

ИССЛЕДОВАНИЕ НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ЗУБОЧЕЛЮСТНОЙ СИСТЕМЫ ПРИ ШИНИРОВАНИИ ЗУБОВ

Очилова М.У

Ассистент кафедры пропедевтики ортопедической стоматологии

Ташкентский государственный медицинский университет

Бобожонова Ш.Х

Ассистент кафедры пропедевтики ортопедической стоматологии

Ташкентский государственный медицинский университет

Усмонова Х.Т

Ассистент кафедры пропедевтики ортопедической стоматологии

Ташкентский государственный медицинский университет

Аннотация

Целью настоящего исследования является **оценка эффективности лечебно-профилактической шинирующей конструкции**, разработанной для стабилизации зубов у пациентов с начальными и средними формами пародонтита. В работе применены методы **математического моделирования и биомеханического анализа**, что позволило количественно оценить перераспределение функциональных нагрузок в зубочелюстной системе при использовании предложенной конструкции. В качестве материала шины использован **термопластический полимер Ветакрил**, обладающий высокой биосовместимостью, эластичностью и устойчивостью к деформационным нагрузкам. Сравнительный анализ механических характеристик Ветакрила и традиционных кобальтохромовых сплавов показал преимущества нового материала в снижении концентрации напряжений и повышении равномерности передачи жевательных усилий.

Результаты математического моделирования подтверждены клиническими наблюдениями: применение конструкции из Ветакрила

способствует снижению подвижности зубов, уменьшению воспалительных проявлений, улучшению функционального состояния пародонта и повышению устойчивости зубного ряда.

Разработанная методика может быть рекомендована для клинического применения при лечении и профилактике пародонтальных заболеваний, а также как модель для дальнейших исследований биомеханических свойств стоматологических конструкций.

Ключевые слова: пародонтит, шинирующая конструкция, Ветакрил, термопластический полимер, математическое моделирование, биомеханический анализ, функциональная нагрузка.

Материалы и методы исследования

Исследование проводилось на базе кафедры ортопедической стоматологии Ташкентского государственного стоматологического института. Целью являлась экспериментальная и клиническая оценка эффективности новой лечебно-профилактической шинирующей конструкции, разработанной с использованием термопластического полимера **Ветакрил**.

Материалы

В качестве основы для шинирования применялся термопластический полимер Ветакрил (Польша), отличающийся высокой биосовместимостью, прозрачностью, эластичностью и устойчивостью к механическим и термическим воздействиям. Для сравнительного анализа использовались традиционные металлические шины из **кобальто-хромового сплава**.

Объектами клинического исследования стали 30 пациентов в возрасте от 35 до 55 лет, страдающих **пародонтитом лёгкой и средней степени тяжести** с признаками патологической подвижности зубов I–II степени. Все пациенты были разделены на две группы:

Основная группа (n=15) – лечение с применением новой термопластической шины из Ветакрила;

Контрольная группа (n=15) – лечение с использованием стандартных

металлических шин.

Методы исследования

Клиническая оценка. Проводилось определение степени подвижности зубов (по Миллеру), индексов РМА, GI и BOP, а также оценка состояния пародонта через 1, 3 и 6 месяцев после начала лечения.

Математическое моделирование. Для количественной оценки перераспределения функциональных нагрузок применялся метод конечных элементов (**Finite Element Method — FEM**). Моделирование проводилось с использованием программных комплексов **SolidWorks** и **ANSYS**, где создавалась трёхмерная модель зубочелюстного сегмента с элементами пародонта, альвеолярной кости и шинирующего устройства.

В процессе моделирования учитывались:

средние значения жевательной нагрузки (от 50 до 150 Н);

угловые направления силы (30–45° к продольной оси зуба);

физико-механические характеристики материалов (модуль упругости, предел прочности, коэффициент Пуассона).

Биомеханический анализ. Анализировались карты распределения напряжений (stress maps), деформаций и векторов перемещения при действии жевательной нагрузки. Для Ветакрила и кобальто-хромового сплава проводилось сравнение зон концентрации напряжений в пришеечной и апикальной областях зуба.

Статистическая обработка данных. Полученные количественные результаты обрабатывались методом вариационной статистики с использованием программы **SPSS 26.0**. Различия считались достоверными при уровне значимости $p < 0,05$.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Результаты проведённого исследования позволили всесторонне оценить эффективность предложенной лечебно-профилактической шинирующей конструкции из термопластического полимера **Ветакрил** в сравнении с традиционными металлическими шинами. Оценка включала два этапа —

математическое моделирование и клиническое испытание.

