистальном и в 2,47 раза — при вертикальном ( $p < 0,05$ ).

Скорость перемещения зубов после низкочастотного импульсного ультрафонофореза 15%-ной мази аскорбиновой кислоты увеличилась в 2,47 раза при вестибуло-оральном направлении перемещения зубов, в 2,43 раза при медио-дистальном направлении перемещения зубов и в 2,49 раза при вертикальном направлении перемещения зубов ( $p < 0,05$ ).

Таким образом, анализ результатов лечения пациентов с зубочелюстными аномалиями и деформациями в сформированном прикусе с использованием в преактивном периоде ортодонтического лечения импульсного ультразвука частотой 60 кГц или низкочастотного импульсного ультрафонофореза 15%-ной мази аскорбиновой кислоты свидетельствует о том, что применение предложенных методик позволяет сократить сроки активного периода ортодонтического лечения и ускорить перемещение зубов. Методы просты в применении, могут широко использоваться в любых медицинских учреждениях, не требуют специальной подготовки и сложных манипуляций, неинвазивны, применяются с использованием любой ортодонтической аппаратуры, обеспечены технически.



## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

### Основные научные результаты диссертации

1. В эксперименте установлено, что воздействие низкочастотным импульсным или модулированным ультразвуком, а также низкочастотным импульсным ультрафонофорезом 15%-ной мази аскорбиновой кислоты на костную ткань вызывает изменения её морфологии (истончение компактной пластинки и балочек костной ткани, появление скоплений остеокластов, замещение костной ткани волокнистой соединительной тканью), сохраняя при этом способность к восстановительной репарации, и не влияет на морфологические показатели крови [2, 5, 6, 7, 9].

2. Под влиянием низкочастотного импульсного и модулированного ультразвука, импульсного ультрафонофореза 15%-ной мази аскорбиновой кислоты происходит снижение содержания кальция (в 1,7–2,2 раза) и фосфора (в 1,6–2,0 раза) в компактной пластинке и губчатом веществе костной ткани, а также нагрузки, предшествующей разрушению костной ткани (в 1,47–2,18 раза), и напряжения, соответствующего максимальной нагрузке (в 1,69–2,28 раза) [1, 3, 6, 9].

3. Выраженность морфологических изменений, деминерализации и ослабление прочностных свойств костной ткани зависят от вида, частоты и количества процедур ультразвукового воздействия. Наиболее оптимальное повышение пластичности и податливости костной ткани челюсти у животных происходит после 10 воздействий импульсным ультразвуком частотой 60 кГц и 10 процедур низкочастотного импульсного ультрафонофореза 15%-ной мази аскорбиновой кислоты [1, 3, 4, 6, 9].

4. Восстановление структуры и физико-химических свойств костной ткани животных после применения различных методик ультразвуковой терапии происходит в течение 60–90 суток [6, 7].

5. На основании полученных экспериментальных данных разработаны и внедрены в практическое здравоохранение новые дифференцированные методы лечения пациентов с зубочелюстными аномалиями и деформациями в сформированном прикусе, основанные на использовании либо импульсного ультразвука частотой 60 кГц, либо его сочетания с аскорбиновой кислотой в виде ультрафонофореза. Их применение позволило без осложнений сократить сроки активного периода лечения пациентов при различных направлениях перемещения зубов в среднем в 2,3 раза ( $p < 0,05$ ) и 2,4 раза ( $p < 0,05$ ) соответственно по сравнению с обычными технологиями и уменьшить вероятность рецидивов [8, 10].

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

1. Для повышения пластичности и податливости костной ткани, сокращения сроков ортодонтического лечения пациентов с зубочелюстными аномалиями и деформациями в сформированном прикусе в преактивном периоде предлагается использовать низкочастотный импульсный ультразвук (инструкция по применению Министерства здравоохранения Республики Беларусь «Метод лечения аномалий и деформаций зубочелюстной системы в сформированном прикусе» № 046-0312 от 13.04.2012 г.).

2. При выраженных аномалиях или деформациях зубочелюстной системы и у более пожилых пациентов в преактивном периоде ортодонтического лечения более целесообразно в области проекции корней перемещаемых зубов проведение низкочастотного импульсного ультрафонофореза 15%-ной мази аскорбиновой кислоты (инструкция по применению Министерства здравоохранения Республики Беларусь «Метод лечения пациентов с аномалиями и деформациями зубочелюстной системы в сформированном прикусе» № 036-0313 от 12.07.2013 г.; патент Республики Беларусь № 19287).

