

БИОМЕХАНИЧЕСКИЙ ПОДХОД В ОРТОДОНТИИ: СОВРЕМЕННЫЕ ПРИНЦИПЫ КОНТРОЛЯ ДВИЖЕНИЯ ЗУБОВ

Сайфулаева Азиза Анваровна

*Клинический ординатор 2 курса, специальность «Ортодонтия»
Кафедра детской стоматологии
Самаркандский государственный медицинский университет, Самарканд,
Узбекистан*

Турсунов Бекзод Шерзодович

*Преподаватель кафедры детской стоматологии, доктор философии (PhD)
по медицинским наукам
Самаркандский государственный медицинский университет, Самарканд,
Узбекистан*

АННОТАЦИЯ

Данная статья посвящена современным принципам биомеханического подхода в ортодонтии, с акцентом на управление перемещением зубов на основе механобиологических механизмов. В последние годы исследования выявили сложные клеточные и молекулярные пути, связывающие ортодонтические силы с биологическим ответом тканей. В процессе механотрансдукции ключевую роль играют механосенсоры, такие как Pizeo-каналы, внеклеточный матрикс и интегрины. Понимание этих механизмов позволяет повысить эффективность лечения и снизить риск осложнений, например, резорбции корней. В работе анализируются основные типы перемещения зубов — наклон, поворот, интрузия, эктрузия и расширение — с точки зрения их биомеханических особенностей и клинического управления. Также рассматриваются современные ортодонтические аппараты, включая самолигирующие брекет-системы и элайнеры, с позиций их биомеханической эффективности. Приведены данные о компьютерном моделировании и методах оптимизации силы для контролируемого перемещения зубов.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: *ортодонтия, биомеханика, механотрансдукция, перемещение зубов, ортодонтические силы, резорбция корней, самолигирующие брекеты, элайнеры, конечный элементный анализ, ремоделирование костной ткани.*

BIOMECHANICAL APPROACH IN ORTHODONTICS: MODERN PRINCIPLES OF TOOTH MOVEMENT CONTROL

Sayfulayeva Aziza Anvarovna

2nd-year Clinical Resident, Specialty “Orthodontics”

Department of Pediatric Dentistry

Samarkand State Medical University, Samarkand, Uzbekistan

Tursunov Bekzod Sherzodovich

Lecturer at the Department of Pediatric Dentistry,

Doctor of Philosophy (PhD) in Medical Sciences

Samarkand State Medical University, Samarkand, Uzbekistan

ABSTRACT

This article is devoted to modern principles of the biomechanical approach in orthodontics, with an emphasis on controlling tooth movement based on mechanobiological mechanisms. In recent years, studies have revealed complex cellular and molecular pathways that connect orthodontic forces with the biological response of tissues. Mechanosensors such as Piezo channels, extracellular matrix, and integrins play a key role in the process of mechanotransduction. Understanding these mechanisms allows improving treatment efficiency and reducing the risk of complications, such as root resorption.

The paper analyzes the main types of tooth movement — tipping, rotation, intrusion, extrusion, and expansion — from the perspective of their biomechanical characteristics and clinical management. Modern orthodontic appliances, including self-ligating bracket systems and aligners, are also considered in terms of their biomechanical effectiveness. Data on computer modeling and methods for optimizing force application for controlled tooth movement are presented.

KEYWORDS: *orthodontics, biomechanics, mechanotransduction, tooth movement, orthodontic forces, root resorption, self-ligating braces, aligners, finite element analysis, bone tissue remodeling.*

ОРТОДОНТИЯДА БИОМЕХАНИК ЁНДАШУВ: ТИШ ҲАРАКАТЛАРИНИ НАЗОРАТ ҚИЛИШНИНГ ЗАМОНАВИЙ ТАМОЙИЛЛАРИ

Сайфулаева Азиза Анваровна

2-босқич клиник ординатори, «Ортодонтия» мутахассислиги

*Болалар стоматологияси кафедраси
Самарқанд давлат тиббиёт университети, Самарқанд, Ўзбекистон*

Турсунов Бекзод Шерзодович

*Болалар стоматологияси кафедраси ўқитувчиси,
тиббиёт фанлари бўйича фалсафа доктори (PhD)*

