

*На правах рукописи*

**МОСКОВЕЦ ОКСАНА ОЛЕГОВНА**

**ОЦЕНКА ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ТКАНЕЙ  
ПАРОДОНТА У ПАЦИЕНТОВ С ДИСТАЛЬНОЙ ОККЛЮЗИЕЙ**

3.1.7 – стоматология (медицинские науки)

**АВТОРЕФЕРАТ**

диссертации на соискание учёной степени  
кандидата медицинских наук

Москва – 2021

Работа выполнена в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Московский государственный медико-стоматологический университет имени А.И. Евдокимова» Министерства здравоохранения Российской Федерации (ФГБОУ ВО МГМСУ имени А.И. Евдокимова Минздрава России).

**Научный руководитель:**

доктор медицинских наук, профессор **Слабковская Анна Борисовна**

**Официальные оппоненты:**

**Оспанова Гульсара Бекеевна** - доктор медицинских наук, федеральное государственное бюджетное учреждение Национальный медицинский исследовательский центр «Центральный научно-исследовательский институт стоматологии и челюстно-лицевой хирургии» Министерства здравоохранения Российской Федерации, научный консультант.

**Проскокова Светлана Владимировна** - доктор медицинских наук, профессор, федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, кафедра ортопедической стоматологии, исполняющая обязанности заведующей кафедрой.

**Ведущая организация:**

Академия постдипломного образования федерального государственного бюджетного учреждения «Федеральный научно – клинический центр специализированных видов медицинской помощи и медицинских технологий Федерального медико-биологического агентства» России (МЗ РФ);

Защита диссертации состоится « 20 » октября 2021 года в 10 часов на заседании диссертационного совета 21.2.016.04, созданного на базе ФГБОУ ВО МГМСУ им. А.И. Евдокимова Минздрава России, по адресу 127006, г. Москва, ул. Долгоруковская, д. 4, лекционный зал им. Н.А. Семашко.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГБОУ ВО МГМСУ им. А.И. Евдокимова Минздрава России (127206, г. Москва, ул. Вучетича, д. 10а) и на сайте <http://dissov.msmsu.ru>.

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

Ученый секретарь диссертационного совета,  
кандидат медицинских наук, доцент

**Дашкова Ольга Павловна**

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность темы исследования.** Развитие ортодонтии тесным образом связано с разработкой новых методов диагностики зубочелюстных аномалий. Для диагностики зубочелюстных аномалий, динамического наблюдения за ходом ортодонтического лечения, контролирования периода ретенции важное значение имеют методы функционального исследования (Персин Л. С., 2016). В процессе лечения характер перестройки костной ткани при перемещении зубов в определяющей степени зависит как от выбора аппаратов, так и от величины их силового воздействия (Персин Л. С. и соавт., 2019; Слабковская А. Б. и соавт., 2020). Перемещение зубов должно происходить без осложнений таких, как деструкция костной ткани, резорбция корня зуба, боль, большая подвижность зуба, его вывих и экстракция (Мержвинская Е. И., 2020). При перемещении зубов происходит резорбция тканей альвеолярной кости, периодонтальной связки и корней зубов. В настоящее время степень резорбтивных изменений тканей определяется в основном по клиническим и рентгенологическим показателям. Однако точность этих оценок не всегда бывает удовлетворительной из-за индивидуальных различий резорбтивной активности (Low E. et al., 2005; Bastos Lages E. M. et al., 2009; Iglesias-Linares A. et al., 2012).

Согласно доминирующей в настоящее время теории, названной теорией механостата (Frost Н. М. 1990 а, б), реакция костной ткани на механические и немеханические воздействия состоит в формировании необходимого запаса прочности для предотвращения нарушений ее целостности при нагрузках. Основными механизмами реорганизации архитектуры костной ткани являются моделирование и остеокластно-osteобластное ремоделирование. Управление процессами резорбции и образования костной ткани осуществляется механочувствительными клетками – остеоцитами. В гомеостатическом равновесии процессы резорбции и образования костной ткани сбалансированы, и старая кость постоянно заменяется новой тканью, что обеспечивает механическую

целостность и не вызывает значительных изменений морфологии.

Такие теоретические представления определяют методики исследования для оценки процессов моделирования/ремоделирования тканей пародонта, которые должны быть направлены на оценку их механических свойств. Однако в последние годы появились работы, указывающие на ведущую роль гидратации тканей, как основы метаболической среды для поддержания жизнеспособности остецитов (Долганов Д. В., Свешников А. А., 1996; Аврунин А. С. и соавт., 2012, 2013). В связи с этим представляется необходимым разработка и применение методов количественного определения степени гидратации, а также процессов резорбции и остеогенеза тканей пародонта для обоснования и динамического наблюдения за ходом ортодонтического лечения.

**Степень разработанности темы.** Для обоснованного выбора методики лечения необходимо проводить контроль функционального состояния тканей пародонта. В настоящее время с этой целью используется диагностические методы, к которым относятся гнатодинамометрия, периотестометрия и реопародонтография. Однако, они не позволяют в полной мере оценить выраженность процессов резорбции и остеогенеза, происходящих при ремоделировании костной ткани. Настоящая работа посвящена применению нового подхода в диагностике функционального состояния тканей пародонта при ортодонтическом лечении стоматологических заболеваний с использованием метода биоимпедансного анализа.

**Цель работы:** совершенствование методов оценки функционального состояния тканей пародонта у пациентов с дистальной окклюзией.

#### **Задачи исследования**

1. Изучить состояние пародонта с использованием показателей периотестометрии и биоимпедансного анализа у пациентов с дистальной окклюзией до начала ортодонтического лечения.

