

*На правах рукописи*



**Еловская Алина Алексеевна**

**Патогенетическое обоснование ортодонтической стратегии у детей с терминальной стадией хронической болезни почек**

3.1.7. Стоматология

3.3.3. Патологическая физиология

Автореферат

диссертации на соискание ученой степени

кандидата медицинских наук

Москва – 2025

Работа выполнена в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова Министерства здравоохранения Российской Федерации (Сеченовский Университет)

**Научные руководители:**

доктор медицинских наук, доцент  
доктор медицинских наук, профессор

**Морозова Наталия Сергеевна**  
**Морозова Ольга Леонидовна**

**Официальные оппоненты:**

**Шаковец Наталья Вячеславовна** – доктор медицинских наук, профессор, Государственное учреждение «Республиканский клинический стоматологический центр – Университетская клиника», клинический отдел лечебно-хирургической помощи, начальник отдела

**Лямина Светлана Владимировна** – доктор медицинских наук, доцент, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский университет медицины» Министерства здравоохранения Российской Федерации кафедра пропедевтики внутренних болезней и гастроэнтерологии, профессор кафедры; Научно-исследовательский центр биомедицинских исследований, лаборатория молекулярной патологии пищеварения, заведующая лабораторией

**Ведущая организация:** Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы»

Защита диссертации состоится «18» декабря 2025 г. в 13:00 часов на заседании диссертационного совета ДСУ 208.001.36 при ФГАОУ ВО Первый МГМУ имени И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет) по адресу: 119991, г. Москва, ул. Трубецкая, д. 8, стр. 2

С диссертацией можно ознакомиться в Фундаментальной учебной библиотеке ФГАОУ ВО Первый МГМУ имени И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет) (119034, г. Москва, Зубовский бульвар, д.37/1) и на сайте организации: <https://www.sechenov.ru>

Автореферат разослан « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2025 г.

Ученый секретарь диссертационного совета  
кандидат медицинских наук, доцент



**Дикопова Наталья Жоржевна**

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

### Актуальность темы исследования

Хроническая болезнь почек (ХБП) – это полиэтиологическое, медленно прогрессирующее (от 3 месяцев до нескольких лет) заболевание, сопровождающееся гибелью нефронов и нарушением функции почек (Вялкова А. А. и др, 2019). Глобальная распространенность ХБП по последним эпидемиологическим данным составляет 13,4%, при этом детская заболеваемость достигает 15-74,7 случаев на миллион детского населения, демонстрируя тенденцию к росту (Kovesdy С. Р., 2022; Costacurta М. et al., 2022). На сегодняшний день диагностика ХБП осуществляется лабораторными методами, включающими оценку скорости клубочковой фильтрации (СКФ) по фильтрационным маркерам: сывороточному креатинину или цистатину С с применением специальных формул, а также анализ мочи на содержание альбумина или общего белка, либо их комбинацию (Becker G.J. et al., 2012).

Этиологические факторы ХБП у детей характеризуется преобладанием врожденной патологии: аномалии развития почек и мочевыводящих путей выявляются в 60% случаев, генетически обусловленные заболевания (цистиноз, оксалоз, наследственный нефрит, поликистоз) – в 20-30% случаев, а также гломерулярные поражения, включая гемолитико-уремический синдром, составляют менее 10% от всех случаев заболевания (Harambat J. et al., 2012; Rodriguez M. M., 2014).

Особенностью ХБП у детей является в отсутствии явной клинической симптоматики на ранних стадиях, что в совокупности со сложностями диагностики в педиатрической практике приводит к позднему выявлению заболевания (Cirillo L. et al., 2023). На терминальной стадии ХБП (тХБП) требуется проведение заместительной почечной терапии (ЗПТ) в объеме гемодиализа, или перитониального диализа, или трансплантации почки. Данные методы лечения существенно влияют на качество жизни пациентов и сопряжены с риском развития различных осложнений (Kusumi K. et al., 2021).

Одной из наиболее значимых проблем является нарушение формирования зубочелюстной системы (ЗЧС). Патология роста и развития челюстно-лицевой области (ЧЛО) у детей с ХБП ассоциирована с задержкой соматического развития, гормональными и метаболическими нарушениями. Задержка прорезывания зубов, остеопороз, зубочелюстные аномалии (ЗЧА), изменения в височно-нижнечелюстном суставе (ВНЧС) и нарушение краниофациального роста выявляются более чем у 90% детей с ХБП (Costacurta М. et al., 2022; Velan E. et al., 2021; Elhusseiny G. A. et al., 2024). Особую клиническую сложность представляют пациенты с тХБП, нуждающиеся в ортодонтическом лечении (Kusumi K. et al., 2021).

На сегодняшний день отсутствует единая ортодонтическая стратегия ведения таких пациентов. Не определены оптимальные сроки начала лечения, инструменты для оценки костного обмена и предикторы успеха лечения (Song M. et al., 2023; Fadli N. A. et al., 2024). Минеральные и костные нарушения (МКН-ХБП) сопровождающие тХБП, требуют уточнения молекулярных механизмов костного ремоделирования и разработку диагностических методов и объективного мониторинга.

Одним из наиболее перспективных направлений является внедрение молекулярно-биологических методов диагностики с целью динамического контроля изменений в костной ткани на фоне системной патологии. Изучение механизмов костного ремоделирования при метаболических нарушениях, ассоциированных с ХБП, позволило выделить ряд биомаркеров, отражающих активность остеокластов и остеобластов. В частности, остеокальцин (ОС) и дезоксипиридинолин (DPD) являющиеся биомаркерами костеобразования и резорбции соответственно (Kloukos D. et al., 2022; Ahmad A. et al., 2023).

Современные исследования всё чаще акцентируют внимание на возможности использования альтернативных биологических жидкостей, таких как ротовая (РЖ) и зубодесневая жидкость (ЗДЖ) для детекции биомаркеров (Bibi T. et al., 2021).

Несмотря на перспективность использования биомаркеров в клинической практике, проблема их специфичности и чувствительности в различных биологических средах остаётся недостаточно изученной. Для дальнейшего совершенствования этих методов требуется проведение исследований, направленных на валидацию биомаркеров и анализ их диагностической ценности у данной когорты пациентов. В свою очередь разработка диагностических алгоритмов, ориентированных на мониторинг молекулярных биомаркеров, позволит персонализировать подход к ортодонтическому лечению детей с тХБП.

### **Степень разработанности темы исследования**

Несмотря на наличие ряда публикаций, посвящённых общим аспектам стоматологического и ортодонтического ведения пациентов с хронической болезнью почек, в литературе отсутствуют данные, отражающие особенности ремоделирования костной ткани челюстных костей у детей с тХБП. Также отсутствуют исследования, оценивающие влияние минеральных и костных нарушений на ортодонтическое перемещение зубов. Особенно недостаточно освещён вопрос мониторинга процессов костного ремоделирования пациентов с тХБП с использованием не инвазивных методов исследования локальных биомаркеров — в частности, биомаркеров костного метаболизма в ЗДЖ и РЖ в динамике ортодонтического лечения. Это создаёт существенный пробел в научном обосновании индивидуализированной ортодонтической стратегии для данной категории пациентов.

