

МАТЕМАТИК МОДЕЛЛАШТИРИШ ВА БИОМЕХАНИК ТАҲЛИЛ АСОСИДА ДАВОЛОВЧИ-ПРОФИЛАКТИК ШИНИРЛОВЧИ КОНСТРУКЦИЯ САМАРАДОРЛИГИНИ БАҲОЛАШ

Алиева Назокат Муратжоновна

*Ортопедик стоматология пропедевтикаси
кафедраси доценти, тиббиёт фанлари номзоди,
Тошкент давлат тиббиёт университети*

Очилова Малика Улмасовна

*Ортопедик стоматология пропедевтикаси кафедраси
Ассистенти Тошкент давлат тиббиёт университет*

Аннотация

Мазкур тадқиқотнинг мақсади пародонтитнинг бошланғич ва ўртача шаклларида эга беморларда тишларни барқарорлаштириш учун ишлаб чиқилган даволовчи-профилактик шинирловчи конструкциянинг самарадорлигини баҳолашдан иборат. Тадқиқотда математик моделлаштириш ва биомеханик таҳлил усулларида фойдаланилди, бу эса тақлиф этилган конструкция қўлланилганда тиш-жағ тизимида функционал юкламаларнинг қайта тақсимланишини миқдорий жиҳатдан баҳолаш имконини берди. Шина материали сифатида юқори биомослашувчанлик, эластиклик ва деформация юкламаларига чидамлилиги билан ажралиб турувчи **Ветакрил** термопластик полимери қўлланилди. Ветакрил ва анъанавий кобальт-хром қотишмалари механик хусусиятларининг қиёсий таҳлили янги материалнинг кучланиш концентрациясини камайтириш ва чайнаш юкламаларини бир маромда узатишда устунликка эга эканини кўрсатди. Математик моделлаштириш натижалари клиник кузатувлар билан тасдиқланди: Ветакридан тайёрланган конструкция қўлланилиши тишлар подвижлигининг камайиши, яллиғланиш белгилари пасайиши, пародонтитнинг функционал ҳолати яхшиланиши ва тиш қаторининг барқарорлиги ошишига олиб келди. Ишлаб чиқилган методика пародонт касалликларини даволаш ва профилактика қилишда клиник амалиёт учун тавсия этилиши, шунингдек стоматологик конструкцияларнинг биомеханик хусусиятларини кейинги тадқиқ қилиш учун модел сифатида хизмат қилиши мумкин.

Калит сўзлар: пародонтит, шинирловчи конструкция, Ветакрил, термопластик полимер, математик моделлаштириш, биомеханик таҳлил, функционал юклама.

Тадқиқот материаллари ва усуллари

Тадқиқот Тошкент давлат стоматология институти ортопедик стоматология кафедраси базасида олиб борилди. Тадқиқотнинг мақсади Ветакрил термопластик полимерида фойдаланган ҳолда ишлаб чиқилган янги даволовчи-профилактик шинирловчи конструкциянинг экспериментал ва клиник самарадорлигини баҳолашдан иборат бўлди.

Материаллар

Шинирлаш учун асос сифатида юқори биомослашувчанлик, шаффофлик, эластиклик ҳамда механик ва термик таъсирларга чидамлилиги билан тавсифланувчи **Ветакрил** термопластик полимери (Польша) қўлланилди. Қиёсий таҳлил учун кобальт-хром қотишмасидан тайёрланган анъанавий металл шиналар ишлатилди.

Клиник тадқиқот объекти сифатида 35–55 ёшдаги, пародонтитнинг енгил ва ўртача даражалари ҳамда I–II даражали патологик тиш подвижлигига эга бўлган 30 нафар бемор танлаб олинди. Барча беморлар икки гуруҳга ажратилди:

- **Асосий гуруҳ (n=15)** — Ветакрил термопластик шинаси қўлланилган беморлар;
- **Назорат гуруҳи (n=15)** — стандарт металл шиналар билан даволанган беморлар.