3. При необходимости повторный курс предложенного лечения пациентов с зубочелюстными аномалиями и деформациями в сформированном прикусе с использованием низкочастотного ультразвука рекомендуется проводить не раньше чем через 1,5–2 месяца после окончания предыдущего.

4. Контроль состояния костной ткани при проведении ортодонтического лечения с использованием ультразвуковых технологий рекомендуется осуществлять измерением индекса оптической плотности дентальных рентгенограмм.

5. Для проведения комплексного ортодонтического лечения пациентов с зубочелюстными аномалиями и деформациями в сформированном прикусе по предложенным методикам рекомендуется применять разработанный на кафедре ортопедической стоматологии УО БГМУ совместно с сотрудниками Института прикладных физических проблем БГУ и Института физиологии НАН Беларуси аппарат АНУЗТ 1-100 «ТУЛЬПАН».

## СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ СОИСКАТЕЛЯ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

### Статьи в научных журналах

1. Ивашенко, С. В. Морфологическая картина крови кроликов после воздействия импульсным ультразвуком низкой частоты / С. В. Ивашенко, А. А. Остапович, Е. В. Чегодаева // Мед. журн. – 2012. – № 1. – С. 46–49.
2. Ивашенко, С. В. Физические свойства и элементный состав костной ткани после воздействия импульсным низкочастотным ультразвуком / С. В. Ивашенко, А. А. Остапович, В. А. Чекан // Современ. стоматология. – 2012. – № 1. – С. 70–73.
3. Ивашенко, С. В. Содержание основных элементов и прочностные показатели костной ткани после воздействия модулированным низкочастотным ультразвуком / С. В. Ивашенко, А. А. Остапович, В. А. Чекан // Мед. журн. – 2012. – № 2. – С. 55–58.
4. Ивашенко, С. В. Оценка состояния костной ткани после воздействия импульсным и модулированным ультразвуком низкой частоты по данным компьютерной денситометрии / С. В. Ивашенко, А. А. Остапович, А. А. Мартинович // Современ. стоматология. – 2012. – № 2. – С. 88–90.
5. Ивашенко, С. В. Влияние модулированного ультразвука низкой частоты на морфологическую картину крови / С. В. Ивашенко, А. А. Остапович, В. Л. Недорезов // Мед. новости. – 2012. – № 7. – С. 66–68.
6. Ивашенко, С. В. Влияние импульсного ультразвука низкой частоты на костную ткань / С. В. Ивашенко, А. А. Остапович, С. Д. Беззубик, В. А. Чекан // Современ. стоматология. – 2014. – № 1. – С. 90–93.
7. Ивашенко, С. В. Морфологическая структура костной ткани после воздействия импульсным низкочастотным ультразвуком / С. В. Ивашенко, А. А. Остапович, С. Д. Беззубик // Воен. медицина. – 2014. – № 2. – С. 61–65.
8. Остапович, А. А. Лечение пациентов с зубочелюстными аномалиями и деформациями в сформированном прикусе с применением низкочастотного ультразвука / А. А. Остапович // Современ. стоматология. – 2014. – № 2. – С. 79–83.
9. Сравнительная оценка влияния на костную ткань низкочастотного ультразвука и низкочастотного импульсного ультрафонофореза аскорбиновой кислоты / С. В. Ивашенко, А. А. Остапович, С. Д. Беззубик, В. А. Чекан // Воен. медицина. – 2014. – № 4. – С. 84–89.
10. Экспериментально-клиническое обоснование применения низкочастотного импульсного ультрафонофореза аскорбиновой кислоты при ортодонтическом лечении у взрослых / А. А. Остапович, С. В. Ивашенко, С. Д. Беззубик, В. А. Чекан // Воен. медицина. – 2015. – № 2. – С. 75–79.

**Статьи в научных сборниках, материалах конференций и съездов**

11. Ивашенко, С. В. Показатели красной и белой крови кроликов после воздействия импульсным ультразвуком низкой частоты / С. В. Ивашенко, А. А. Остапович // Реабилитация в челюстно-лицевой хирургии и стоматологии : сб. тр. Респ. науч.-практ. конф. с междунар. участием «Паринские чтения 2012», Минск, 3–4 мая 2012 г. / Белорус. гос. мед. ун-т ; Ассоц. оральных и челюстно-лицевых хирургов ; ред. И. О. Походенько-Чудакова. – Минск, 2012. – С. 192–194.