## **Цель и задачи исследования**

### **Цель исследования:**

Оптимизировать выбор ортодонтической стратегии у детей с тХБП на основе патофизиологического и математического анализа изменений биомаркеров костного метаболизма и клинических проявлений патологии.

### **Задачи исследования:**

1. Установить необходимость проведения ортодонтической коррекции у детей с тХБП с учетом распространенности зубочелюстных аномалий (ЗЧА) и анализа положения височно-нижнечелюстного сустава (ВНЧС) по данным конусно-лучевой компьютерной томографии (КЛКТ).

2. Определить информативность метода ультразвуковой диагностики (УЗИ) для выявления патологии височно-нижнечелюстного сустава (ВНЧС) у детей с тХБП и без патологии почек.

3. Выявить особенности изменения содержания биомаркеров ремоделирования кости в различных биологических жидкостях и сопоставить с данными клинических проявлений и дополнительных методов исследования.

4. Разработать индекс ремоделирования кости и систему поддержки принятия врачебных решений с использованием искусственного интеллекта для оптимизации ортодонтической стратегии у детей с тХБП.

## **Научная новизна**

Уточнены данные по ЗЧА у детей с тХБП, на основании фотометрического, антропометрического, инструментального и лучевого методов диагностики, и оценена необходимость и объем ортодонтической коррекции.

Впервые проведен сравнительный анализ структурных изменений ВНЧС по данным КЛКТ и УЗИ у детей с тХБП и без патологии почек.

Впервые проанализированы изменения биомаркеров ремоделирования кости в различных биологических жидкостях у пациентов с тХБП, установлены наиболее значимые показатели, коррелирующие с СКФ, плотностью костной ткани по данным КЛКТ.

Впервые патогенетически обоснованы принципы и методы оптимизации ортодонтической диагностики для пациентов с тХБП.

Разработан индекс костного ремоделирования (ИРК), послуживший основой для системы принятия врачебных решений по выбору оптимальной стратегии ортодонтической помощи.

## **Теоретическая и практическая значимость работы**

Выявленная взаимосвязь между изменением содержания биомаркеров костного метаболизма, состоянием почечной функции по СКФ и рентгенологической плотностью костной ткани позволила дополнить представления о механизмах МКН-ХБП у детей с тХБП, что имеет большую теоретическую значимость. Установленные изменения биомаркеров дают возможность патогенетически обосновывать выбор персонализированной ортодонтической стратегии у пациентов с ХБП.

Применение УЗИ в качестве метода визуализации ВНЧС пациентам с ХБП обеспечивает идентификацию внутрисуставной патологии неинвазивным методом на ранних стадиях, а также позволяет объективизировать показания к проведению углубленной комплексной диагностики в рамках планирования ортодонтической реабилитации, что имеет высокую практическую значимость.

Применение индекса ремоделирования кости с высокой диагностической точностью обеспечивает выбор наиболее подходящего периода и метода ортодонтического лечения ЗЧА пациентов с ХБП, что значимо в клинической практике.

## **Методология и методы исследования**

Диссертационная работа выполнена в соответствии с принципами и правилами доказательной медицины. Тип исследования – проспективное многоцентровое одномоментное диагностическое исследование.

Объектом исследования явились 52 ребенка в возрасте от 9 до 17 лет, 32 пациента были с тХБП и ЗЧА, 20 детей без общесоматической патологии.

В работе были использованы клинико-лабораторные, функциональные, рентгенологические, ультразвуковые и молекулярные методы исследования. Этапы исследования одобрены Локальным Этическим комитетом ФГАОУ ВО Первого МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет) (протокол No 04-25 от 20 февраля 2025 года).

Накопление, корректировка, систематизация исходной информации, а также визуализация полученных результатов осуществлялись в электронных таблицах Microsoft Office Excel 2018. Статистическая обработка клинического материала проводилась с помощью Prism 8.0.1 (GraphPad Software, США) и языка R 4.4.2 в программной среде R-Studio.

Диссертационная работа является прикладным научным исследованием, решающим задачи ортодонтической диагностики, совершенствования стратегии лечения зубочелюстных аномалий у пациентов с тХБП.

## **Положения, выносимые на защиту**

1. При оценке ортодонтического статуса у детей с тХБП после трансплантации почки наиболее часто встречаются II скелетный класс и сужение верхней челюсти, верхнезаднее смещение суставной головки мыщелкового отростка нижней челюсти по данным КЛКТ и вентральное смещение суставного диска по данным УЗИ, что требует коррекции.

2. Повышение содержания дезоксиридинолина в моче и остеокальцина в зубодесневой жидкости отражают изменения костного метаболизма у детей с тХБП и коррелируют с рентгенологической оценкой плотности костной ткани и лабораторными данными минерально-костных нарушений.

3. Индекс ремоделирования кости (соотношение дезоксиридинолина в моче к остеокальцину в зубодесневой жидкости) коррелирует с рентгенологической плотностью челюстных костей и результативен в принятии врачебного решения по выбору персонализированной ортодонтической стратегии.

## **Соответствие диссертации паспорту научной специальности**

Научные положения диссертации соответствуют пункту 6 (разработка и обоснование новых клинико-технологических методов в ортодонтии и ортопедической стоматологии) паспорта специальности 3.1.7. Стоматология и 1 (исследование особенностей этиологических факторов, вызывающих развитие повреждения, и характера их воздействия на уровне клеток, органов и систем организма), 2 (изучение механизмов развития заболеваний, типовых патологических процессов и реакций организма на воздействие патогенных факторов, в том числе механизмов формирования патологических систем и нарушений информационного процесса, обуславливающих развитие заболеваний) и 6 (изучение механизмов, лежащих в основе различных исходов и осложнений болезни; анализ причин и механизмов развития неполного выздоровления и формирования хронического течения болезни) пунктам паспорта специальности 3.3.3. Патологическая физиология.

## **Степень достоверности и апробация результатов**

Степень достоверности результатов и объективность выводов диссертационной работы обеспечивается применением в работе современных и общепринятых методов исследования, адекватного дизайна, соответствующего поставленным цели и задачам; использованием сертифицированных реактивов и оборудования; использованием соответствующих методов статистической обработки данных; обсуждением результатов исследования на международных и всероссийских научных конференциях; публикацией результатов исследования в научных

журналах, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией и входящих в международные базы данных.

Результаты исследования доложены на XX Российском конгрессе «Инновационные технологии в педиатрии и детской хирургии» с международным участием (Москва, 2021); Научно-практической конференция «V съезд ортодонтос Московкой области» (Москва, 2022); XVI Научно-практической конференции «Стоматологическое здоровье ребенка» (Москва, 2022); 9th International congress of pathophysiology, 5th congress of physiological sciences of Serbia (Белград, Сербия, 2023); I Евразийском конгрессе по патологической патофизиологии (Москва, 2024); Sino-Russian International Stomatology Forum (Москва, 2024); Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых с международным участием «Актуальные вопросы стоматологии» (Москва, 2025).