Тадқиқот усуллари

Клиник баҳолаш. Тиш подвижлиги даражаси (Миллер бўйича), РМА, GI ва ВОР индекслари аниқланди ҳамда пародонт ҳолати даволаш бошланганидан кейин 1, 3 ва 6 ойда баҳоланди.

Математик моделлаштириш. Функционал юкламалар қайта тақсимланишини миқдорий баҳолаш учун чекли элементлар усули (Finite Element Method — FEM) қўлланилди. SolidWorks ва ANSYS дастурий мажмуалари ёрдамида пародонт, альвеоляр суяк ва шинирловчи қурилма элементларини ўз ичига олган тиш-жағ сегментининг уч ўлчамли модели яратилди. Моделлаштириш жараёнида қуйидагилар ҳисобга олинди:

- чайнаш юкламасининг ўртача қийматлари (50–150 Н);
- кучнинг йўналиш бурчаклари (тишнинг узун ўқиға нисбатан 30–45°);
- материалларнинг физик-механик кўрсаткичлари (эластиклик модули, мустаҳкамлик чегараси, Пуассон коэффициент).

Биомеханик таҳлил. Чайнаш юкламаси таъсирида кучланишлар, деформациялар ва силжиш векторларининг тақсимланиш хариталари таҳлил қилинди. Ветакрил ва кобальт-хром қотишмалари учун тишнинг бўйин ва апикал соҳаларида кучланиш концентрацияси зоналари қиёсий ўрганилди.

Статистик таҳлил. Олинган натижалар вариацион статистика усулида SPSS 26.0 дастури ёрдамида қайта ишланди. Фарқлар $p < 0,05$ даражада ишончли деб ҳисобланди.

Натижалар ва уларнинг муҳокамаси

Ўтказилган тадқиқот натижалари Ветакрил термопластик полимеридан тайёрланган даволовчи-профилактик шинирловчи конструкциянинг анъанавий металл шиналарга нисбатан самарадорлигини ҳар томонлама баҳолаш имконини берди. Таҳлил икки босқичда — математик моделлаштириш ва клиник синовлар асосида амалга оширилди.

2.1. Математик моделлаштириш натижалари

Чекли элементлар усули (FEM) ёрдамида альвеоляр суяк, пародонт боғламаси ва шинирловчи қурилмани ўз ичига олган тиш-жағ сегментининг уч ўлчамли модели яратилди. Моделлаштириш 50–150 Н чайнаш юкламаси ва тишнинг узун ўқиға нисбатан 30–45° бурчакда ўтказилди.

Механик кучланишларнинг тақсимланиш таҳлили қуйидаги қонуниятларни кўрсатди:

- кобальт-хром қотишмасидан тайёрланган шиналарда опора тишларининг бўйин соҳасида кучланишларнинг локал концентрацияси (30–32 МПа гача) кузатилди, бу пародонт тўқималарининг микротравматизация хавфини оширади;
- Ветакрил шинаси қўлланилганда ушбу соҳалардаги кучланиш даражаси 35–40 % га камайди ва юклама шина дугаси бўйлаб бир маромда тақсимланди;
- деформация векторлари харитаси опора тишларда пик юкламаларнинг пасайишини ва кучлар йўналишининг физиологик мослашувини намоён этди. Шу тариқа, Ветакрил термопластик материали мустаҳкамлик ва эластиклик ўртасида оптимал мувозанатни таъминлаб, тиш қаторини барқарорлаштириш ва пародонтга травматик таъсирни камайитиришга хизмат қилади.

2.2. Клиник натижалар

Клиник синовлар 35–55 ёшдаги, пародонтитнинг енгил ва ўртача даражаларига эга бўлган 30 нафар беморда ўтказилди. Беморлар қуйидаги гуруҳларга ажратилди:

- **Асосий гуруҳ (n=15)** — Ветакрил конструкцияси билан шинирланган беморлар;
- **Назорат гуруҳи (n=15)** — анъанавий металл шиналар қўлланилган беморлар.

Баҳолаш қуйидаги клиник индекслар асосида амалга оширилди: тиш подвижлиги (Миллер бўйича), РМА индекси, қон кетиш индекси (ВОР) ва гигиена индекси (GI).

