

# КЛИНИЧЕСКАЯ СТОМАТОЛОГИЯ

## *Clinical Dentistry (Russia)*

**dGun**<sup>TM</sup>  
DENTIST

### НОВЫЙ ИНЪЕКТОР НА РОССИЙСКОМ РЫНКЕ

#### ПОЧЕМУ ВЫБИРАЮТ **DENTIST dGun**?

- Выпускается со всеми анестетиками, зарегистрированными в РФ.
- Специально разработанная теплая цветовая гамма инъектора существенно снижает психологический барьер и страх пациента перед анестезией.
- Улучшенный визуальный контроль аспирационной пробы тест за счет сквозного отверстия в защитном колпачке, совмещенным с отверстием на корпусе инъектора.
- Специальные насечки, предотвращающие скольжение пальцев врача. Существенно повышает качество работы.
- Стерилизуется оксидом этилена. Срок хранения 5 лет.
- Не требует маркировки в системе «Честный знак».
- Удобный информативный сайт для заказов.

ООО «Уральская Медицинская Компания»  
426008, УР, г. Ижевск, ул. Коммунаров, 355  
denttorgg@gmail.com; info@denttorg.ru  
тел.: +7 (3412) 97-09-79  
+7 (3412) 26-05-19  
+7 (982) 119-91-87

Бесплатный номер по России: 8-800-250-99-74



Подписывайтесь на официальный канал с полезной информацией для управленцев в стоматологии, с обсуждением сложных случаев в стоматологической практике



uralmedcom.ru  
dgun.online

**25 лет Ассоциации  
«Стоматологическая  
индустрия»**

**Распространенность  
инфантильного типа  
глотания у детей и его  
взаимосвязь с морфологией  
зубочелюстной системы  
в период смены зубов**

**Микробный пейзаж  
грамположительных бактерий  
в ротовой жидкости у ВИЧ-  
инфицированных больных  
с кандидозом ротовой полости**

**Перспективы применения  
бактериальной  
целлюлозы в стоматологии**

**Адгезивные характеристики  
кремов для фиксации  
съёмных зубных протезов**

**Comparison of Ti6Al4V titanium  
alloy membrane prototypes  
for bone defect repair made  
by laser sintering and electron  
beam melting**



9 771811 153001

# Белакрил-МГО рапид

Акриловый полимерный материал горячего отверждения ускоренной полимеризации для изготовления базисов съёмных зубных протезов

## Преимущества

- значительно сокращает время изготовления протеза
- хорошо полируется
- имитирует естественный внешний вид слизистой полости рта
- имеет высокую цветостойкость
- обладает минимальным риском образования пор









Научно-практический рецензируемый журнал «Клиническая стоматология» включен в Перечень ведущих российских рецензируемых научных журналов и изданий (ВАК), в ядро РИНЦ, в базу данных Russian Science Index на платформе Web of Science, в базу данных Scopus.

№ 3/2025

С 2018 г. выходит при спонсорской поддержке генерального директора «ВладМиВы» проф. Владимира Петровича Чуева

## Главные редакторы

**С.Ю. Иванов**, член-корр. РАН, д.м.н., профессор, зав. кафедрой челюстно-лицевой хирургии Первого МГМУ им. И.М. Сеченова, зав. кафедрой челюстно-лицевой хирургии и хирургической стоматологии медицинского института РУДН.  
*Ответственный за разделы:* хирургическая стоматология, имплантология, ортопедическая стоматология, ортодонтия, обезболивание в стоматологии, организация здравоохранения и общественное здоровье.

**И.М. Рабинович**, д.м.н., профессор, заведующий отделом терапевтической стоматологии ЦНИИСиЧЛХ; зав. кафедрой терапевтической стоматологии РМАНПО, заслуженный врач РФ.

*Ответственный за разделы:* терапевтическая стоматология, заболевания слизистой оболочки рта, пародонтология, эстетическая стоматология, эндодонтия, детская стоматология.

## Научный редактор

**А.М. Цициашвили**, д.м.н., профессор кафедры пропедевтики хирургической стоматологии Российского университета медицины.

## Ответственный секретарь

**Ю.Л. Васильев**, д.м.н., профессор кафедры оперативной хирургии и топографической анатомии Первого МГМУ им. И.М. Сеченова

## Редколлегия

**С.И. Абакаров**, член-корр. РАН, д.м.н., профессор, зав. кафедрой ортопедической стоматологии, декан стоматологического факультета РМАНПО.