2. Изучить состояние пародонта с использованием показателей периотестометрии у пациентов с дистальной окклюзией в динамике ортодонтического лечения.
3. Изучить показатели функционального состояния пародонта по данным биоимпедансного анализа в динамике ортодонтического лечения у пациентов с дистальной окклюзией.
4. Определить дифференциальные признаки выраженности воспалительно-деструктивных изменений пародонта у пациентов с дистальной окклюзией по данным биоимпедансного анализа.
5. Разработать рекомендации по критериям оценки функционального состояния пародонта у пациентов с дистальной окклюзией с учетом данных биоимпедансного анализа.

**Научная новизна исследования.** Впервые изучена динамика показателей гидратации и регенерационной способности тканей пародонта на этапах ортодонтического лечения пациентов с дистальной окклюзией с применением несъемной аппаратуры.

Определены области зубных рядов, у которых вероятно развитие процессов резорбции тканей на этапах лечения пациентов с дистальной окклюзией. На основании анализа динамики показателей периотестометрии, гидратации и регенерационной способности тканей пародонта сформулированы представления о характере изменения функционального состояния тканей пародонта в динамике ортодонтического лечения.

Усовершенствовано программное обеспечение работы прибора для биоимпедансной спектрометрии тканей пародонта для ортодонтических целей.

**Теоретическая и практическая значимость работы.** Используемые показатели, определяемые по измерениям с помощью биоимпедансной спектрометрии, позволяют оценивать дополнительные характеристики функционального состояния тканей пародонта.

Изучена динамика показателей периотестометрии, гидратации и регенерационной способности тканей пародонта, а также их взаимосвязь на этапах лечения пациентов с дистальной окклюзией.

Выявлены этапы, на которых происходят изменения показателей, отражающие возможность развития патологических изменений функционального состояния тканей пародонта, что целесообразно учитывать при планировании ортодонтического лечения.

**Внедрение в практику.** Результаты диссертационной работы внедрены в лечебную работу врачей-стоматологов Клинического центра челюстно-лицевой, пластической хирургии и стоматологии, используются в учебном процессе студентов, клинических ординаторов, аспирантов стоматологического факультета кафедры ортодонтии МГМСУ имени А. И. Евдокимова.

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

По данным периотестометрии у пациентов с дистальной окклюзией до ортодонтического лечения состояние связочного аппарата зубов на верхней челюсти и во фронтальном отделе нижней челюсти соответствует физиологической норме, а у боковых зубов нижней челюсти – растянуто. Через 4 месяца лечения происходит наиболее значительное растяжение связок всех зубов, которое на завершающем этапе лечения в сроки более 13,5 месяцев снижается, но не достигает физиологической нормы.

Гидратация тканей пародонта у пациентов с дистальной окклюзией до лечения снижена во всех областях зубных рядов, что свидетельствует о процессах апоптоза в результате наличия механических напряжений. Через 4 месяца лечения происходит дополнительное снижение гидратации тканей пародонта во всех областях зубных рядов, за исключением боковых зубов нижней челюсти. На завершающем этапе лечения в сроки более 13,5 месяцев гидратация тканей пародонта достигает физиологической нормы во всех областях зубных рядов.

Значения показателя регенерационной способности тканей у пациентов с дистальной окклюзией на этапах лечения соответствуют преобладанию

процесса остеогенеза во всех областях зубных рядов. При длительности ортодонтического лечения более 13,5 месяцев они значительно снижаются, а в секстантах 24/27, 34/37, 32/42 и 44/47 соответствуют преобладанию процесса резорбции в тканях пародонта.

**Апробация работы.** Основные положения диссертационной работы были озвучены и обсуждены на научной конференции «Аспирантская сессия. 13 февраля 2021 г.». Диссертационная работа апробирована 11 февраля 2021 г. (протокол № 186) на заседании кафедр ортодонтии, ортопедической стоматологии и детской челюстно-лицевой хирургии ФГБОУ ВО МГМСУ им. А. И. Евдокимова Минздрава России по специальности 14.01.14 – «Стоматология» (мед.науки).

**Публикации.** По теме диссертации опубликовано 6 печатных работ, из которых 5 в журналах, рекомендованных ВАК Министерства образования и науки РФ.

**Личный вклад автора в получении результатов.** Автором освоены методики проведения периотестометрии и биоимпедансной спектрометрии, а также были созданы таблицы плановых приемов и фиксации полученных результатов исследования. Для проведения исследований автором были подобраны 15 здоровых добровольцев, которые составили контрольную группу. Автором были отобраны 51 пациент, соответствующие критериям включения, которые поступили на кафедру ортодонтии МГМСУ. Автор принимала участие в обследовании пациентов, проведении опросов, клинических осмотров, фотопротоколов и изучении медицинской документации. Лично проведены антропометрические расчеты, расчеты телерентгенограмм головы в боковой и прямой проекциях, измерения показателей гидратации и регенерационной способности тканей пародонта на основе биоимпедансного анализа, периотестометрия. Все полученные данные были статистически обработаны.

Автором лично изучена и проанализирована отечественная и иностранная литература по теме диссертационной работы. Автор подготовил диссертационную работу, статьи по данной тематике и выступление.

## **Объем и структура диссертации**

Диссертационная работа изложена на 143 страницах компьютерного текста, состоит из глав: введение, обзор литературы, материалы и методы исследования, результаты собственных исследований, заключение, выводы и практические рекомендации, список литературы. Список литературы составляет 132 источника: 90 отечественных и 42 иностранных. Работа иллюстрирована 51 рисунком и 63 таблицами.

## **ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ**

### **Характеристика обследованных и методы исследования**

В работе проведено комплексное обследование 15 здоровых добровольцев в возрасте от 18 лет до 30 лет, которые составили контрольную группу, и 51 пациент в возрасте от 18 лет до 41 года с дистальной окклюзией зубных рядов до и в динамике ортодонтического лечения несъемной аппаратурой. Из общего числа обследованных в группе добровольцев было 9 женщин (60,0%) и 6 мужчин (40,0%), а в группе пациентов - 31 женщина (60,8%) и 20 мужчин (39,2%). Причиной наличия дистальной ступени у пациентов были зубоальвеолярные изменения.