12. Остапович, А. А. Оптимизация ортодонтического лечения пациентов с зубочелюстными аномалиями в сформированном прикусе / А. А. Остапович, С. В. Ивашенко // Реабилитация в челюстно-лицевой хирургии и стоматологии : сб. тр. Респ. науч.-практ. конф. с междунар. участием «Паринские чтения 2012», Минск, 3–4 мая 2012 г. / Белорус. гос. мед. ун-т ; Ассоц. оральных и челюстно-лицевых хирургов ; ред. И. О. Походенько-Чудакова. – Минск, 2012. – С. 349–351.

13. Остапович, А. А. Низкочастотная ультразвуковая терапия в комплексном лечении пациентов с зубочелюстными деформациями в сформированном прикусе / А. А. Остапович, С. В. Ивашенко // Инновации в стоматологии : материалы VI съезда стоматологов Беларуси, Минск, 25–26 окт. 2012 г. / М-во здравоохранения Респ. Беларусь ; ред.: А. В. Глинник [и др.]. – Минск, 2012. – С. 120–122.

14. Остапович А. А. Морфологические изменения в костной ткани под воздействием ультразвука частотой 22 кГц / А. А. Остапович, С. В. Ивашенко, С. Д. Беззубик // Актуальные проблемы стоматологии : сб. респ. науч.-практ. конф. с междунар. участием, Бухара 8 нояб. 2012 г. – Бухара, 2012. – С. 103–104.

15. Остапович, А. А. Ортодонтическая подготовка пациентов с деформациями зубных рядов к протезированию с применением импульсного ультрафонофореза аскорбиновой кислоты / А. А. Остапович // БГМУ : 90 лет в авангарде медицинской науки и практики : сб. науч. тр. / Белорус. гос. мед. ун-т ; ред. О. К. Кулага. – Минск, 2013. – Вып. III. – С. 129–132.

16. Ивашенко, С. В. Влияние импульсного ультрафонофореза аскорбиновой кислоты на морфологическую картину костной ткани / С. В. Ивашенко, А. А. Остапович, С. Д. Беззубик // Интегративная медицина в челюстно-лицевой хирургии и стоматологии : сб. тр. науч.-практ. конф. с междунар. участием «Паринские чтения 2014», Минск, 10–11 апр. 2014 г. / Белорус. гос. мед. ун-т ; ред. И. О. Походенько-Чудакова. – Минск, 2014. – С. 163–165.

17. Остапович, А. А. Лечение пациентов с зубочелюстными деформациями с применением импульсного ультрафонофореза аскорбиновой

кислоты / А. А. Остапович // Перспективные научные направления в современной стоматологии : сб. тр. 2-го стоматол. конгр. Респ. Беларусь, Минск, 22–24 окт. 2014 г. / Белорус. гос. мед. ун-т ; редколл.: Л. А. Казеко [и др.]. – Минск, 2014. – С. 53–55.

### **Патенты**

18. Способ комплексного лечения зубочелюстной аномалии или деформации : Пат. 19287 Респ. Беларусь, МПК А 61С 7/00, А 61N 7/00 / С. В. Ивашенко, В. С. Улащик, А. А. Остапович, Е. С. Ивашенко: заявитель С. В. Ивашенко, В. С. Улащик, А. А. Остапович, Е. С. Ивашенко; № 20120551; заявл. 05.04.2012; опубл. 30.06.2015.

### **Инструкции по применению**

19. Метод лечения аномалий и деформаций зубочелюстной системы в сформированном прикусе : инструкция по применению № 046-0312 : утв. М-вом здравоохранения Респ. Беларусь 13 апреля 2012 г. / Белорус. гос. мед. ун-т ; сост.: С. В. Ивашенко, С. А. Наумович, В. С. Улащик, А. А. Остапович. – Минск, 2012. – 2 с.