2.1. Результаты математического моделирования

Методом конечных элементов (FEM) была создана трёхмерная модель зубочелюстного сегмента с включением альвеолярной кости, пародонтальной связки и шинирующего устройства. Моделирование проводилось при жевательной нагрузке 50–150 Н под углом 30–45° к продольной оси зуба.

Анализ распределения механических напряжений показал следующие закономерности:

В конструкции из **кобальто-хромового сплава** наблюдалась локальная концентрация напряжений в пришеечной области опорных зубов (до **30–32 МПа**), что повышает риск микротравмирования тканей пародонта.

При использовании шины из **Ветакрила** уровень напряжений в тех же участках снижался на **35–40 %**, а нагрузка распределялась равномерно по всей длине дуги шины.

Карта векторов деформации выявила снижение пиковых нагрузок на опорные зубы и более физиологичное направление силовых линий.

Таким образом, термопластический материал **Ветакрил** обеспечивает **оптимальный баланс между прочностью и гибкостью**, способствуя стабилизации зубного ряда и снижению травматического воздействия на пародонт.

2.2. Клинические результаты

Клинические испытания проводились у 30 пациентов (возраст 35–55 лет) с пародонтитом лёгкой и средней степени тяжести. Пациенты были разделены на две группы:

Основная группа (n = 15) — шинирование конструкцией из Ветакрила;

Контрольная группа (n = 15) — традиционные металлические шины.

Оценка проводилась по клиническим индексам: подвижность зубов (по Миллеру), индекс РМА, индекс кровоточивости (ВОР) и индекс гигиены (GI).

Таблица 1. Динамика клинических показателей у пациентов основной и контрольной групп

Показатель	Группа	До лечения	Через 3 мес.	Через 6 мес.	Δ (%)	p-значение
Подвижность зубов (баллы)	Основная	1,86 ± 0,12	1,34 ± 0,10	1,10 ± 0,08	-40,9 %	< 0,05
	Контрольная	1,82 ± 0,13	1,58 ± 0,11	1,41 ± 0,09	-22,5 %	< 0,05
Индекс РМА (%)	Основная	42,3 ± 3,1	30,8 ± 2,4	23,1 ± 2,0	-45,3 %	< 0,05
	Контрольная	41,7 ± 3,3	36,5 ± 2,8	32,9 ± 2,6	-21,1 %	> 0,05
Индекс ВОР (%)	Основная	38,5 ± 2,7	26,2 ± 2,3	18,7 ± 1,9	-51,4 %	< 0,05
	Контрольная	37,9 ± 2,9	32,6 ± 2,4	28,4 ± 2,1	-25,0 %	> 0,05
Индекс GI	Основная	1,73 ± 0,09	1,32 ± 0,08	1,05 ± 0,07	-39,3 %	< 0,05
	Контрольная	1,70 ± 0,10	1,51 ± 0,09	1,36 ± 0,08	-20,0 %	> 0,05

Полученные результаты демонстрируют выраженную положительную динамику в основной группе. Через шесть месяцев лечения отмечено достоверное снижение подвижности зубов и воспалительных проявлений, что указывает на восстановление функциональной устойчивости пародонта.

Пациенты основной группы также отмечали более высокий комфорт ношения, отсутствие металлического привкуса и лучшую эстетическую

адаптацию конструкции.

2.3. Обсуждение результатов

Анализ данных подтвердил, что применение **термопластического материала Ветакрил** обеспечивает более физиологичное перераспределение жевательной нагрузки, снижает концентрацию напряжений и тем самым способствует восстановлению биомеханического равновесия пародонта.

Клинические и модельные результаты находятся в тесной корреляции, что подчёркивает надёжность математического моделирования как инструмента прогнозирования эффективности стоматологических конструкций.

Сравнительный анализ также показал, что гибкость и упругость полимера позволяют поддерживать физиологическую подвижность зубов без избыточного давления на опорные элементы, чего не удаётся достичь при использовании металлических шин.

Полученные данные согласуются с результатами исследований Wilson (2019), Lindhe (2022) и Ризаевой (2023), подтверждающих преимущества полимерных материалов для долговременной стабилизации зубного ряда при пародонтите лёгкой и средней степени тяжести.

ВЫВОДЫ

Проведённое исследование подтвердило высокую эффективность разработанной лечебно-профилактической шинирующей конструкции, выполненной из термопластического полимера **Ветакрил**, при лечении пациентов с пародонтитом лёгкой и средней степени тяжести.

Применение методов **математического моделирования (FEM)** и **биомеханического анализа** позволило объективно оценить перераспределение функциональных нагрузок в зубочелюстной системе и выявить преимущества предложенной конструкции по сравнению с традиционными металлическими шинами.