Критериями включения для пациентов в исследование являлись:

- пациенты мужского и женского пола, возрастной период зубочелюстной системы которых соответствовал периоду сформированной окклюзии;
- наличие у пациентов зубоальвеолярной формы дистальной окклюзии;
- данные медицинской карты пациента, такие как диагноз и данные проведенной диагностики;
- пациенты с антепозицией верхнего зубного ряда, дистальной ступенью не более 4 миллиметра и скученностью резцов не более 4 миллиметров; наличие у пациентов зубоальвеолярной формы дистальной окклюзии, наклон резцов не более 7 градусов от нормы;
- подписанное пациентом информированное добровольное согласие на участие в исследовании.

Критерии исключения:

- пациенты с сопутствующей соматической патологией в стадии обострения;

- заболевания пародонта средней и тяжелой степени тяжести;
- отказ пациента от участия в исследовании

Критерии не включения в исследование:

- пациенты мужского и женского пола, возрастной период зубочелюстной системы которых соответствует периоду смены зубов;
- аномалии окклюзии, не соответствующие дистальной окклюзии.

Продолжительность ортодонтического лечения у обследованных пациентов составила от 0 (первичные) до 912 дней (2,5 года). Обследованные пациенты были распределены на группы по показателю длительности ортодонтического лечения. В первую группу вошли пациенты до лечения, у которых длительность лечения составляла 0 дней (первичные), – 10 пациентов, во вторую – пациенты с длительностью лечения  $4 \pm 1,5$  месяца - 9 пациентов, в третью - с длительностью лечения  $12 \pm 1,5$  месяца - 10 пациентов. Четвертую группу составили пациенты с длительностью лечения более 13,5 месяца - 22 пациента.

В процессе исследований у пациентов было проведено изучение особенностей морфометрического и функционального состояния зубочелюстной системы. Показатели функционального состояния пародонта оценивали по данным периотестометрии и биоимпедансного анализа.

В результате проведенной диагностики, основанной на антропометрическом и телерентгенографическом методах, у пациентов была выявлена зубоальвеолярная форма дистальной окклюзии. В комплексное обследование пациентов были включены следующие методы: осмотр полости рта пациента, антропометрическое изучение диагностических гипсовых моделей зубных рядов, анализ ортопантограмм и телерентгенограмм головы в боковой проекции.

Все данные были собраны совместно с ординаторами кафедры ортодонтии МГМСУ им. А. И. Евдокимова. Истории болезни данных пациентов были изучены и отобраны автором по критериям включения и исключения.

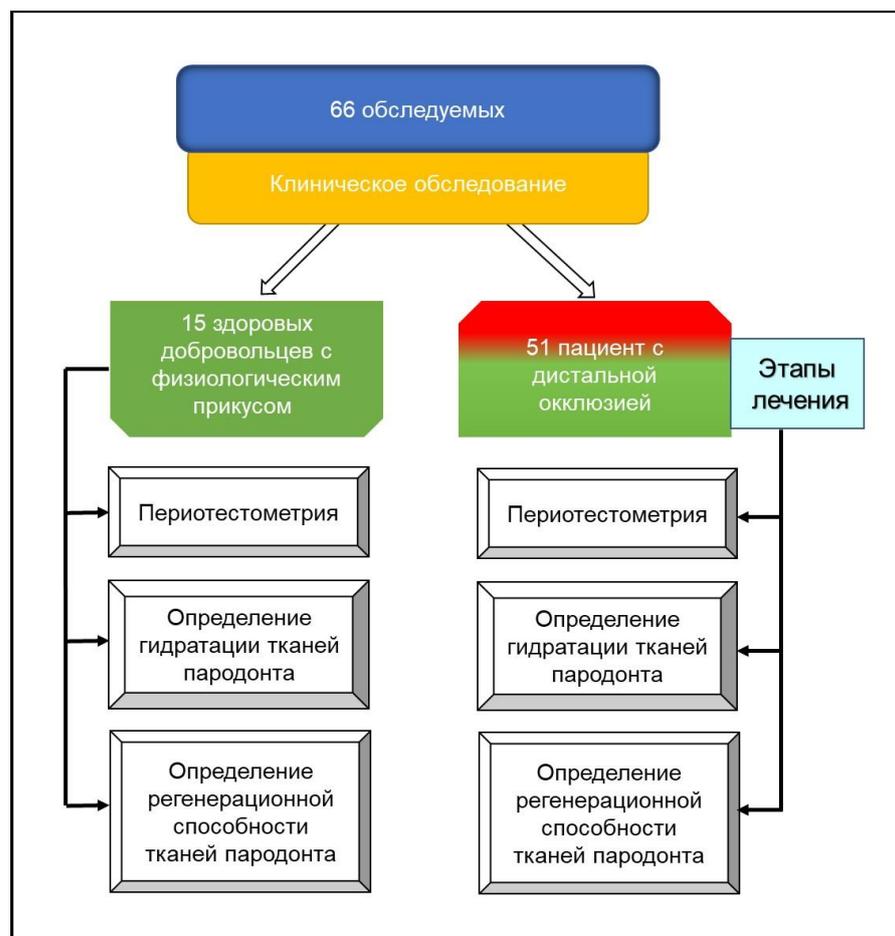


Рис.1 Дизайн исследования

Проведен анализ гипсовых моделей верхних и нижних зубных рядов 51 пациента до начала лечения по классической методике с помощью электронного штангенциркуля. Были изучены: мезиодистальные размеры зубов, ширина зубных рядов в области клыков (по методу А. Б. Слабковской), а также в области премоляров и моляров (по методам А. Pont, Н. Linder и G. Hart).