### **Внедрение результатов исследования**

Основные диагностические мероприятия, которые были предложены автором, внедрены в работу отделения детской стоматологии и ортодонтии Клинического центра ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И. М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет) и оценена их эффективность; результаты исследования используются в учебном процессе на кафедре детской профилактической стоматологии и ортодонтии ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет) при изучении дисциплин профилактика стоматологических заболеваний и ортодонтия.

### **Личный вклад автора**

Лично автором проведен анализ научных работ в отечественных и зарубежных источниках литературы по теме диссертации, составлен дизайн и текст исследовательской работы. В ходе написания работы изданы статьи по теме исследования, а также представлены основные результаты на отечественных и международных конференциях. Получен патент по разработанному индексу и разработана программа по принятию решения о тактике лечения для электронной вычислительной машины. Автором лично сформированы цель и задачи, основные положения, выносимые на защиту, выводы и проведен статистический анализ результатов на основе методов математического моделирования.

### **Публикации по теме диссертации**

По материалам диссертации опубликовано 14 работ, в том числе 3 научные статьи в журналах, включенных в Перечень рецензируемых научных изданий Сеченовского

Университета / Перечень ВАК при Минобрнауки России, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, 3 статьи в изданиях, индексируемых в международных базах Web of Science, Scopus, PubMed, 3 иные публикации по результатам исследования, 3 свидетельства о государственной регистрации, 2 публикации в сборниках материалов международных и всероссийских научных конференций (из них – 1 зарубежная конференция).

### **Структура и объем диссертации**

Диссертационная работа состоит из 164 страниц и включает введение, 5 глав (обзор литературы; материал и методы исследования; особенности стоматологического статуса детей с терминальной стадией ХБП; патогенетический анализ биомаркеров костного метаболизма у детей с терминальной стадией ХБП, индекс ремоделирования кости для алгоритма принятия ортодонтической стратегии), заключение, выводы, практические рекомендации, список сокращений и условных обозначений, список литературы, приложение. Текст иллюстрирован 22 таблицами, 55 рисунками и 1 схемой. Список литературы содержит 176 источников, из них 35 на русском и 141 на иностранных языках.

## **ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ**

### **Материалы и методы исследования**

Клиническое исследование представляет собой проспективное одномоментное многоцентровое исследование случай-контроль детей с ХБП.

В ходе настоящего исследования было проведено распределение 52 пациентов на 4 группы, в числе которых были три клинические и одна контрольная группа. Первую группу исследования составили 12 детей с тХБП до трансплантации почки с уровнем СКФ <15 мл/мин/1,73 м<sup>2</sup>, находящиеся на ЗПТ в объеме гемодиализа или перитонеального диализа. Во вторую клиническую группу вошли 10 пациентов с тХБП после перенесенной трансплантации и сопутствующим диагнозом Т86.1 Отмирание и отторжение трансплантата почки, с уровнем СКФ 15-60 мл/мин/1,73 м<sup>2</sup>. Третью группу представили 10 пациенты с ХБП после пересадки почечного трансплантата (Z94.0 Наличие трансплантированной почки) и уровнем СКФ > 60 мл/мин/1,73 м<sup>2</sup>. Четвертую группу составили 20 детей и подростков без общесоматической патологии, подобранных по полу и возрасту группе детей с ХБП, проходивших стоматологическое обследование на кафедре детской, профилактической стоматологии и ортодонтии Института стоматологии имени Е.В. Боровского в сроки исследования.

Для реализации поставленных цели и задач исследования был разработан дизайн исследования (Схема 1).



Схема 1 – Дизайн исследования

## РЕЗУЛЬТАТЫ СОБСТВЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

### Особенности стоматологического статуса детей с хронической болезнью почек

Анализ положения челюстей в сагиттальной плоскости по Jacobson (Таблица 1) установил, что прогнатия верхней челюсти встречается чаще, чем ретрогнатия. В группе 1 прогнатическое

положение верхней челюсти выявлено у 58% пациентов, в группе 2 – у 60%, тогда как в группе 3 этот показатель составил 30%, а в группе 4 – 45%. В то же время ретрогнатия наиболее распространена в группе 3 (50% пациентов), что значительно выше, чем в остальных группах (8–10%). Что касается положения нижней челюсти, ретрогнатия встречалась у 42% пациентов группы 1, у 30% в группе 2, но достигала 80% в группе 3 и 55% в группе 4. Дистальный прикус ( $ANB > 2^\circ$ ) чаще наблюдался в группах 1 и 3 (по 58% и 50% соответственно), а мезиальный – у 70% пациентов группы 2 и 60% группы 4.

Распределение скелетного класса по числу Wits также демонстрирует преобладание 2 скелетного класса (дистальный прикус) в группах 1 и 3 (по 58% и 70% соответственно), тогда как в группах 2 и 4 доля пациентов со 2 классом снижена до 30–45%.

Анализ базального угла показал распространённость нормального вертикального соотношения челюстей и нормальные значения наблюдались у 70–83% пациентов групп 1, 2 и 3, тогда как в группе 4 вариант нормы был отмечен 80% детей. Глубокий прикус был диагностирован у 20% пациентов групп 2, 3 и 4, но отсутствовал в группе 1. Открытый прикус выявлен только у группы 1 (17%) и группы 3 (10%), а в других группах не встречался. При анализе положения резцов верхней челюсти норма наиболее часто встречалась в группах 1 и 2 (50%), тогда как в группе 4 этот показатель составил 35%, а в группе 3 – 40%. Протрузия наблюдалась с одинаковой частотой в группах 1 и 2 (42% и 50%), но реже встречалась в группе 3 (20%). Ретрузия верхних резцов чаще всего диагностировалась в группе 3 (40%) и группе 4 (30%), а в группе 2 не встречалась вовсе.

Положение нижних резцов также демонстрировало значительные различия. Нормальное положение резцов чаще всего встречалось в группе 4 (60%), в то время как в остальных группах этот показатель варьировался от 30% до 40%. Протрузия нижних резцов была наиболее распространена в группе 1 (67%) и группе 3 (70%), а в группе 4 этот показатель составил 40%. Ретрузия нижних резцов встречалась исключительно в группе 2 (10%), тогда как в остальных группах наблюдалась нормотрузия.