Согласно результатам моделирования, использование Ветакрила

обеспечивает **снижение концентрации напряжений на 35–40 %** и более равномерное распределение сил по зубному ряду, что способствует уменьшению травматизации пародонтальных тканей.

Клинические наблюдения показали достоверное **снижение подвижности зубов (на 40,9 %)**, уменьшение воспалительных проявлений пародонта и улучшение гигиенических показателей у пациентов основной группы, что свидетельствует о выраженном терапевтическом эффекте конструкции.

Разработанная конструкция из Ветакрила характеризуется **биосовместимостью, оптимальной эластичностью, эстетичностью и комфортом ношения**, что повышает приверженность пациентов к лечению и улучшает качество жизни.

Полученные результаты подтверждают целесообразность внедрения термопластических полимеров нового поколения в практику ортопедической и пародонтологической стоматологии.

Использование сочетания клинического подхода и численного моделирования может служить **надёжным инструментом для прогнозирования эффективности** стоматологических конструкций и оптимизации лечебных протоколов при патологии пародонта.

Список литературы:

1.Алексеева Н.А. Влияние ортопедического лечения на функциональное состояние пародонта у больных с травматической окклюзией: дис. ... канд. мед. наук: 14.01.14. – Тверь, 2018. – 22с.

2.Арутюнян М.Р. Клинико-функциональные особенности адаптации пациентов к бюгельным протезам с каркасом из полиоксиметилена // Бюллетень медицинских интернет-конференций / Общество с ограниченной ответственностью «Наука и инновации». – 2015. – Т. 5, № 4. – С. 243 –244.

3. Возная И.В. Клиническая оценка влияния ортопедического лечения на ткани пародонта // Вестник проблем биологии и медицины. – 2015. – № 2 (1). – С. 336—339.

4. Грудянов А.И., Овчинникова В.В. Профилактика воспалительных заболеваний пародонта. М.: МИА, 2007. — 80 с.

5. Ибрагимов Г.С. Биомеханические основы шинирования при заболеваниях пародонта // Бюллетень медицинских интернет – конференций / ООО «Наука и инновации». — 2016. – Т. 6, № 6. – С. 1080.

6. Наумович С.А., Полховский Д.М., Дрик Ф.Г. Исследование напряженно-деформированного состояния зубов методом голографической интерферометрии // Медицинский журнал. – 2009. – №3. – С. 63 – 66.

7. Наумович С.С., Наумович С.А. Современные возможности и практическое применение математического моделирования в стоматологии // Современная стоматология. – 2011 – №1 – С. 38 – 42.

8. Седегова О.Н. Экспериментально-клиническое обоснование применения углеродного композиционного волокна для шинирования зубов при генерализованном пародонтите: дис. ... канд. мед. наук: 14.01.14. — Пермь, 2016. – 167 с.

9. Chen Y.C., Tsai H. Use of 3D finite element models to analyze the influence of alveolar bone height on tooth mobility and stress distribution // Journal of Dental Sciences. – 2011. – Vol. 6. – P. 90 – 94.

10. De Boever J. A., De Boever A. M. Occlusion and periodontal health // Functional occlusion in restorative dentistry and prosthodontics. – Mosby, 2016. – P. 189 – 199.

11. Салимов, О. Р., & Очилова, М. У. (2024, October). ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ОТОБРАЖЕНИЯ РАЗМЕРНОЙ ТОЧНОСТИ КУЛЬТИ ЗУБА, ПОЛУЧЕННОГО С ПОМОЩЬЮ СКАНИРОВАНИЯ НА ИНТРАОРАЛЬНЫХ СКАНЕРАХ 3D PROGRESS И MHT OPTIC RESEARCH AG И TRIOS (3SHAPE A/S) IN VITRO. In *Конференции* (Vol. 1, No. 1, pp. 360-361).

12. Акбаров, А. Н., Талипова, Ю. Ш., Салимов, О. Р., & Толипова, М. А. (2023). СТОМАТОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ВИРУСНЫХ ГЕПАТИТОВ. *Stomatologiya*, (1), 62-65.

13. Алиева, Н. М., Очилова, М. У., Толипова М. А. (2022). ШИНИРУЮЩИЕ СИСТЕМЫ В ЛЕЧЕНИИ ПАРОДОНТИТА СРЕДНЕЙ СТЕПЕНИ ТЯЖЕСТИ. ИССЛЕДОВАНИЯ И ОБРАЗОВАНИЕ, 1(9), 74-78.