Изготовление ортопантограмм челюстей (ОПТГ) пациентам, вошедшим в исследование, проводилось до лечения. Изготавливались ОПТГ на базе рентгенологического отделения Центра стоматологии и челюстно-лицевой хирургии МГМСУ с помощью ортопантографа Cephalometric Device for STRATO 2000 Digital. Были изучены 51 ОПТГ до начала лечения на негатоскопе. На ОПТГ определялось наличие зачатков третьих моляров обеих челюстей, наличие или отсутствие сверхкомплектных зубов, первичная или вторичная адентия, наличие или отсутствие имплантатов и коронок.

Группе мужчин и женщин, вошедшим в исследование, проводилось телерентгенографическое исследование головы в боковой проекции (ТРГ) до лечения. Изготавливались все, вошедшие в анализ, ТРГ по стандартной схеме на аппарате Cephalometric Device for STRATO 2000 Digital. Было изучено 51 ТРГ головы в боковой проекции пациентов до начала лечения на негатоскопе. Для анализа ТРГ головы в боковой проекции на всех рентгенограммах были определены референсные точки на костях черепа. При обработке телерентгенограммы головы в боковой проекции (ТРГ) использовали цефалометрические точки и основные плоскости с использованием методик и нормативов МГМСУ.

Всем пациентам, включенным в исследование, перед фиксацией несъемной аппаратуры брекет-системы прописи Roth с .018” пазом, в сроки 4, 12 и более 13,5 месяцев проводили изучение состояния пародонта всех зубов с помощью методики периотестометрии, которая позволяет оценивать степень подвижности зубов. Исследование проводили с помощью аппарата Periotest S (Medizintechnik Gulden SN 07260, Model-No. 3218, 0.065 A) в области каждого зуба верхней и нижней челюсти от второго моляра до центрального резца и от центрального резца до второго моляра.

Согласно инструкции применения методики, для корректного измерения параметра соблюдали достаточно строгую ориентацию измеряющей единицы прибора относительно поверхности зуба. Расстояние от кончика измеряющей единицы до измеряемого объекта выдерживали от 0,6 до 2,0 миллиметров. Угол между поверхностью зуба в точке контакта с ним бойка и осью измеряющей единицы удерживали в пределах  $90 \pm 20$  градусов. Предварительно была снята ортодонтическая дуга, на зубах располагались только брекет-системы, не зафиксированные между собой.

Всего было проведено 1342 измерения показателей периотестометрии, которые вошли в результаты статистической обработки данных. Дополнительно во время проведения обследования были проведены 427 повторных измерений показателей у 16 пациентов, которые были

использованы на этапе обработки результатов для коррекции данных периотестометрии у этих пациентов.

Для биоимпедансного анализа использовали прибор «АВС-02» (НТЦ «Медасс», Россия) с компьютерной программой АВС02-038. Измерения проводили, устанавливая регистрирующий электрод на высушенную слизистую в проекции корней групп зубов, соответствующих секстантам: 17/14, 13/23, 24/27, 34/37, 43/33, 47/44.

Оценку функционального состояния пародонта с использованием биоимпедансного анализа проводили по двум показателям: степень гидратации и регенерационная способность тканей пародонта.

Степень гидратации тканей пародонта оценивали по показателю

$Mn20=Z20/Z5/0,86355$ , где  $Z20$  – импеданс (полное электрическое сопротивление) тканей пародонта на частоте синусоидального тока 20 килогерц;  $Z5$  – импеданс (полное электрическое сопротивление) тканей пародонта на частоте синусоидального тока 5 килогерц; 0,86355 – нормирующий коэффициент.

Норма  $Mn20=1\pm 0,09$ . Минимальное значение нормы составляет 0,91, максимальное – 1,09. Граничные значения нормы гидратации тканей пародонта были определены по результатам предыдущих работ (Московец О. Н. и соавт., 2007).

Для оценки регенерационной способности тканей пародонта использовали результаты диссертационной работы Онищенко В. Г. (2016) и патент РФ на изобретение №2578908 от 27 марта 2016 года (Онищенко В. Г. и соавт., 2016). Согласно данным этих источников остеоинтеграционные процессы при дентальной имплантации существенным образом зависят от регенерационной способности тканей (РСТ) пародонта, которая оценивалась по следующему показателю:

$RCT=Xc9,2/Xc107,6$ , где  $Xc9,2$  – реактивное сопротивление тканей пародонта на частоте синусоидального тока 9,2 килогерца;  $Xc107,6$  – реактивное сопротивление тканей пародонта на частоте синусоидального тока 107,6 килогерца.

При РСТ менее 2,1 преобладают процессы резорбции, а при РСТ более 2,3 преобладающим процессом являлась регенерация тканей.

При статистической обработке данных применяли два метода: критерий Стьюдента для парных сравнений и дисперсионный анализ для сравнения нескольких групп, который представляет собой критерий Стьюдента для множественных сравнений с поправкой Бонферрони (Glantz S. A., 1998). Для оценки статистической значимости различий с использованием критерия Стьюдента для парных сравнений вычисляли средние значения и стандартные отклонения для каждой группы на каждом этапе исследований. Вычисляли величину  $t$ , число степеней свободы и определяли статистическую значимость отличий между сравниваемыми показателями.

Для оценки статистической значимости различий при множественных сравнениях определяли внутригрупповую и межгрупповую дисперсии с использованием средних значений и стандартных отклонений для каждой группы на каждом этапе исследований. Вычисляли величину  $F$ , внутригрупповое и межгрупповое числа степеней свободы и по таблице критических значений  $F$  определяли статистическую значимость отличий между сравниваемыми показателями. Статистически значимыми в обоих случаях считали отличия при критическом уровне значимости менее  $p < 0,05$ .