Таблица 1 – Распространенность зубочелюстных аномалий в группах детей

Параметр		Группа 1 n=12	Группа 2 n=10	Группа 3 n=10	Группа 4 n=20	Уровень значимости хи критерия Пирсона	
						$\chi^2$	p
SNA	Норма	4 (33%)	3 (30%)	2 (20%)	5 (25%)	6,63	0,356
	Прогнатия	7 (58%)	6 (60%)	3 (30%)	9 (45%)		
	Ретрогнатия	1 (8%)	1 (10%)	5 (50%)	6 (30%)		

Продолжение Таблицы 1

SNB	Норма	2 (17%)	4 (40%)	0 (0%)	4 (20%)	7,999	0,238
	Прогнатия	5 (42%)	3 (30%)	2 (20%)	5 (25%)		
	Ретрогнатия	5 (42%)	3 (30%)	8 (80%)	11 (55%)		
Скелетный класс (Число Wits)	Норма	5 (42%)	7 (70%)	3 (30%)	11 (55%)	3,73	0,292
	II класс	7 (58%)	3 (30%)	7 (70%)	9 (45%)		
Базальный угол	Нормальный прикус	10 (83%)	8 (80%)	7 (70%)	16 (80%)	7,05	0,317
	Глубокий прикус	0 (0%)	2 (20%)	2 (20%)	4 (20%)		
	Открытый прикус	2 (17%)	0 (0%)	1 (10%)	0 (0%)		
Положение резцов верхней челюсти	Норма	6 (50%)	5 (50%)	4 (40%)	7 (35%)	7,38	0,287
	Протрузия	5 (42%)	5 (50%)	2 (20%)	7 (35%)		
	Ретрузия	1 (8%)	0 (0%)	4 (40%)	6 (30%)		
Положение резцов нижней челюсти	Норма	4 (33%)	4 (40%)	3 (30%)	12 (60%)	7,74	0,258
	Протрузия	8 (67%)	5 (50%)	7 (70%)	8 (40%)		
	Ретрузия	0 (0%)	1 (10%)	0 (0%)	0 (0%)		

Анализ трансверсальных соотношений верхней и нижней челюстей по Penn-анализу (Таблица 2) выявил значительные различия между группами ( $\chi^2 = 21,52$ ,  $p = 0,0015$ ).

Таблица 2 – Результаты анализа трансверсальных соотношений верхней и нижней челюстей по Penn-анализу

Penn-анализ	n (%)				Уровень значимости хи критерия Пирсона	
	Группа 1 n=12	Группа 2 n=10	Группа 3 n=10	Группа 4 n=20	$\chi^2$	p
Сужение	11 (92%)	9 (90%)	3 (30%)	5 (25%)	21,52	0,0015
Норма	1 (8%)	1 (10%)	5 (50%)	10 (50%)		
Расширение	0 (0%)	0 (0%)	2 (20%)	5 (25%)		

Таким образом, представленные данные подтверждают высокую распространенность зубочелюстных аномалий, требующих ортодонтической коррекции.

По результатам анализа суставных пространств ВНЧС по данным КЛКТ в сагиттальной проекции (Таблица 3) установлено, что большинство отделов суставных пространств в

исследуемых группах либо незначительно выходят за пределы принятых «нормальных» диапазонов, либо располагаются у самой нижней или верхней границы нормы, что указывает на тенденцию к установке суставной головки с верхнезадним смещением, а также о наличии компрессии внутри сустава, что негативно сказывается на росте и развитии ЧЛО.

Таблица 3 – Результаты анализа суставных пространств ВНЧС по данным КЛКТ в сагиттальной проекции

Тестируемый отдел	Группа 1 n=12	Группа 2 n=10	Группа 3 n=10	Группа 4 n=20	Уровень значимости попарных сравнений		
					p <sub>1</sub>	p <sub>2</sub>	p <sub>3</sub>
Височно-нижнечелюстной сустав правая сторона							
Переднее суставное пр-во (AS), мм	1,717 ± 0,4991	2,007 ± 0,5010	1,575 ± 0,5032	1,665 ± 0,4903	0.9873	0.2271	0.9489
Среднее суставное пр-во (SS), мм	2,399 ± 0,4493	1,625 ± 0,4315	2,106 ± 0,8180	2,246 ± 0,8145	0.8922	0.0694	0.925
Заднее суставное пр-во (PS), мм	1,994 ± 0,8400	1,625 ± 0,4315	1,560 ± 0,5854	1,637 ± 0,4890	0.9014	>0,9999	>0,9999
Височно-нижнечелюстной сустав правая сторона							
Переднее суставное пр-во (AS), мм	1,865 ± 0,8157	1,966 ± 0,6859	1,535 ± 0,5076	1,654 ± 0,7192	0.6731	0.6104	0.6736
Среднее суставное пр-во (SS), мм	2,321 ± 0,3779	2,056 ± 0,7570	2,164 ± 0,8111	2,274 ± 0,7104	>0,9999	0.5333	0.7026
Заднее суставное пр-во (PS), мм	1,809 ± 0,4188	1,659 ± 0,5733	1,681 ± 0,4899	1,786 ± 0,5245	>0,9999	>0,9999	>0,9999
Заднее суставное пр-во (PS), мм	1,809 ± 0,4188	1,659 ± 0,5733	1,681 ± 0,4899	1,786 ± 0,5245	>0,9999	>0,9999	>0,9999

Анализ распространенности вентрального смещения по данным УЗИ установил, что данная патология чаще встречалась у всех исследуемых групп в правом суставе, а также у пациентов после трансплантации почки в левом ВНЧС (Таблица 4).

Таблица 4 – Результаты оценки распространенности частоты вентрального смещения во всех исследуемых группах

Наличие вентрального смещения		n (%)				Уровень значимости хи критерия Пирсона	
		Группа 1 n=12	Группа 2 n=10	Группа 3 n=10	Группа 4 n=20	χ <sup>2</sup>	p
Правый ВНЧС	Норма (<0,06 мм)	4 (33%)	2 (20%)	3 (30%)	9 (45%)	2.00	0.5725
	Вентральное смещение (>0,06мм)	8 (67%)	8 (80%)	7 (70%)	11 (55%)		
Левый ВНЧС	Норма (<0,06 мм)	8 (67%)	6 (60%)	4 (40%)	10 (50%)	1.84	0.6070
	Вентральное смещение (>0,06мм)	4 (33%)	4 (40%)	6 (60%)	10 (50%)		

Таким образом, ультразвуковое исследование в условиях стоматологического кабинета квалифицированным специалистом перспективно для первичного скрининга внутрисуставной патологии височно-нижнечелюстного сустава детям с тХБП.

### Патогенетический анализ биомаркеров костного метаболизма у детей с терминальной стадией ХБП

Исследование стандартных показателей МКН-ХБП показало, что уровни кальция в крови не различались между исследуемыми группами (Рисунок 1), что свидетельствует о стабильности медианного значения независимо от состояния почечной функции и трансплантата. Однако, показатели в группах с тХБП все же имеют больший разброс и менее однородны.