20. Метод лечения аномалий и деформаций зубочелюстной системы в сформированном прикусе : инструкция по применению № 036-0313 : утв. М-вом здравоохранения Респ. Беларусь 12 июня 2013 г. / Белорус. гос. мед. ун-т ; Ин-т физиологии НАН Беларуси ; РНПЦ неврологии и нейрохирургии ; сост.: С. В. Ивашенко, С. А. Наумович, В. С. Улащик, С. Д. Беззубик, А. А. Остапович. – Минск, 2013. – 2 с.

## РЭЗІЮМЭ

**Астаповіч Аляксей Андрэвіч**

**Прымяненне нізкачастотнага ўльтрагуку і аскарбінавай кіслаты для лячэння пацыентаў з зубасквічнымі анамаліямі і дэфармацыямі ў сфармаваным прыкусе (эксперыментальна-клінічнае даследаванне)**

**Ключавыя словы:** зубасквічныя анамаліі і дэфармацыі, сфармаваны прыкус, косць, артадантыя, нізкачастотны ўльтрагук, аскарбінавая кіслата.

**Аб'ект даследавання:** 108 трусаў пароды шыншыла, 98 пацыентаў з зубасквічнымі анамаліямі і дэфармацыямі ў сфармаваным прыкусе.

**Мэта працы:** павышэнне эфектыўнасці артадантычнага лячэння пацыентаў з зубасквічнымі анамаліямі і дэфармацыямі ў сфармаваным прыкусе на аснове аптымізацыі выкарыстання нізкачастотнага імпульснага ўльтрагуку і ўльтрафонафарэзу 15%-най мазі аскарбінавай кіслаты.

**Метады даследавання і выкарыстаная апаратура:** марфалагічны і марфаметрычны (светлавы мікраскоп), дэнсітаметрычны (камп'ютарны тамограф), вызначэнне элементнага складу (сканіруючы электронны мікраскоп), вымярэнне трываласных паказчыкаў (выпрабавальная машына), вызначэнне клетачнага складу крыві (аўтаматычны гематалагічны аналізатар), клінічны (апарат для нізкачастотнай ультрагукавой тэрапіі, 15%-ная мазь аскарбінавай кіслаты), статыстычны (Excel, Statistica).

**Атрыманыя вынікі і іх навізна:** даказаны актыўны ўплыў імпульснага ўльтрагуку частатой 22, 44 і 60 кГц на структуру і фізіка-хімічныя ўласцівасці касцявой тканкі. Вывучаны ўплыў нізкачастотнага мадуляванага ўльтрагуку на структуру і фізіка-хімічныя ўласцівасці касцявой тканкі. Для павышэння пластычнасці касцявой тканкі ўпершыню ўжыта 15%-ная мазь аскарбінавай кіслаты. Выяўлены найбольш аптымальныя параметры і працягласць уздзеяння нізкачастотным ультрагукам на касцявую тканку для яе лакальнай абарачальнай рэструктурызацыі і дэмінералізацыі. Распрацаваны метады лячэння пацыентаў з зубасквічнымі анамаліямі і дэфармацыямі ў сфармаваным прыкусе з ужываннем імпульснага ўльтрагуку частатой 60 кГц і нізкачастотнага імпульснага ўльтрафонафарэзу 15%-най мазі аскарбінавай кіслаты, што дазволіла істотна павысіць эфектыўнасць комплекснай тэрапіі гэтай паталогіі.

**Рэкамендацыі па выкарыстанні:** для павышэння падатлівасці касцявой тканкі і скарачэння тэрмінаў артадантычнага лячэння пацыентаў з зубасквічнымі анамаліямі і дэфармацыямі ў сфармаваным прыкусе.

**Галіна прымянення:** медыцына, артадантыя і артапедычная стаматалогія.

## РЕЗЮМЕ

**Остапович Алексей Андреевич**

**Применение низкочастотного ультразвука и аскорбиновой кислоты для лечения пациентов с зубочелюстными аномалиями и деформациями в сформированном прикусе (экспериментально-клиническое исследование)**

**Ключевые слова:** зубочелюстные аномалии и деформации, сформированный прикус, кость, ортодонтия, низкочастотный ультразвук, аскорбиновая кислота.

**Объект исследования:** 108 кроликов породы шиншилла, 98 пациентов с зубочелюстными аномалиями и деформациями в сформированном прикусе.