## **РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ**

При изучении периотестометрии у обследуемых в контрольной группе было проведено 420 измерений. Было установлено, что значение периотестометрии в контрольной группе после усреднения по всем зубам у всех обследованных составляет  $\sum ПТ = 0,30 \pm 0,22$  усл.ед. Сопоставление данных периотестометрии у отдельных зубов показало, что ее значения в значительной степени зависят от группы зубов. У фронтальной группы зубов на верхней челюсти значения периотестометрии были самыми большими и у первых резцов верхней челюсти статистически значимо отличались от среднего значения по всем зубам ( $\sum ПТ$ ). Несколько меньшие значения периотестометрии были у боковых зубов верхней челюсти и резцов нижней

челюсти. Еще ниже значения периотестометрии имели боковые зубы нижней челюсти, у большинства из которых они были статистически значимо меньше, чем среднее значение по всем зубам ( $\Sigma$ ПТ). И самые низкие значения периотестометрии были выявлены у клыков верхней и нижней челюсти, которые были статистически значимо меньше, чем среднее значение по всем зубам ( $\Sigma$ ПТ).

Для сопоставления значений периотестометрии с показателями гидратации и регенерационной способности тканей были определены групповые значения периотестометрии, которые вычисляли как усредненные значения периотестометрии зубов, соответствующих различным секстантам (таблица 1).

Таблица 1

Усредненные по секстантам значения периотестометрии зубов у обследованных контрольной группы. Обозначения: % от  $\Sigma$ ПТ - отношение значения периотестометрии секстанта к среднему значению по всем зубам у всех обследованных группы в %

$\Sigma$ ПТ=0,30±0,22 усл.ед.

Обозначение секстантов	Значения периотестометрии		
	Абс знач. (у.е.)	% от $\Sigma$ ПТ	Значимость отличий от $\Sigma$ ПТ
12/22	0,42±0,25	140,4	p>0,1
24/27	0,38±0,21	127,0	p>0,2
34/37	0,22±0,20	73,5	p>0,2
32/42	0,34±0,21	114,2	p>0,5
44/47	0,21±0,18	71,2	p>0,1
14/17	0,38±0,23	125,7	p>0,5

Полученные данные свидетельствуют о том, что значения периотестометрии в секстантах у обследованных контрольной группы в значительной степени зависят от локализации. Наиболее высокие значения были выявлены у зубов верхней челюсти, а наименьшие – у боковых групп зубов нижней челюсти. Аналогичное соотношение подвижности зубов в зависимости от локализации было выявлено и у пациентов с трансверсальной окклюзией: на верхней челюсти подвижность зубов была больше, чем на нижней (Слабковская А. Б., Персин Л. С., 2010).

Определение гидратации внеклеточной среды тканей пародонта проводили с помощью измерений в шести секстантах. Было установлено, что ее значение после усреднения по всем секстантам у всех обследованных

контрольной группы составляет  $\sum M_{H20} = 1,04 \pm 0,15$  усл.ед., что не выходит за пределы нормы, установленной в предыдущих исследованиях ( $1,00 \pm 0,09$  усл.ед.). Сопоставление значений гидратации внеклеточной среды в отдельных секстантах показало, что они существенно не различаются между собой и не имеют достоверных отличий от значения, усредненного по всем секстантам у всех обследованных контрольной группы (таблица 2).

Таблица 2

Усредненные по секстантам значения гидратации внеклеточной среды тканей пародонта у обследованных контрольной группы. Обозначения: % от  $\sum M_{H20}$  - отношение значения гидратации внеклеточной среды в секстанте к среднему значению по всем секстантам у всех обследованных группы в %.  $\sum M_{H20} = 1,04 \pm 0,15$  усл.ед.

Обозначение секстантов	Значения гидратации внеклеточной среды		
	Абс знач. (у.е.)	% от $\sum M_{H20}$	Значимость отличий от $\sum M_{H20}$
12/22	$0,99 \pm 0,09$	95,0	$p > 0,1$
24/27	$1,04 \pm 0,07$	100,5	$p > 0,5$
34/37	$1,06 \pm 0,10$	102,1	$p > 0,5$
32/42	$1,04 \pm 0,12$	100,0	$p > 0,5$
44/47	$1,01 \pm 0,10$	96,9	$p > 0,5$
14/17	$0,99 \pm 0,10$	94,7	$p > 0,1$

Небольшие различия значений гидратации внеклеточной среды тканей пародонта у обследованных контрольной группы на левой и правой стороне могут быть связаны с различной функциональной нагрузкой у зубов этих секстантов.

Усредненное значение регенерационной способности тканей пародонта по всем секстантам у всех обследованных контрольной группы составило  $\sum PCT = 2,48 \pm 0,70$  усл.ед., что превышает граничное значение регенерационной способности тканей, которое определяет вероятность развития процессов резорбции в тканях пародонта (2,1 усл.ед.). Также не было выявлено отдельных секстантов, у которых значение регенерационной способности тканей было бы меньше граничного значения (таблица 3).

Таблица 3

Усредненные по секстантам значения регенерационной способности тканей пародонта у обследованных контрольной группы. Обозначения: % от  $\Sigma$ РСТ - отношение значения регенерационной способности тканей в секстанте к среднему значению по всем секстантам у всех обследованных группы в %.  $\Sigma$ РСТ=2,48±0.70 усл.ед.