14. Алиева, Н. М., Толипова, М. А., Очилова М. У. (2022). ОПРЕДЕЛЕНИЕ СТАБИЛЬНОСТИ ИМПЛАНТАТОВ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ МЕТОДАХ ПРОТЕЗИРОВАНИЯ НА ДЕНТАЛЬНЫХ ИМПЛАНТАХ. ИССЛЕДОВАНИЯ И ОБРАЗОВАНИЕ, 1(9), 222-230.

15. Очилова, М. У., Толипова, М. А., Алиева Н. М. (2022). Молекулярные основы развития хронических колитов как предрака толстой кишки. *МедЮнион*, (1), 112–115.

16. Очилова, М. У., Толипова, М. А., Алиева Н. М. (2022). Молекулярные основы развития хронических колитов как предрака толстой кишки. *МедЮнион*, (1), 112–115.

17. САЛИМОВ, О. Р., АЛИЕВА, Н. М., АХМЕДОВ, М. Р., & ОЧИЛОВА, М. У. (2022). ОРТОПЕДИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ЛЕЧЕНИЯ ЗАБОЛЕВАННОГО ВИСОЧНО-НИЖНЕЧЕЛЮСТНОГО СУСТАВА (литературный обзор). *Журнал инноваций нового века*, 18 (3), 3-29.

18. АЛИЕВА, Н. М., ОЧИЛОВА, М. У., ТОЛИПОВА, М. А., КАСИМОВА Э. В. (2022). ОРТОПЕДИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ЛЕЧЕНИЯ ПАРОДОНТИТА СРЕДНЕЙ СТЕПЕНИ ТЯЖЕСТИ ШИНИРУЮЩИМИ СИСТЕМАМИ ТАШКЕНТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТОМАТОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ. *Журнал инноваций нового века*, 18 (3), 119–143.

19. Салимов, О. Р., Очилова, М. У., Толипова, М. А., Касимова Э. В. (2022). МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН ТАШКЕНТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТОМАТОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ. МОДЕЛИ И МЕТОДЫ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИННОВАЦИОННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ, 2(18), 217-232.

20.Касимова, Э. В., Салимов О. Р., Очилова, М. У., Толипова М. А. (2022). ВЗАИМОСВЯЗЬ МЕЖДУ ДЕФИЦИТОМ ЭСТРОГЕНОВ И ЗАБОЛЕВАНИЯМИ ПАРОДОНТА У ЖЕНЩИН В ПЕРИОДЕ ПОСТМЕНОПАУЗЫ. Журнал инноваций нового века, 18 (3), 49-71.

21.Khalimjonovna, B. S. (2025). POST-COVID-19 CLINICAL AND AUDIOLOGICAL CHARACTERISTICS OF TEMPOROMANDIBULAR JOINT (TMJ) DYSFUNCTIONS. *Лучшие интеллектуальные исследования*, 58(4), 144-149.

22.Xalimjonovna, B. S. (2025). ADVANTAGES OF USING LOCALLY PRODUCED GLASS IONOMER CEMENT IN THE CEMENTATION OF FIXED PROSTHODONTIC CONSTRUCTIONS. *Лучшие интеллектуальные исследования*, 58(4), 139-143.

23.Halimjonovna, B. S. (2025). ADVANTAGES OF DIGITAL TECHNOLOGY IN THE USE OF THE DENTAL COLOR COMPARATOR (DENTAL COLORIMETER) IN MODERN DENTISTRY AND ITS APPLICATION IN DIAGNOSIS AND TREATMENT. *Лучшие интеллектуальные исследования*, 58(4), 135-138

24.Алиева Н.М., Толипова М.А., Очилова М.Ю. (2022). АСПЕКТЫ СТОМАТОЛОГИЧЕСКИХ ЗАБОЛЕВАНИЙ У БОЛЬНЫХ ХРОНИЧЕСКИМ ГЕПАТИТОМ В. (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ). ИССЛЕДОВАНИЯ И ОБРАЗОВАНИЕ, 1(9), 215–221.

25.Алиева, Н. М., Малика Улмасовна О., Толипова М. А. (2022). ДЕПРОГРАММАТОР КОЙСА–КАК ИННОВАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ В ОРТОПЕДИЧЕСКОЙ СТОМАТОЛОГИИ (ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР). ИССЛЕДОВАНИЯ И ОБРАЗОВАНИЕ, 1(9), 60-67.

26.Бобожонова, Ш. Х. (2025). ЧАККА ПАСТКИ ЖАҒ БЎҒИМИ ДИСФУНКЦИЯЛАРИДА ОҒРИҚ СИНДРОМИНИНГ КЛИНИК ХУСУСИЯТЛАРИ. *TADQIQOTLAR*, 76(4), 126-130.