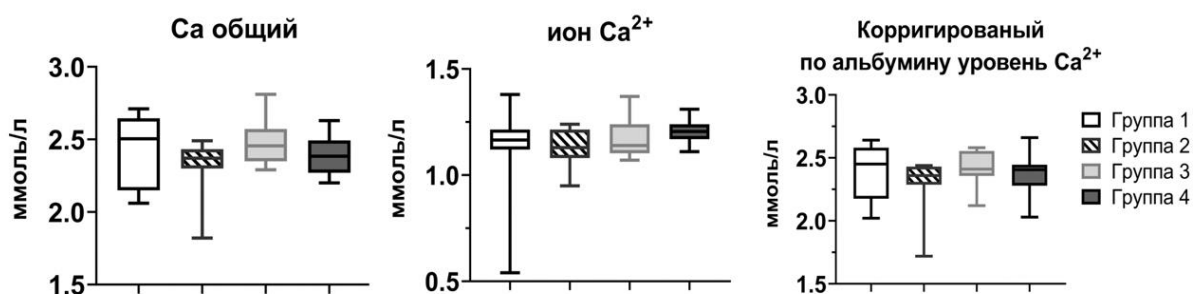


Рисунок 1 – Сравнительная характеристика уровня общего кальция (Са), иона кальция (Са<sup>2+</sup>) и корректированного по альбумину уровню иона кальция (Са<sup>2+</sup>) в крови у пациентов исследуемых групп

Аналогичные результаты получены при исследовании щелочной фосфатазы, паратиреоидного гормона и фосфора (Рисунок 2).

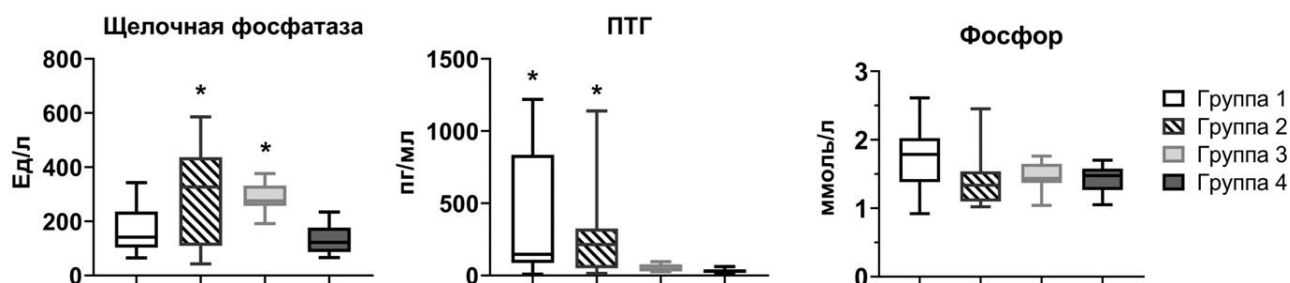


Рисунок 2 – Сравнительная характеристика уровня щелочной фосфатазы, паратиреоидного гормона и фосфора в крови у пациентов исследуемых групп

Таким образом, ни один из исследуемых показателей не был статистически значим у всех групп пациентов с тХБП, что диктовало поиск альтернативных биомаркеров и биологических сред для анализа.

### Анализ биомаркеров костного метаболизма

ОС выбран в качестве альтернативного биомаркера на основании его биологической роли и отражении нарушений минерализации костной ткани. Его содержание определяли в крови, РЖ и ЗДЖ у исследуемых групп (Таблица 5). Важно, что только в ЗДЖ концентрация ОС была статистически значима у всех исследуемых групп и была почти в два раза ниже, чем значения контрольной группы, что доказало нарушение процессов костеобразования при ХБП.

В качестве биомаркера отражающего процессы резорбции костной ткани был выбран DPD, который оценивался в моче (Таблица 5). Наиболее высокие значения DPD выявлены у пациентов с терминальной стадией хронической болезни почек и пациентов после трансплантации, что указывало на выраженную резорбцию кости. Уровень DPD у детей с дисфункцией трансплантата почки был промежуточными с большим разбросом, но превышал значения контрольной группы, что также подтверждало процесс резорбции.

Таблица 5 – Сравнительная характеристика биохимических показателей в моче, РЖ и ЗДЖ у пациентов исследуемых групп

Параметр	Группа 1 n=12	Группа 2 n=10	Группа 3 n=10	Группа 4 n=20	Уровень значимости попарных сравнений		
					p <sub>1</sub>	p <sub>2</sub>	p <sub>3</sub>
Моча							
DPD, нмоль/ммольКреат	18.25 ± 7.43	13.96 ± 8.55	14.73 ± 6.94	7.55 ± 5.95	0.0004*	0.0622	0.0316*
РЖ							
ОС, нг/мл	11.82 ± 1.89	12.72 ± 2.05	12.50 ± 1.69	13.46 ± 3.73	0.2784	0.8528	0.7314
ЗДЖ							
ОС, нг/мл	12.19 ± 3.62	9.48 ± 2.43	12.12 ± 1.42	20.08 ± 4.69	<0,0001*	<0,0001*	<0,0001*
Кровь							
ОС, нг/мл	220.8 ± 52.03	177.3 ± 85.62	191.2 ± 63.48	153.9 ± 56.15	0,0163*	0,6877	0,3265

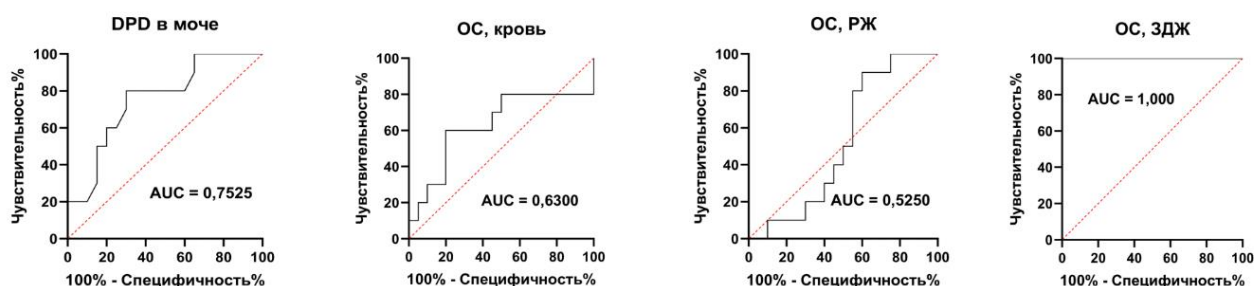


Рисунок 3 – ROC-кривая параметров DPD в моче, ОС в крови, РЖ, ЗДЖ определения принадлежности к группе детей с тХБП. Красная линия отражает случайное угадывание ( $AUC=0,5$ ), чёрная линия - фактическую диагностическую способность анализируемого показателя

ROC – анализ подтвердил высокую диагностическую значимость биомаркеров костного метаболизма DPD в моче и ОС в ЗДЖ.

При рентгенологическом анализе плотности костной ткани челюстей костей (Рисунок 4) было установлено, что у детей с тХБП более низкие показатели плотности кости в сравнении со здоровыми детьми. Однако степень отличия зависела от отдела и группы.