Обозначение секстантов	Значения регенерационной способности тканей		
	Абс знач. (у.е.)	% от $\Sigma$ РСТ	Значимость отличий от $\Sigma$ РСТ
12/22	2,75±0,82	110,7	p>0,5
24/27	2,42±0,59	97,5	p>0,5
34/37	2,33±0,79	90,0	p>0,5
32/42	2,31±0,75	89,3	p>0,5
44/47	2,68±0,52	108,1	p>0,5
14/17	2,62±0,67	105,6	p>0,5

Изучение периотестометрии у пациентов с дистальной окклюзией показало, что ее значения значительно различаются у разных зубов и в значительной степени зависят от длительности ортодонтического лечения. У пациентов до лечения значения периотестометрии изменялись от 0 до 1,1. На верхней челюсти у большинства зубов они статистически значимо не отличались от контрольной группы. Только у зубов 2.6 и 2.7 они были статистически значимо больше, чем у контрольной группы. На нижней челюсти у всех боковых зубов справа, а также у зубов 3.4 и 3.6 значения периотестометрии были в 2-4 раза статистически значимо больше, чем у контрольной группы.

На этапах лечения значения периотестометрии в среднем возрастали, и при длительности лечения 4 месяца они изменялись от 0 до 3. На верхней челюсти они в среднем увеличились у всех зубов и стали статистически значимо больше, чем у контрольной группы, за исключением зубов 1.6, 1.5, 1.2 и 2.2. На нижней челюсти у пациентов с длительностью ортодонтического лечения 4 месяца значения периотестометрии у всех зубов увеличились в среднем в 1,5 раза по отношению к значениям у пациентов до лечения. По отношению к контрольной группе у пациентов с длительностью ортодонтического лечения 4 месяца значения периотестометрии у всех зубов стали статистически значимо больше за исключением зуба 3.1.

На следующем исследованном этапе при длительности лечения 12 месяцев значения периотестометрии изменялись от 0 до 2,6. По отношению к значениям у пациентов с длительностью ортодонтического лечения 4 месяца они изменились не значительно. Однако по отношению к контрольной группе у пациентов с длительностью ортодонтического лечения 12 месяцев значения периотестометрии у всех зубов обеих челюстей стали статистически значимо больше за исключением зуба 1.5.

При длительности лечения более 13,5 месяцев значения периотестометрии изменялись от 0 до 3,3. По отношению к значениям на предыдущем этапе произошло их небольшое снижение. Но по отношению к контрольной группе у пациентов с длительностью ортодонтического лечения более 13,5 месяцев значения периотестометрии у всех зубов обеих челюстей без исключения стали статистически значимо больше.

Усредненные по секстантам значения периотестометрии зубов на этапах ортодонтического лечения представлены в таблице 4. Проведенная оценка значений периотестометрии в секстантах у пациентов по отношению к обследованным контрольной группы на этапах ортодонтического лечения свидетельствует о том, что высоко статистически значимые отличия были найдены в подавляющем большинстве случаев. У пациентов до лечения статистически значимые отличия были выявлены в секстантах 24/27, 34/37 и 44/47, которые были в 1,5, 2,3 и 2,8 раза соответственно больше, чем у обследованных контрольной группы. При этом в секстантах 12/22, 32/42 и 14/17 значения периотестометрии превышали аналогичные показатели у обследованных контрольной группы только на 17,5%, 13,1% и 11,1% соответственно и не имели статистически значимых отличий.

Таблица 4

Усредненные по секстантам значения периотестометрии в секстантах у пациентов на этапах ортодонтического лечения

Обозначение секстантов	Длительность ортодонтического лечения			
	до лечения	4 месяца	12 месяцев	>13,5 месяцев
12/22	0,49±0,26	0,72±0,40	0,96±0,54	0,83±0,59
24/27	0,59±0,29	0,75±0,24	0,74±0,40	0,77±0,40
34/37	0,50±0,33	0,84±0,50	0,74±0,33	0,65±0,29
32/42	0,39±0,16	0,69±0,40	0,83±0,58	0,70±0,49
44/47	0,59±0,24	0,88±0,42	0,91±0,43	0,69±0,24
14/17	0,42±0,23	0,75±0,42	0,81±0,49	0,78±0,47

Через 4 месяца лечения значения периотестометрии увеличились и стали статистически значимо отличаться относительно обследованных контрольной группы во всех секстантах. Наиболее выраженное увеличение произошло в секстантах 34/37 и 44/47 в 3,8 и 4,1 раза соответственно. На следующем этапе через 12 месяцев лечения значения периотестометрии изменились в меньшей степени по сравнению с предыдущим этапом, но также оставались статистически значимо отличающимися относительно обследованных контрольной группы во всех секстантах.

На завершающем этапе лечения в сроки более 13,5 месяцев во всех секстантах за исключением секстанта 24/27 произошло снижение значений периотестометрии, которое отражало общую тенденцию их изменений на этапах ортодонтического лечения. Тем не менее, у всех секстантов сохранились статистически значимые отличия относительно обследованных контрольной группы, которые свидетельствуют о неполном восстановлении связочного аппарата зубов.

Изучение показателя гидратации тканей пародонта у пациентов с дистальной окклюзией показало, что до лечения его значения примерно одинаковые во всех секстантах за исключением секстанта 24/27, у которого значение больше, чем в среднем в остальных секстантах, на 9,4% (таблица 5). При этом во всех секстантах за исключением секстанта 24/27 значения показателя гидратации тканей пародонта количественно были меньше по отношению как к норме ( $1 \pm 0,09$  у.е.), так и к обследованным контрольной группы, что соответствует не повышенной, как при воспалении, а сниженной гидратации. Вероятно, такое функциональное состояние тканей пародонта обусловлено наличием механических напряжений в костной ткани, обусловленных нарушением окклюзии.

Таблица 5

Значения показателя гидратации тканей пародонта у пациентов с дистальной окклюзией в секстантах на исследованных этапах ортодонтического лечения.