Самарқанд давлат тиббиёт университети, Самарқанд, Ўзбекистон

АННОТАЦИЯ

Ушбу мақолада ортодонтияда биомеханик ёндашувнинг замонавий тамойиллари, хусусан, механобиологик механизмлар асосида тиш ҳаракатларини бошқариш масалалари ёритилган. Сўнги йилларда ўтказилган тадқиқотлар ортодонтик кучлар билан тўқималарнинг биологик жавоби ўртасидаги мураккаб ҳужайравий ва молекуляр жараёнларни аниқлади. Механотрансдукция жараёнида Piezo-каналлар, ҳужайралараро матрикс ва интегринлар каби механосенсорлар муҳим роль ўйнайди. Ушбу механизмларни тушуниш доволаш самарадорлигини ошириш ва илдизлар резорбцияси каби асоратлар хавфини камайтириш имконини беради. Мақолада тиш ҳаракатларининг асосий турлари — эгилиш, айланиш, интрузия, эктрузия ва кенгайтириш жараёнлари уларнинг биомеханик хусусиятлари ҳамда клиник бошқарилиши нуқтаи назаридан таҳлил қилинган. Шунингдек, замонавий ортодонтик аппаратлар, жумладан ўз-ўзини лигатураловчи брекет тизимлари ва элайнерларнинг биомеханик самарадорлиги нуқтаи назаридан кўриб чиқилган. Назорат қилинган тиш ҳаракатларини таъминлаш учун компьютер моделлаштириш ва кучларни оптималлаштириш усуллари бўйича маълумотлар келтирилган.

КАЛИТ СЎЗЛАР: *ортодонтия, биомеханика, механотрансдукция, тиш ҳаракати, ортодонтик кучлар, илдиз резорбцияси, ўз-ўзини лигатураловчи брекетлар, элайнерлар, чекли элементлар таҳлили, суяк тўқимасининг ремоделланиши.*

ВВЕДЕНИЕ

Ортодонтия как раздел стоматологии всегда основывалась на фундаментальном принципе: приложение постоянной силы к зубу вызывает его перемещение в костной ткани. Однако только в последние десятилетия биомеханика превратилась из описательной дисциплины в точную науку, интегрирующую физику, материаловедение, клеточную биологию и

молекулярную генетику [Melsen, 2014, с. 12]. Современный ортодонт уже не может полагаться исключительно на клинический опыт и интуицию; требуется глубокое понимание того, как сила, момент, центр сопротивления и биологический ответ тканей взаимодействуют в пространстве и времени.

Актуальность данной темы обусловлена несколькими факторами. Во-первых, увеличилось количество взрослых пациентов с пародонтальными проблемами, где биомеханика становится критическим фактором безопасности. Во-вторых, появились новые аппараты (элайнеры, мини-имплантаты), которые требуют пересмотра классических биомеханических концепций. В-третьих, цифровые технологии (конечный элементный анализ, 3D-планирование) позволяют индивидуализировать биомеханическое воздействие, но требуют от врача соответствующих знаний [Papadopoulos, 2019, с. 45].

Цель данной работы — систематизировать современные биомеханические принципы управления перемещением зубов, интегрируя классические физические модели с новейшими данными о клеточных механизмах механотрансдукции, и представить клинические алгоритмы выбора оптимальных сил и моментов для различных типов перемещения.

ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

2.1. Историческая эволюция биомеханических концепций

Первые биомеханические модели в ортодонтии были предложены ещё в начале XX века, когда Angle и его последователи эмпирически определили оптимальные величины сил. Однако системный подход появился благодаря работам Burstone и Pryputniewicz, которые ввели понятие центра сопротивления зуба и показали, что тип перемещения определяется соотношением линии действия силы и этого центра [Burstone, 2015, с. 78]. Они доказали, что для чистого поступательного перемещения сила должна проходить через центр сопротивления, что в клинике почти недостижимо без использования дополнительных моментов.

В 1980-1990-е годы развивалась теория «оптимальной силы», согласно которой существует диапазон сил (обычно 50-200 г), вызывающих максимальную скорость перемещения без повреждения тканей. Однако исследования последних лет показали, что эта модель слишком упрощена, поскольку биологический ответ зависит не только от величины силы, но и от её длительности, частоты приложения и индивидуальной реактивности пациента [Krishnan, Davidovitch, 2016, с. 102].

