

ИССЛЕДОВАНИЕ НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ЗУБОЧЕЛЮСТНОЙ СИСТЕМЫ ПРИ ШИНИРОВАНИИ ЗУБОВ

Очилова М.У

*Ассистент кафедры пропедевтики ортопедической стоматологии
Ташкентский государственный медицинский университет*

Бобоожонова 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, термопластичный 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 термопластичный 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 PMA, 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 ($30\text{--}45^\circ$ 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 термопластичного 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, термопластичный 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 удается 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 пародонтике 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 МНТ 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.Бобоҷонова, Ш. Ҳ. (2025). ЧАККА ПАСТКИ ЖАҒ БЎҒИМИ ДИСФУНКЦИЯЛАРИДА ОФРИҚ СИНДРОМИНИНГ КЛИНИК ХУСУСИЯТЛАРИ. *TADQIQOTLAR*, 76(4), 126-130.