**Цель работы:** повышение эффективности ортодонтического лечения пациентов с зубочелюстными аномалиями и деформациями в сформированном прикусе на основе оптимизации использования низкочастотного импульсного ультразвука и ультрафонофореза 15%-ной мази аскорбиновой кислоты.

**Методы исследования и использованная аппаратура:** морфологический и морфометрический (световой микроскоп), денситометрический (компьютерный томограф), определение элементного состава (сканирующий электронный микроскоп), измерение прочностных показателей (испытательная машина), определение клеточного состава крови (автоматический гематологический анализатор), клинический (аппарат для низкочастотной ультразвуковой терапии, 15%-ная мазь аскорбиновой кислоты), статистический (Excel, Statistica).

**Полученные результаты и их новизна:** доказано активное влияние импульсного ультразвука частотой 22, 44 и 60 кГц на структуру и физико-химические свойства костной ткани. Изучено влияние низкочастотного модулированного ультразвука на структуру и физико-химические свойства костной ткани. Для повышения пластичности костной ткани впервые применена 15%-ная мазь аскорбиновой кислоты. Выявлены наиболее оптимальные параметры и продолжительность воздействия низкочастотным ультразвуком на костную ткань для её локальной обратимой реструктуризации и деминерализации. Разработаны методы лечения пациентов с зубочелюстными аномалиями и деформациями в сформированном прикусе с применением импульсного ультразвука частотой 60 кГц и низкочастотного импульсного ультрафонофореза 15%-ной мази аскорбиновой кислоты, позволившие существенно повысить эффективность комплексной терапии этой патологии.

**Рекомендации по использованию:** для повышения податливости костной ткани и сокращения сроков ортодонтического лечения пациентов с зубочелюстными аномалиями и деформациями в сформированном прикусе.

**Область применения:** медицина, ортодонтия и ортопедическая стоматология.

## SUMMARY

**Aliaksei A. Astapovich**

**Application of low frequency ultrasound and ascorbic acid for treatment of patients with maxillo dental anomalies and deformities in formed bite (experimental and clinical study)**

**Key words:** maxillo dental anomalies and deformities, formed bite, bone, orthodontics, low frequency ultrasound, ascorbic acid.

**Object of the study:** 108 Chinchilla rabbits, 98 patients with dentoalveolar anomalies and deformities in the formed bite.

**Aim of the study:** improving of the efficiency of orthodontic treatment of patients with dentoalveolar anomalies and deformities in the formed bite based on optimization of application of of low-frequency pulsed ultrasound and ultraphonophoresis of 15% ascorbic acid ointment.

**Research methods and equipment:** morphological and morphometrical (light microscope), densitometrical (computed tomography), the determination of elemental composition (scanning electron microscope), the measurement of the strength parameters (testing machine), determination of blood cell composition (automatic hematology analyzer), clinical (device for low-frequency ultrasound therapy, 15 % ascorbic acid ointment), statistical (Exel, Statistica).

**Obtained results and their novelty:** proved active influence of pulsed ultrasound with frequency 22, 44 and 60 kHz on the structure and physicochemical properties of bone. The effect of low-frequency modulated ultrasound on the structure and physicochemical properties of bone was studied. For the first time applied a 15% ascorbic acid ointment to increase the ductility of bone. Revealed the most optimal parameters and duration of exposure of low-frequency ultrasound on bone for its local reversible restructuring and demineralization. The methods of treatment of patients with dentoalveolar anomalies and deformities in the formed bite using pulsed frequency ultrasound of 60 kHz and low-frequency pulsed ultraphonophoresis of 15% ascorbic acid ointment were developed, that will significantly increase the efficiency of combination therapy of this disease.

**Recommendation for use:** for improving the ductility of bone tissue and to reducing period of orthodontic treatment of patients with dentoalveolar anomalies and deformities in the formed bite.

**Field of use:** medicine, orthodontics and prosthodontics dentistry.



Подписано в печать 29.10.15. Формат 60×84/16. Бумага писчая «Снегурочка».

Ризография. Гарнитура «Times».

Усл. печ. л. 1,39. Уч.-изд. л. 1,34. Тираж 60 экз. Заказ 640.

Издатель и полиграфическое исполнение: учреждение образования  
«Белорусский государственный медицинский университет».

Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,  
распространителя печатных изданий № 1/187 от 18.02.2014.

Ул. Ленинградская, 6, 220006, Минск.