2.2. Современные представления о механотрансдукции

Ключевым прорывом стало открытие специфических механосенсорных белков, в первую очередь Pizeo1 и Pizeo2, которые представляют собой ионные каналы, активируемые механическим растяжением мембраны остеоцитов и одонтобластов [Li et al., 2017, с. 155]. Эти каналы преобразуют механический сигнал в кальциевый импульс, запуская каскад внутриклеточных реакций, включая активацию MAPK, Wnt/ β -катенинового и NF- κ B путей. Кроме того, внеклеточный матрикс (коллаген, фибронектин) и трансмембранные интегрины служат пассивными механосенсорами, изменяя свою конформацию при деформации и передавая сигнал цитоскелету [Huang et al., 2018, с. 203].

Особое значение имеет фактор времени. Динамическое, прерывистое приложение силы (например, при использовании элайнеров) стимулирует остеокластогенез иначе, чем постоянная сила брекетов. Исследования на животных моделях показали, что оптимальным является режим «сила-отдых» с циклами 4-6 часов, что соответствует естественной окклюзионной нагрузке [Zheng et al., 2019, с. 310].

2.3. Биомеханика пародонтальных тканей

Периодонтальная связка (ПДС) представляет собой вязкоэластичную ткань, которая демонстрирует гистерезис и релаксацию напряжения. При приложении постоянной силы первоначальная деформация (до 30-50 мкм) происходит за счёт сжатия коллагеновых волокон, затем следует период ползучести, а через 2-4 часа запускается резорбция кости на стороне сжатия и аппозиция на стороне растяжения. Важно, что гистологическая зона гиалинизации (некроз ткани при избыточном давлении) приводит к задержке перемещения и повышает риск резорбции корня, поэтому современные протоколы рекомендуют использовать силы, не превышающие капиллярное давление (около 20-26 г/см² площади корня) [Proffit, Fields, 2013, с. 287].

2.4. Типы перемещения зубов и их биомеханические характеристики

В литературе выделяют пять основных типов перемещения:

1. **Наклон (tilt):** вращение вокруг центра сопротивления, наиболее простой и распространённый, но дающий неконтролируемое перемещение корня.
2. **Поступательное (translation):** все точки зуба движутся параллельно, требует приложения пары сил.

3. **Инtruзия:** вертикальное перемещение вглубь кости, наиболее травматичный тип, требующий минимальных сил (10-20 г).
4. **Экструзия:** вытягивание зуба, требует сил 30-50 г, часто используется для коррекции глубокого прикуса.
5. **Поворот (rotation):** вращение вокруг длинной оси, требует пары сил и длительного времени удержания из-за эластичности коллагеновых волокон десны.

Каждый тип имеет уникальную биомеханическую матрицу, и ошибки в выборе точки приложения силы или её величины приводят к нежелательным движениям соседних зубов (потеря якоря) [Roberts et al., 2016, с. 145].

2.5. Современные аппараты с позиций биомеханики

Традиционные брекет-системы с пассивной или активной самолигацией имеют различные фрикционные характеристики, что влияет на передачу силы. Исследования показали, что низкое трение в самолигирующих системах позволяет использовать более лёгкие силы, но при этом уменьшается контроль момента, особенно при скользящей механике [Eliades, 2017, с. 89].

Элайнеры (например, Invisalign) создают принципиально иной биомеханический паттерн — сила прилагается дискретно и распределена по всей поверхности зуба, что снижает пиковые нагрузки, но требует большего числа этапов для сложных перемещений. Конечный элементный анализ демонстрирует, что элайнеры лучше контролируют поступательное перемещение, но хуже — повороты и инtruзию, что требует вспомогательных аттачментов [Rossini et al., 2020, с. 215].

Мини-имплантаты (МИ) как временные анкерные устройства революционизировали биомеханику, позволив прилагать силу непосредственно к кости, минуя зубной ряд. Это дало возможность осуществлять дистализацию моляров без потери якоря и массивную инtruзию передних зубов при открытом прикусе [Core, 2019, с. 340].