Обозначение секстантов	Длительность ортодонтического лечения			
	до лечения	4 месяца	12 месяцев	>13,5 месяцев
12/22	0,90±0,09	0,86±0,06	0,91±0,13	0,94±0,12
24/27	0,96±0,08	0,95±0,12	0,93±0,14	0,99±0,10
34/37	0,86±0,04	0,86±0,09	0,93±0,08	0,94±0,07
32/42	0,89±0,11	0,88±0,08	0,90±0,10	1,00±0,07
44/47	0,86±0,08	0,87±0,05	0,91±0,07	0,94±0,09
14/17	0,85±0,06	0,83±0,08	0,88±0,11	0,92±0,08

Через 4 месяца лечения в большинстве секстантов значения показателя гидратации тканей пародонта у пациентов снизились, что может отражать увеличение механических напряжений в костной ткани после начала лечебных процедур. Однако в секстантах 34/37 и 44/47 снижение значений показателя гидратации тканей пародонта у пациентов не произошло, несмотря на значительное увеличение значений периотестометрии.

Через 12 месяцев лечения наблюдали процесс нормализации показателя гидратации тканей пародонта во всех секстантах за исключением секстанта 24/27. При длительности лечения более 13,5 месяцев отмечалось дальнейшее увеличение гидратации тканей во всех областях. В результате по отношению к пациентам до лечения показатель гидратации тканей при длительности лечения более 13,5 месяцев увеличился в секстанте 12/22 на 11,7%, в секстанте 24/27 – на 5,9%, в секстанте 34/37 – на 13,2%, в секстанте 32/42 – на 15,2%, в секстанте 44/47 – на 13,3% и в секстанте 14/17 – на 7,7%. Необходимо отметить, что на этом завершающем этапе лечения показатель гидратации тканей уже во всех секстантах соответствовал значениям нормы, что свидетельствовало об отсутствии механических напряжений в тканях пародонта, несмотря на наличие ортодонтических аппаратов. По данным литературы этому также может способствовать восстановление кровообращения в пародонте, увеличение диаметра просвета кровеносных сосудов десны и уменьшение сопротивления кровотоку при ортодонтическом лечении (Дробышева Н. С. и соавт., 2006; Дробышева Н. С., 2007).

Результаты изучения показателя регенерационной способности тканей показали, что у пациентов до лечения его значения во всех секстантах превышают граничное значение, что свидетельствует о преобладании процесса регенерации в тканях пародонта (таблица 6).

Таблица 6

Значения показателя регенерационной способности тканей в секстантах на исследованных этапах ортодонтического лечения. Жирным шрифтом отмечены значения, при которых преобладает процесс резорбции тканей

Секстанты	Длительность ортодонтического лечения			
	до лечения	4 месяца	12 месяцев	> 12 месяцев
12/22	2,626±0,427	2,281±0,404	2,497±1,250	2,196±0,726
24/27	2,206±0,633	2,630±0,697	2,249±1,011	<b>1,958±0,484</b>
34/37	2,364±0,250	2,434±0,510	2,283±0,579	<b>2,070±0,341</b>
32/42	2,292±0,683	2,148±0,575	2,377±0,461	<b>1,819±0,442</b>
44/47	2,826±0,881	2,309±0,369	2,203±0,399	<b>2,095±0,494</b>
14/17	2,460±0,418	2,706±0,768	2,675±0,980	2,115±0,520

У пациентов с длительностью ортодонтического лечения 4 и 12 месяцев количественные значения показателя регенерационной способности тканей изменяются разнонаправлено, но ни в одной области не снижаются до граничного значения. Однако у пациентов с длительностью ортодонтического лечения более 13,5 месяцев значения показателя регенерационной способности тканей в секстантах 24/27, 34/37, 32/42 и 44/47 в среднем ниже граничного значения. Это указывает на преобладание в этих секстантах процесса резорбции в тканях пародонта.

Выявленная динамика исследованных показателей при проведении ортодонтического лечения может быть обусловлена тем, что достижение физиологической окклюзии в сроки более 13,5 месяцев сопровождается снижением механических напряжений в тканях пародонта. С позиций представлений об оптимизации механо-метаболической среды, направленной на сохранение жизнеспособности остеоцитов (Аврунин А. С. и соавт., 2012, 2013), это приводит к снижению эффективности конвекционного движения жидкости по лакунарно-канальцевой системе за счет деформируемости костных структур. В результате компенсационным фактором, обеспечивающим поддержание необходимого поступления к остеоцитам питательных веществ и удаление от них продуктов метаболизма, выступает увеличение пропускной способности лакунарно-канальцевой системы,

которая определяется поперечным сечением системы полостей. Увеличение поперечного сечения происходит за счет активизации процессов резорбции, которое было выявлено в работе по показателю регенерационной способности тканей. При этом с увеличением поперечного сечения системы полостей лакунарно-канальцевой системы происходит увеличение ее объема, что отражается увеличением гидратации тканей пародонта.

На начальном этапе проведения исследований нами было выявлено, что корректные измерения прибор «АВС-02» может обеспечивать только в определенном диапазоне импеданса тканей, на которые он настроен. Этот диапазон соответствовал значениям импеданса, характерным для состояния тканей у здоровых людей и при пародонтите, когда на фоне воспалительного процесса имеется повышенная гидратация тканей (отек). После анализа проведенных нами измерений у пациентов с дистальной окклюзией было определено, что значения импеданса в ряде случаев соответствуют значительно сниженной гидратации тканей, которая выходит за пределы диапазона корректной работы прибора. В связи с этим разработчиками оборудования была проведена перенастройка калибровочных характеристик прибора для возможности корректных измерений при сниженной гидратации тканей. И использованные при анализе результаты настоящей работы были получены с исправленными калибровочными характеристиками прибора. Таким образом, опыт применения биоимпедансного анализа при дистальной окклюзии свидетельствует о том, что калибровки прибора АВС-02 при проведении исследований результатов ортодонтического лечения должны быть настроены не на повышенную, а на сниженную гидратацию тканей. На основании этого мы можем сделать следующие выводы.