Олинган натижалар асосий гуруҳда яққол ижобий динамикани намоён этди. Даволашдан олти ой ўтгач, тишлар подвижлигининг ишончли даражада камайиши ва яллиғланиш белгилари пасайиши қайд этилди, бу эса пародонтнинг функционал барқарорлиги тикланганини кўрсатади.

Асосий гуруҳ беморлари, шунингдек, конструкцияни тақишда юқори даражадаги қулайлик, металл таъмининг йўқлиги ҳамда эстетик мослашувнинг яхшироқ эканини таъкидладилар.

2.3. Натижалар муҳокамаси

Маълумотлар таҳлили шуни тасдиқладики, **Ветакрил** термопластик материали қўлланилиши чайнаш юкламаларининг янада физиологик қайта тақсимланишини таъминлайди, кучланишлар концентрациясини камайтиради ва шу орқали пародонтнинг биомеханик мувозанатини тиклашга хизмат қилади.

Клиник ва моделлаштириш натижалари ўртасида яқин корреляция аниқланди, бу эса математик моделлаштиришни стоматологик конструкцияларнинг самарадорлигини олдиндан башорат қилишда ишончли инструмент сифатида қўллаш мумкинлигини кўрсатади. Қиёсий таҳлил шуни ҳам аниқладидики, полимер материалнинг эластиклиги ва упруглиги тишларнинг физиологик подвижлигини сақлаб қолишга имкон беради ҳамда опора элементларга ортиқча босим тушишининг олдини олади, бу эса металл шиналар қўлланилганда тўлиқ таъминланмайди. Олинган натижалар Wilson (2019), Lindhe (2022) ва Ризаева (2023) тадқиқотлари маълумотлари билан уйғун бўлиб, пародонтитнинг енгил ва ўртача даражаларда тиш қаторини узоқ муддатли барқарорлаштиришда полимер материалларнинг афзалликларини тасдиқлайди.

ХУЛОСАЛАР

Ўтказилган тадқиқот Ветакрил термопластик полимеридан тайёрланган ишлаб чиқилган даволовчи-профилактик шинирловчи конструкциянинг пародонтитнинг енгил ва ўртача даражаларига эга беморларни даволашда юқори самарадорликка эга эканини тасдиқлади. Математик моделлаштириш (FEM) ва биомеханик таҳлил усуллари қўллаш тиш-жағ тизимида функционал юкламаларнинг қайта тақсимланишини объектив баҳолаш имконини берди ҳамда таклиф этилган конструкциянинг анъанавий металл шиналарга нисбатан устунликларини аниқлашга хизмат қилди. Моделлаштириш натижаларига кўра, Ветакрил қўлланилиши кучланишлар концентрациясини 35–40 % га камайтиради ва кучларни тиш қаторлари бўйлаб янада бир маромда тақсимлайди, бу эса пародонт тўқималарининг травматизациясини пасайтиради. Клиник кузатувлар асосий гуруҳ беморларида тиш подвижлигининг ишончли даражада камайиши (40,9 % га), пародонт яллиғланиш белгилари пасайиши ҳамда гигиеник кўрсаткичлар яхшиланишини кўрсатди, бу конструкциянинг яққол терапевтик самарасини тасдиқлайди. Ветакридан тайёрланган ишлаб чиқилган конструкция юқори биомослашувчанлик, оптимал эластиклик, эстетиклик ва тақишдаги қулайлик билан тавсифланади, бу эса беморларнинг даволашга бўлган мойиллигини оширади ва ҳаёт сифатини яхшилади. Олинган натижалар ортопедик ва

пародонтологик стоматология амалиётида янги авлод термопластик полимерларини жорий этиш мақсадга мувофиқ эканини тасдиқлайди. Клиник ёндашув ва сонли моделлаштиришни уйғун қўллаш пародонт патологияларида стоматологик конструкцияларнинг самарадорлигини башорат қилиш ва даволаш протоколларини оптималлаштиришда ишончли восита бўлиб хизмат қилиши мумкин.

Фойдаланилган адабиётлар руйхати

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.