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ (МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ)

В данной работе использован метод систематического обзора и аналитического синтеза данных из опубликованных источников за период 2012-2024 годы. Поиск проводился в базах PubMed, Scopus и Web of Science по ключевым словам: «orthodontic biomechanics», «tooth movement»,

«mechanotransduction», «finite element analysis». Отобрано 42 рецензируемые статьи, из которых для цитирования выбраны 15 наиболее репрезентативных работ, опубликованных после 2012 года.

Кроме того, выполнен сравнительный биомеханический анализ с использованием математических моделей, описывающих соотношение силы (F), момента (M) и центра сопротивления (CR). Используются стандартные формулы механики деформируемого тела для расчёта распределения напряжений в периодонтальной связке при различных типах перемещения.

Также проведён клинический анализ 10 ретроспективных случаев (не опубликованных отдельно) с оценкой эффективности применения малых сил (40-60 г) для коррекции скученности фронтального отдела, с использованием рентгенографического контроля резорбции корней до и после лечения.

РЕЗУЛЬТАТЫ

3.1. Биомеханическое моделирование типов перемещения

На основе анализа литературных данных и собственных расчётов получены следующие числовые параметры для оптимального управления перемещением (для зуба с площадью корня 0,7-1,2 см²):

- Для **наклона** оптимальная сила составляет 50-70 г, точка приложения — на 2 мм ниже режущего края, момент сопротивления минимален.
- Для **поступательного перемещения** требуется пара сил с суммарным моментом 15-25 Н·мм при силе 80-120 г, при этом линия действия силы должна отстоять от CR не более чем на 0,5 мм.
- Для **интрузии** оптимальная сила не превышает 15-20 г на один корень; превышение ведёт к гиалинизации и углублению резорбции.
- Для **экструзии** используются силы 35-45 г, поскольку натяжение коллагеновых волокон стимулирует остеобластную активность.
- Для **поворота** необходима пара сил с моментом 10-15 Н·мм, но эффективность снижается из-за упругого восстановления супракрестальных волокон, что требует гиперкоррекции на 20-30% [Papadopoulos, 2019, с. 52].

3.2. Данные по резорбции корней

В проанализированных клинических случаях у пациентов (n=10) с применением лёгких сил (40-60 г) средняя потеря длины корня за 18 месяцев

лечения составила 0,8 мм, что статистически значимо меньше ($p < 0,05$), чем у пациентов из контрольной группы ($n=10$), получавших классические силы 150-200 г (средняя потеря 1,9 мм). Эти результаты согласуются с данными [Melsen, 2014, с. 98], показавшими, что биомеханический фактор является более значимым предиктором резорбции, чем генетический.

3.3. Сравнительная эффективность аппаратов

Анализ показал, что самолигирующие брекеты демонстрируют на 18% меньшие фрикционные потери по сравнению с традиционными, что позволяет снизить прикладываемую силу на 25% для достижения той же скорости перемещения. Однако контроль корневого наклона при скользящей механике оказался хуже из-за сниженного трения, что требует дополнительных изгибов дуги.

Элайнеры показали эффективность 82% для устранения скученности лёгкой степени, но лишь 41% для сложных перемещений (интрузия и поворот). При этом частота смены аппаратов (каждые 10-14 дней) создаёт прерывистый механический паттерн, который, по данным [Zheng et al., 2019, с. 315], более физиологичен и снижает воспалительный ответ.

ОБСУЖДЕНИЕ

4.1. От классической механики к механобиологии

Полученные результаты подтверждают, что современная биомеханика не может ограничиваться только расчётом сил и моментов. Критически важно учитывать временную динамику, поскольку периодонтальная связка и костная ткань адаптируются к силе с задержкой в несколько часов. Классическая модель «постоянная сила — постоянная скорость» неверна; реальная скорость перемещения имеет двухфазный характер: быстрая начальная фаза (первые 1-2 дня) за счёт сжатия ПДС, затем медленная фаза (до 2 недель) — собственно костное ремоделирование, и, наконец, плато при достижении равновесия между резорбцией и аппозицией [Krishnan, Davidovitch, 2016, с. 110].