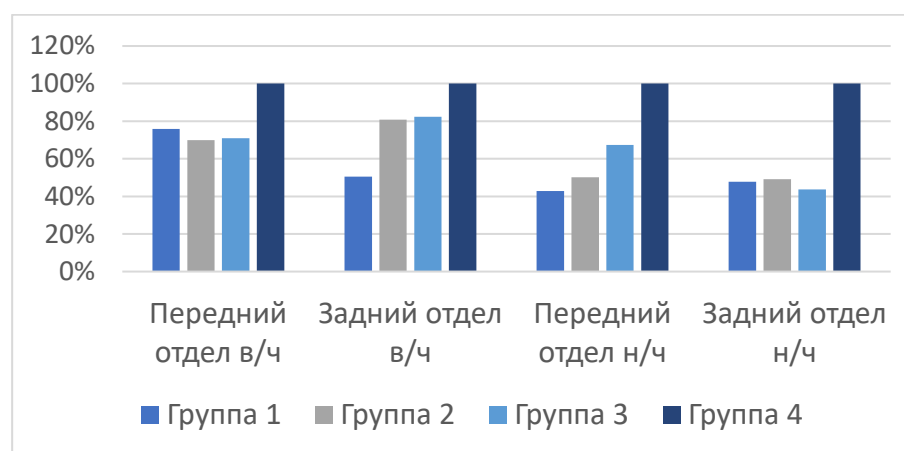


Рисунок 4 – Относительное отклонение значений плотности костной ткани челюстей в группах детей с ХБП от группы контроля

Таким образом, у детей с тХБП на заместительной почечной терапии до трансплантации плотность костной ткани была снижена в задних отделах верхней челюсти, а также в переднем и заднем отделах нижней челюсти; у пациентов с дисфункцией трансплантата почки в переднем и в заднем отделах нижней челюсти, а у детей после трансплантации с нормальным уровнем скорости клубочковой фильтрации только в заднем отделе нижней челюсти (Таблица 6).

Таблица 6 – Сравнительная характеристика плотности костной ткани в группах исследования по денситометрической шкале Хаунсфилда

Исследуемый отдел	Медиана [Q1; Q3]				Уровень значимости попарных сравнений		
	Группа 1 n=12	Группа 2 n=10	Группа 3 n=10	Группа 4 n=20	p <sub>1</sub>	p <sub>2</sub>	p <sub>3</sub>
Передний отдел верхней челюсти	482,5 [391,5; 562,8]	423,5 [391,0; 487,5]	426,0 [373,8; 517,5]	681,5 [449,0; 766,8]	0.0052*	0.0009*	0.0014*
Задний отдел верхней челюсти	203,0 [192,3; 231,0]	335,0 [216,5; 412,8]	301,0 [249,3; 485,0]	420,0 [329,0; 539,0]	<0,0001*	0.169	0.2212
Передний отдел нижней челюсти	1044 [943,8; 1274]	1254 [1064; 1782]	1999 [1428; 2400]	3098 [1985; 3538]	<0,0001*	<0,0001*	0.0035*
Задний отдел нижней челюсти	834,5 [700,3; 939,5]	858,5 [797,5; 928,8]	743,5 [685,0; 892,5]	1800 [1446; 1958]	<0,0001*	<0,0001*	<0,0001*

Анализ корреляционной связи между биомаркерами костного метаболизма и плотностью костной ткани показал, что DPD отрицательно коррелировал с минеральной плотностью переднего отдела нижней челюсти, а остеокальцин в ЗДЖ положительно коррелировал с минеральной плотностью заднего отдела нижней челюсти, что так же подчеркнуло их диагностическую точность.

Таблица 7 – Характеристика связей между DPD, остеокальцина в крови, РЖ и ЗДЖ и значениями индексов Хаунсфилда для всей выборки проб рассчитанная двусторонним тестом Пирсона. Красный цвет характеризует положительную корреляцию, синий – отрицательную

	DPD	ОС кровь	ОС РЖ	ОС ЗДЖ	Передний отдел верхней челюсти, HU	Задний отдел верхней челюсти, HU	Передний отдел нижней челюсти, HU	Задний отдел нижней челюсти, HU
DPD	1	0.515*	-0.091	-0.162	-0.336*	-0.252	-0.525*	-0.371*
ОС кровь	0.515*	1	-0.074	-0.072	-0.097	-0.252	-0.192	-0.222
ОС РЖ	-0.091	-0.074	1	0.117	0.051	0.185	0.224	0.251
ОС ЗДЖ	-0.162	-0.072	0.117	1	0.483*	0.392*	0.518*	0.687*
Передний отдел верхней челюсти, HU	-0.336*	-0.097	0.051	0.483*	1	0.092	0.610*	0.342*
Задний отдел верхней челюсти, HU	-0.252	-0.252	0.185	0.392*	0.092	1	0.218	0.480*

## Продолжение Таблицы 7

Передний отдел нижней челюсти, НУ	-0.525*	-0.192	0.224	0.518*	0.610*	0.218	1	0.493*
Задний отдел нижней челюсти, НУ	-0.371*	-0.222	0.251	0.687*	0.342*	0.480*	0.493*	1

**Индекс ремоделирования кости для алгоритма принятия ортодонтической стратегии**

Исследование содержания биомаркеров костного метаболизма у пациентов с терминальной стадией хронической болезнью почек позволило выявить значимые изменения в соотношении процессов резорбции и костеобразования, что послужило основанием для разработки— индекса ремоделирования кости (ИРК). Данный индекс отражает баланс между остеокластической и остеобластической активностью, что имеет определяющее значение для ортодонтической стратегии.

Оценка ИРК осуществлялась по формуле:  $ИРК = DPD/OC$ , где DPD – концентрация дезоксипиридинолина в моче, а OC – уровень остеокальцина в ЗДЖ. Полученные значения выражались в условных единицах (у.е.).

При сравнительной характеристике индекса ремоделирования кости (Таблица 8) значения у групп с хронической болезнью почек были ниже контрольной группы, что подтверждало необходимость его внедрения в клиническую практику для прогностической оценки и обоснования индивидуальной ортодонтической стратегии у пациентов с ХБП.

Таблица 8 – Сравнительная характеристика относительного индекса ИРК у пациентов исследуемых групп

Параметр	Группа 1 n=12	Группа 2 n=10	Группа 3 n=10	Группа 4 n=20	Уровень значимости попарных сравнений		
					p <sub>1</sub>	p <sub>2</sub>	p <sub>3</sub>
ИРК (DPD/OC), у.е.	1.49 ± 0.39	1.36 ± 0.57	1.19 ± 0.44	0.40 ± 0.30	<0,0001*	<0,0001*	<0,0001*

Для объективной оценки диагностической значимости ИРК был проведен ROC-анализ (Рисунок 5). У детей, находящихся на заместительной почечной терапии до трансплантации и после трансплантации ИРК установил высокую диагностическую точность, что доказывает высокую чувствительность и специфичность данного показателя при анализе состояния костной

ткани. У детей с дисфункцией трансплантата почки диагностическая точность ИРК оказалась ещё выше, что также подтверждает надежность показателя.