## ВЫВОДЫ

1. До лечения значения периотестометрии у зубов на верхней челюсти статистически значимо не отличались от контрольной группы, за исключением зубов 2.6 и 2.7, у которых они были статистически значимо больше в 1,7 и 1,5 раза, чем у контрольной группы. На нижней челюсти у всех боковых зубов справа, а также у зубов 3.4 и 3.6 значения периотестометрии были в 2-4 раза статистически значимо больше, чем у контрольной группы. Значения показателя гидратации тканей у пациентов с дистальной окклюзией до лечения отражали состояние сниженного уровня гидратации во всех секстантах как на верхней, так и на нижней челюсти и статистически значимо отличались от контрольной группы на 8-23%. Значения показателя регенерационной способности тканей у пациентов с дистальной окклюзией до лечения соответствовали преобладанию процессов остеогенеза над процессами резорбции во всех секстантах верхней и нижней челюстей и статистически значимо не отличались от контрольной группы.
2. У пациентов с дистальной окклюзией на этапах ортодонтического лечения подвижность зубов, оцениваемая по показателям периотестометрии, увеличивается при возрастании длительности лечения до 12 месяцев в 1,8 раза, после чего снижается на 14% при длительности лечения более 13,5 месяцев.
3. Данные биоимпедансного анализа позволяют дополнить оценку функционального состояния пародонта: сниженные значения показателя гидратации тканей указывают на наличие механических напряжений в тканях пародонта, а по показателю регенерационной способности тканей можно определить преобладание процессов резорбции или остеогенеза.
4. На исследованных сроках ортодонтического лечения во всех областях зубных рядов значения показателя гидратации снижены на 10-15%. При длительности ортодонтического лечения более 13,5 месяцев происходит статистически значимое увеличение показателя гидратации тканей пародонта, и он соответствует норме во всех областях зубных рядов.
5. При длительности ортодонтического лечения более 13,5 месяцев происходит снижение показателя регенерационной способности тканей

пародонта на нижней челюсти на 12-21% и в области боковых зубов слева на верхней челюсти на 11% до значений, при которых преобладают процессы резорбции тканей. Наиболее выраженное статистически значимое снижение показателя регенерационной способности тканей пародонта на 26% происходит в области боковых зубов справа на нижней челюсти.

## **ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ**

Комплексное применение показателя периотестометрии с показателями гидратации и регенерационной способности тканей, определяемых по данным биоимпедансного анализа, позволяют более полно определить функциональное состояние пародонта на этапах ортодонтического лечения у пациентов с дистальной окклюзией.

Мы рекомендуем использовать показатель гидратации тканей для выявления наличия повышенных механических напряжений в тканях пародонта, что определяется по снижению этого показателя менее значений нормы.

Показатель регенерационной способности тканей целесообразно применять для оценки соотношения интенсивности процессов остеогенеза и резорбции в пародонте. При снижении этого показателя менее критического значения, составляющего 2,1 условных единиц, процессы резорбции преобладают над процессами остеогенеза, что отражает активизацию процессов моделирования/ремоделирования тканей пародонта.

Применение больших ортодонтических сил может приводить к ослаблению связочного аппарата зубов, которое характеризуется продолжительным восстановительным периодом. Для предотвращения значительного ослабления связочного аппарата зубов мы рекомендуем использовать небольшие нагрузки, особенно у взрослых пациентов, у которых окружающие ткани не такие эластичные, как у детей и подростков.

Корректные измерения показателей функционального состояния пародонта у пациентов с дистальной окклюзией при применении биоимпедансного анализа необходимо проводить с настройкой калибровочных характеристик прибора АВС-02 на сниженную гидратацию тканей.

## СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

1. Ступницкий А. В., Панкратова Н.В., Картон Е. А., Персин Л. С., Постников М. А., Московец О. О. Состояние гемодинамики пародонта на этапах ортодонтического лечения у пациентов с разной толщиной альвеолярного отростка в области верхних боковых зубов. Часть I // **Институт стоматологии**. 2019. 1. С. 67-69.
2. Ступницкий А. В., Панкратова Н.В., Картон Е. А., Персин Л. С., Постников М. А., Московец О. О. Состояние гемодинамики пародонта на этапах ортодонтического лечения у пациентов с разной толщиной альвеолярного отростка в области верхних боковых зубов. Часть II // **Институт стоматологии**. 2019. 2. С. 59-61.
3. Persin L. S, Stupnitckii A. V, Pankratova N. V, Postnikov M. A, Karton E. A and Moskovets O. O. Orthodontic Patients Posterior Teeth Periodontium Hemodynamics Upon Applying Niti Wires of Different Cross-Sections // *EC DENTAL SCIENCE*. 2019. 19.4. P. 755-765.
4. Moskovets O. O., Slabkovskaya A. B., Abramova M. Y. Periotestometry and tissue hydration. How are these indicators related? // **Prensa Medica Argentina**. 2019. 105 (9). P. 571-575.
5. Moskovets O. O. Анализатор биоимпедансных обменных процессов // В кн.: Ортодонтия. Национальное руководство. В 2 т. Т. 1. Диагностика зубочелюстных аномалий / под ред. Л.С.Персина. – Москва: ГЕОТАР-Медиа. 2020. – С. 268-270.

Подписано в печать 29.06.2021 г.  
Формат А5  
Бумага офсетная. Печать цифровая.  
Тираж 100 Экз. Заказ № 180015-6-30  
Типография ООО «МДМпринт» (Печатный салон МДМ)  
119146, г. Москва, Комсомольский пр-кт, д.28