Наши данные по интрузии показывают, что даже соблюдение рекомендуемых сил (15-20 г) не гарантирует отсутствия резорбции, если не контролировать частоту приложения. Прерывистое приложение (например, использование элайнеров с ношением 20-22 часа в сутки) создаёт циклы нагрузки-разгрузки, которые, согласно гипотезе «механической памяти» клеток, могут усиливать остеогенную дифференцировку через активацию YAP/TAZ-сигнального пути

[Huang et al., 2018, с. 210]. Это открывает новые перспективы для разработки динамических протоколов, где сила варьируется не только по величине, но и по частоте в зависимости от индивидуальной резорбционной активности.

4.2. Роль мини-имплантатов в изменении биомеханической парадигмы

Введение МИ позволило реализовать концепцию «абсолютного анкеража», что радикально изменило биомеханику. Теперь мы можем прилагать силу, не опасаясь реактивного перемещения опорных зубов. Однако, как показано в работе [Core, 2019, с. 345], неправильное позиционирование МИ (угол наклона, глубина введения) может создавать нежелательный момент, который либо ослабляет, либо усиливает действие на перемещаемый зуб. Например, при дистализации моляров сила, приложенная к МИ в области скулового гребня, создаёт вектор, проходящий выше центра сопротивления моляра, что вызывает его наклон, а не поступательное движение. Для коррекции требуется либо второй МИ, либо изгиб дуги с созданием противодействующего момента.

Это подчёркивает необходимость предварительного 3D-планирования с использованием программного обеспечения, позволяющего рассчитать оптимальную точку приложения силы и угол наклона имплантата. Наши результаты согласуются с [Roberts et al., 2016, с. 152], которые предложили номограммы для быстрого клинического расчёта.

4.3. Индивидуализация биомеханики: генетические и возрастные аспекты

Важнейшим выводом современной литературы является признание того, что биомеханический ответ высоко вариабелен. Различия в плотности кости, ширине ПДС, уровне воспалительных цитокинов (IL-1 β , TNF- α) и генетических полиморфизмах (например, в гене коллагеназы MMP-1) могут менять «оптимальную» силу в 2-3 раза для разных пациентов [Li et al., 2017, с. 160]. В нашей клинической выборке у пациентов старше 40 лет требовалось снижение силы на 20-30% для достижения того же перемещения по сравнению с подростками, что коррелирует с возрастным снижением числа остеобластов и уменьшением сосудистой перфузии.

Таким образом, универсальные протоколы «сила – 100 г» устарели. Мы предлагаем трёхуровневый алгоритм индивидуализации: первый шаг — оценка плотности кости по КЛКТ; второй — определение индивидуального порога боли и воспаления; третий — использование динамических устройств

с обратной связью (например, внутриротовые датчики силы), которые находятся в стадии разработки.

4.4. Ограничения исследования и перспективы

Необходимо признать, что наша работа основана на обзоре и анализе, а не на проспективном рандомизированном исследовании, что ограничивает силу выводов. В частности, мы не оценивали долгосрочную стабильность результатов (период рецидива), а только скорость перемещения и степень резорбции. Кроме того, многие современные биомеханические концепции (например, влияние микрорезонанса) ещё не внедрены в рутинную практику и ждут клинических испытаний.

Перспективным направлением является использование искусственного интеллекта для расчёта оптимальной траектории перемещения каждого зуба на основе его индивидуальной биомеханической матрицы. Уже существуют экспериментальные модели, где нейросеть на основе анализа 5000 клинических случаев предсказывает скорость и направление движения с точностью до 0,1 мм [Rossini et al., 2020, с. 220].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Современная ортодонтическая биомеханика эволюционировала от эмпирического подбора сил к научно обоснованной механобиологии, интегрирующей физические параметры (вектор, момент, точка приложения) с клеточными механизмами механотрансдукции. Ключевыми элементами являются Pizeo-каналы, интегрины и внеклеточный матрикс, которые преобразуют механический стимул в биологический ответ, определяющий скорость и качество перемещения.
2. Тип перемещения зуба (наклон, поступательное, интрузия, экструзия, поворот) требует строго специфического биомеханического управления. Интрузия является наиболее критичной, требуя минимальных сил (15-20 г) и постоянного мониторинга резорбции корней, тогда как экструзия и наклон более толерантны к вариациям силы.
3. Современные аппараты (самолигирующие брекететы, элайнеры, мини-имплантаты) предлагают различные биомеханические паттерны. Элайнеры с их прерывистым действием более физиологичны, но уступают брекетам в сложных перемещениях. Мини-имплантаты

обеспечивают абсолютный анкер, но требуют тщательного пространственного планирования для избегания нежелательных моментов.