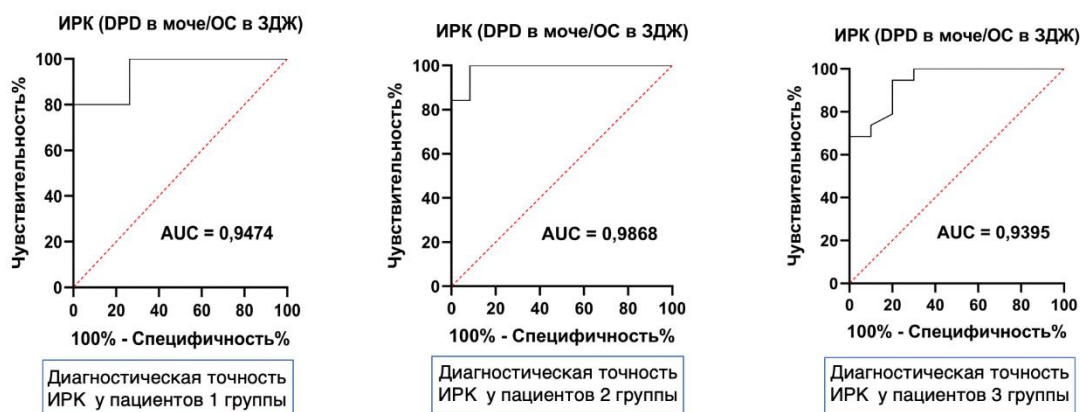


Рисунок 5 – Диагностическая точность ИРК у пациентов с тХБП

Комплексный анализ корреляционных связей между ИРК и Индексом Хаунсфилда (Рисунок 5) был резко отрицательно связан с минеральной плотностью переднего и заднего отделов нижней челюсти, а также умеренно коррелировал с показателями верхней челюсти. Такое распределение подчеркнуло, что процессы резорбции превалируют именно в нижнечелюстных отделах у пациентов с тХБП.

Таблица 9 – Характеристика связей между ИРК (значения  $r$ ) и индекса Хаунсфилда для всей выборки проб рассчитанная двусторонним тестом Пирсона. Красный цвет характеризует положительную корреляцию, синий – отрицательную

	ИРК	Передний отдел верхней челюсти, HU	Задний отдел верхней челюсти, HU	Передний отдел нижней челюсти, HU	Задний отдел нижней челюсти, HU
ИРК	1.000	-0.446*	-0.383*	-0.652*	-0.615*
Передний отдел верхней челюсти, HU	-0.446*	1.000	0.092	0.610*	0.342*
Задний отдел верхней челюсти, HU	-0.383*	0.092	1.000	0.218	0.480*
Передний отдел нижней челюсти, HU	-0.652*	0.610*	0.218	1.000	0.493*
Задний отдел нижней челюсти, HU	-0.615*	0.342*	0.480*	0.493*	1.000

На основе ИРК нами была разработана дифференцированная шкала распределения значений ИРК с практическими рекомендациями для ортодонтической стратегии.

При ИРК  $\leq 1,0$  у.е. — ортодонтическое лечение может проводиться в полном объеме с применением механически действующих аппаратов, поскольку соотношение процессов резорбции и костеобразования находится в допустимом физиологическом диапазоне.

При ИРК от 1,1 до 2,0 у.е. — рекомендована ортодонтическая реабилитация, ориентированная на симптоматическую терапию. В этой клинической ситуации показано использование функционально-действующих аппаратов, таких как сплент. Сплент-терапия позволяет создать оптимальные условия для краниофациального роста у пациентов с формирующимися ЗЧА (дистальный, мезиальный, глубокий прикус), и в особенно при наличии патологий ВНЧС диагностированных по данным КЛКТ и УЗИ. В рамках окклюзионной терапии, наряду со сплентом, в период сменного прикуса целесообразно использовать технику направленного роста, включающую фиксацию лабораторно изготовленных композитных накладок на временные зубы в терапевтическом положении.

При ИРК > 2,0 у.е. — активное ортодонтическое лечение не рекомендуется в связи с выраженным нарушением процессов костного ремоделирования и высоким риском развития осложнений. В подобных случаях, даже при наличии нуждаемости к проведению ортодонтического лечения вмешательства следует отложить до стабилизации метаболических показателей и нормализации значения ИРК, что обеспечит безопасные условия для последующего лечения.

## ВЫВОДЫ

1. Нуждаемость в ортодонтическом лечении у детей с тХБП была высокой (индекс DAI 70%), при оценке распространенности зубочелюстных аномалий преобладал II скелетный класс (53%), сужение верхней челюсти (72%), что определяет тенденцию к установке суставной головки мышечного отростка нижней челюсти с верхне-задним смещением у всех исследуемых групп пациентов с ХБП.

2. Ультразвуковое исследование показало высокую информативность для выявления патологии височно-нижнечелюстного сустава (ВНЧС). Синовит был установлен у 33,3% пациентов с тХБП на заместительной почечной терапии до трансплантации в правом ВНЧС; у 60% пациентов с дисфункцией трансплантата почки в правом и в 70% в левом ВНЧС; у 10% детей после трансплантации в правом и левом ВНЧС. При этом, положение суставного диска не различалось между детьми с ХБП и без патологии почек (вентральное смещение в правом ВНЧС 55–80%, а в левом — 33–60%).

3. Концентрация дезоксиридинолина в моче повышена у всех пациентов с терминальной стадией ХБП, особенно на заместительной почечной терапии до трансплантации ( $p=0,0004$ ). Содержание остеокальцина во всех группах с тХБП в зубодесневой жидкости было в два раза ниже по сравнению с контрольной группой ( $p<0,0001$ ). Изменения содержания дезоксиридинолина в моче и остеокальцина в зубодесневой жидкости коррелировали со

снижением плотности костной ткани в переднем ( $r = -0,65$ ;  $p < 0,0001$ ) и заднем ( $r = -0,62$ ;  $p = 0,000002$ ) отделах нижней челюсти.

4. Разработанный индекс ремоделирования кости (соотношение концентрации дезоксиридинолина в моче и остеокальцина в зубодесневой жидкости) и созданная на его основе программа для ЭВМ по принятию врачебных решений позволили обеспечить дифференцированный подход к выбору ортодонтической стратегии.

## ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. Пациентам с тХБП требуется проводить регулярное стоматологическое обследование в рамках комплексного диспансерного контроля для снижения объёма и инвазивности последующего ортодонтического вмешательства.

2. Для проведения первичного скрининга внутрисуставной патологии височно-нижнечелюстного сустава детям с тХБП необходимо использовать ультразвуковое исследование, при необходимости дополнять данными конусно-лучевой компьютерной томографии.

3. Для неинвазивной оценки костного метаболизма у детей с тХБП следует определять содержание дезоксиридинолина в моче, остеокальцина в зубодесневой жидкости.

4. При планировании ортодонтического лечения у пациентов с тХБП целесообразно использовать индекс ремоделирования кости с применением программы для ЭВМ.

## СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

1. Изменения зубочелюстной системы у детей с хронической болезнью почек / Н.С. Морозова, А.А. Мамедов, О.Л. Морозова, Е.А. Масликова, **А.А. Еловская** // Педиатрия. Журнал им. Г.Н. Сперанского. – 2018. – Т. 97. – № 5. – С. 104-111. – DOI: 10.24110/0031-403X-2018-97-5-104-112.

2. Морозова, Н.С. Возникновение орофациальной патологии у детей с хронической болезнью почек / Н.С. Морозова, **А.А. Еловская** // Медико-фармацевтический журнал «Пульс». – 2021. – Т. 23. – № 3. – С. 13-18. – DOI: 10.26787/nydha-2686-6838-2021-23-3-13-18.

3. Ортодонтическая реабилитация пациента с хронической болезнью почек после трансплантации / Н.С. Морозова, **А.А. Еловская**, Т.В. Тимощенко, А.М. Потрясова, А.А. Мамедов // Врач. – 2021. – Т. 32. – № 10. – DOI: <https://doi.org/10.29296/25877305-2021-10-09>.

4. Молекулярные маркеры повреждения зубочелюстной системы у детей с хронической болезнью почек / Н.С. Морозова, А.А. Мамедов, Д. Ю. Лакомова, Н.Б. Захарова, Л.Д. Мальцева, Е.А. Масликова, **А.А. Еловская**, О.Л. Морозова // **Врач.** – 2021. – Т. 32. – № 11. – DOI: 10.29296/25877305-2021-11-11.

5. **Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2021617336**, 13.05.2021. Программа помощи принятия решений, применяемая у пациентов, страдающих хронической недостаточностью / Заявка № 2021617336. 2021 // Морозова Н.С., Потрясова А.М., **Еловская А.А.**, Илясов В.В. Правообладатель: Морозова Наталия Сергеевна

6. Влияние медицинской телекоммуникации на индивидуальную гигиену полости рта у детей с терминальной стадией хронической болезни почек / Н.С. Морозова, О.Л. Морозова, О.И. Адмакин, Н.В. Полухин, **А.А. Еловская**, Е.А. Масликова // **Врач.** – 2023. – Т. 34. – № 12. – С. 63-67. – DOI: 10.29296/25877305-2023-12-13.

7. Molecular markers of bone mineralism in children with chronic kidney disease / **A. Elovskaya**, N. Morozova, O. Admakin, E. Maslikova, A. Potriasova, N. Zakharova, O. Morozova // Abstract book 9th international congress of pathophysiology and 5<sup>th</sup> congress of physiological sciences of Serbia with international participation – P. 119.

8. **Свидетельство о государственной регистрации базы данных №2024625419**, 22.11.2024. Телестоматология для детей с хронической болезнью почек. 2024 / Адмакин О.И., Морозова Н.С., Морозова О.Л., Масликова Е.А., **Еловская А.А.** Правообладатель: федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова Министерства здравоохранения Российской Федерации (Сеченовский Университет) (ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет).

9. Молекулярные маркеры костного метаболизма у детей с хронической болезнью почек / Е.А. Масликова, **А.А. Еловская**, Н.С. Морозова, О.И. Адмакин, Н.Б. Захарова, Л.Д. Мальцева, О.Л. Морозова // Материалы Научно-практической конференции I Евразийский конгресс по патологической патофизиологии (Москва, 2024 г) // Клиническая патофизиология. – 2024. – Т. 30. – №. 2. – С. 76-77.

10. Анализ пародонтальных индексов и биомаркёров ротовой и зубодесневой жидкостей у подростков с терминальной стадией хронической болезни почек / Е.А. Масликова, **А.А. Еловская**, Н.С. Морозова, Н.Б. Захарова, Л.Д. Мальцева, Е.Ю. Данилова, И.И. Шайхаттарова, З.В. Бобрышева, Д.А. Васильева, О.Л. Морозова // **Патогенез.** – 2025. – Т. 23. – № 1. – С. 69-77. – DOI: 10.25557/2310-0435.2025.01.69-77.

11. Маркеры ремоделирования костной ткани в ротовой и зубодесневой жидкостях у детей с терминальной стадией хронической болезни почек / **А.А. Еловская**, Е.А. Масликова,

Н.С. Морозова, Н.Б. Захарова, Л.Д. Мальцева, Е.Ю. Данилова, И.И. Шайхаттарова, А.А. Ширина, В.А. Шустова, О.Л. Морозова // **Сеченовский вестник**. – 2025. – № 16(1). – С. 34-44. – DOI: 10.47093/2218-7332.2025.16.1.34-44. [Scopus]

12. Ultrasound Screening of Temporomandibular Joint Pathology in Children with Chronic Kidney Disease / N.S. Morozova, **A.A. Elovskaya**, E.A. Maslikova, O.I. Admakin, A.F. Allahverdiyev, E.V. Velichko, L.D. Maltseva, P.P. Tregub, O.L. Morozova // **Dentistry Journal**. – 2025. – Vol. 13. – № 2. – P. 84. – DOI: 10.3390/dj13020084. [Web of Science, Scopus, PubMed]

13. Perspectives on Matrix Metalloproteinase-8 and Salivary Osteoprotegerin in Orthodontic Strategy in Children with Chronic Kidney Disease / N.S. Morozova, **A.A. Elovskaya**, E.A. Maslikova, A.V. Sevbitov, M.D. Timoshina, M.A. Amkhadova, L.D. Maltseva, E.V. Velichko, E.Y. Danilova, O.L. Morozova // **Journal of Clinical Medicine**. – 2025. – Vol. 14. – № 9. – P. 2951. – DOI: 10.3390/jcm14092951. [Web of Science, Scopus, PubMed]

14. **Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2025617144**, 24.03.2025. Программа оценки индекса ремоделирования кости для алгоритма принятия врачебных (ортодонтических) решений // Заявка № 2025612847. 2025 / **Еловская А.А.**, Морозова Н.С., Морозова О.Л., А.В., Калиновский С.И. Правообладатель: **Еловская Алина Алексеевна**.

## СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ

ВНЧС – височно-нижнечелюстной сустав

ЗДЖ – зубодесневая жидкость

ЗПТ – заместительная почечная терапия

ЗЧА – зубочелюстные аномалии

ИРК – индекс ремоделирования кости

ПТГ – паратиреоидный гормон

ИФА – иммуноферментный анализ

КЛКТ – конусно-лучевая компьютерная томография

РЖ – ротовая жидкость

рСКФ – расчетная скорость клубочковой фильтрации

СКФ – скорость клубочковой фильтрации

тХБП – терминальная стадия хронической болезни почек

УЗИ – ультразвуковое исследование

ХБП – хроническая болезнь почек

ХБП-МКН – минеральные костные нарушения при хронической болезни почек

ЧЛО – челюстно-лицевая область

ЩФ – щелочная фосфатаза

AS – anterior space; переднее суставное пространство

Ca – кальций

Ca<sup>2+</sup> – ионизированный кальций

DPD – deoxyuridinoline; дезоксипиридинолин

OC – osteocalcin; остеокальцин

P – фосфор

PS – posterior space; заднее суставное пространство

SS – superior space; верхнее суставное пространство