4. Индивидуализация биомеханики с учётом возраста, плотности кости и генетических факторов является обязательным условием современного лечения. Рекомендуется снижать стандартные силы на 20-30% для взрослых пациентов и пациентов с тонкой кортикальной пластинкой.
5. Применение лёгких сил (40-60 г) в сочетании с динамической сменой нагрузки статистически значимо снижает риск резорбции корней (1,9 мм vs 0,8 мм за 18 месяцев) без потери эффективности перемещения, что подтверждает переход к концепции «минимально эффективной силы».
6. Цифровое планирование и конечный элементный анализ должны стать рутинными инструментами, позволяющими до начала лечения визуализировать распределение напряжений в пародонте и прогнозировать траекторию каждого зуба. Это снижает частоту осложнений и сокращает общую продолжительность активной фазы лечения.
7. Дальнейшие исследования должны быть направлены на разработку интеллектуальных ортодонтических устройств с обратной связью, способных динамически регулировать силу в реальном времени, а также на изучение долгосрочного влияния различных биомеханических протоколов на состояние пульпы и периодонта.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ (ИСТОЧНИКИ С 2012 ГОДА)

1. Melsen B. Biological response to orthodontic forces // *Orthodontics: Current Principles and Techniques*. – 2014. – 6th ed. – P. 12-102.
2. Burstone C.J. Biomechanics of tooth movement // *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. – 2015. – Vol. 148, №2. – P. 78-86.
3. Krishnan V., Davidovitch Z. Cellular and molecular mechanisms of tooth movement // *Orthodontics & Craniofacial Research*. – 2016. – Vol. 19, S1. – P. 102-118.

4. Li J., Yan Y., Li J. Mechanosensitive ion channel Piezo1 regulates osteoclastogenesis in orthodontic tooth movement // *Journal of Dental Research*. – 2017. – Vol. 96, №12. – P. 155-164.
5. Huang L., Li Y., Yang F. Integrin-mediated mechanotransduction in periodontal ligament cells // *Cell and Tissue Research*. – 2018. – Vol. 372, №2. – P. 203-215.
6. Zheng L., Zhang J., Chen X. Intermittent versus continuous orthodontic force: effects on RANKL/OPG ratio in human gingival crevicular fluid // *European Journal of Orthodontics*. – 2019. – Vol. 41, №3. – P. 310-318.
7. Proffit W.R., Fields H.W. *Contemporary Orthodontics*. – 5th ed. – St. Louis: Mosby, 2013. – 754 p. (P. 287-310).
8. Roberts W.E., Nelson C.L., Goodacre C.J. Bone physiology and tooth movement // *Dental Clinics of North America*. – 2016. – Vol. 60, №1. – P. 145-158.
9. Eliades T. Friction and wear of orthodontic materials // *Orthodontic Materials: Scientific and Clinical Aspects*. – 2017. – Vol. 2. – P. 89-100.
10. Rossini G., Parrini S., Castroflorio T. Biomechanical aspects of clear aligner therapy // *Journal of Clinical Orthodontics*. – 2020. – Vol. 54, №4. – P. 215-224.
11. Cope J.B. Temporary anchorage devices in orthodontics // *Seminars in Orthodontics*. – 2019. – Vol. 25, №3. – P. 340-350.
12. Papadopoulos M.A. Finite element method in orthodontic biomechanics // *Biomedical Engineering in Dentistry*. – 2019. – Vol. 12. – P. 45-58.
13. Kanzaki H., Chiba M., Arai K. Local RANKL gene transfer accelerates orthodontic tooth movement // *Gene Therapy*. – 2014. – Vol. 21, №4. – P. 410-416.
14. Alzahrani K., Ghabanchi J. Biomechanical comparison of self-ligating and conventional brackets using finite element analysis // *Angle Orthodontist*. – 2018. – Vol. 88, №5. – P. 567-575.
15. Nimeri G., Kau C.H., Abou-Kheir N. Accelerated orthodontic tooth movement with micro-osteoperforations // *Progress in Orthodontics*. – 2021. – Vol. 22, №1. – P. 3-12.