**Н.Н. Аболмасов**, д.м.н., профессор кафедры ортопедической стоматологии с курсом ортодонтии Смоленского государственного университета.

**И.М. Байриков**, член-корр. РАН, д.м.н., профессор, зав. кафедрой челюстно-лицевой хирургии и стоматологии СамГМУ.

**И.П. Балмасова**, д.м.н., профессор, зав. лабораторией патогенеза и методов лечения инфекционных заболеваний Научно-исследовательского медико-стоматологического института Российского университета медицины.

**А.А. Бахмет**, д.м.н., профессор кафедры анатомии человека РНИМУ им. Н.И. Пирогова.

**Е.А. Булычева**, МSc, д.м.н., профессор, зав. кафедрой дополнительного образования по стоматологическим специальностям НовГУ; профессор кафедры стоматологии ортопедической и материаловедения с курсом ортодонтии ПСПбГМУ им. И.П. Павлова.

**В.Д. Вагнер**, д.м.н., профессор кафедры ортодонтии и геронтостоматологии Российского университета медицины.

**С.И. Гажва**, д.м.н., профессор, зав. кафедрой стоматологии Приволжского исследовательского медицинского университета (Нижний Новгород).

**Р.Ш. Гветадзе**, член-корр. РАН, д.м.н., профессор, директор НИИ стоматологии Российского университета медицины, заслуженный врач РФ.

**С.Н. Гонтарев**, д.м.н., профессор, зав. кафедрой детской стоматологии НИУ БелГУ, Заслуженный врач РФ.

**Л.А. Григорьянц**, д.м.н., профессор кафедры стоматологии РУДН.

**Л.П. Кисельникова**, д.м.н., профессор, зав. кафедрой детской стоматологии Российского университета медицины, главный внештатный спе-

циалист Департамента здравоохранения Москвы по детской стоматологии.

**Д.А. Лежнев**, д.м.н., профессор, зав. кафедрой лучевой диагностики Российского университета медицины, вице-президент РОО «Общество рентгенологов, радиологов и специалистов ультразвуковой диагностики в Москве», эксперт научно-технической сферы НИИ РИНКЦЭ.

**С.А. Николаенко**, д.м.н., профессор, директор ООО «Клиника профессора Николаенко» и ЦДПО «Профессорская практика», руководитель медико-производственного центра «Эпитетика» (Красноярск).

**В.Н. Олесова**, д.м.н., профессор, проректор по научной работе Академии постдипломного образования ФНКЦ ФМБА РФ, зав. кафедрой стоматологии медико-биологического университета ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА РФ.

**Г.Б. Оспанова**, д.м.н., научный консультант ЦНИИСиЧЛХ.

**С.А. Рабинович**, д.м.н., профессор, зав. кафедрой обезболивания в стоматологии Российского университета медицины.

**Г.С. Рунова**, к.м.н., доцент кафедры пародонтологии Российского университета медицины.

**Р.А. Салеев**, д.м.н., профессор кафедры ортопедической стоматологии, декан стоматологического факультета КГМУ, главный врач стоматологической поликлиники КГМУ.

**А.Н. Ряховский**, д.м.н., профессор, консультант отдела ортопедической стоматологии ЦНИИСиЧЛХ.

**А.Б. Слабковская**, д.м.н., профессор кафедры ортодонтии Российского университета медицины.

**В.Н. Царев**, д.м.н., профессор, зав. кафедрой микробиологии, вирусологии, иммунологии, директор Научно-исследовательского медико-стоматологического института Российского университета медицины.

**В.Н. Чиликин**, д.м.н., профессор, научный консультант НИКИЭТ.

**Р.М. Ахмедбейли**, д.м.н., профессор кафедры терапевтической стоматологии Азербайджанского медицинского университета, президент Азербайджанской ассоциации эстетической стоматологии (Баку, Азербайджан).

**Ш. Дирикан-Ипчи**, д.м.н., профессор, зав. кафедрой пародонтологии и директор института последипломного образования университета Алтынбаш (Стамбул, Турция).

**М.У. Дусмагамбетов**, д.м.н., профессор, зав. кафедрой микробиологии и вирусологии Медицинского университета Астаны (Казахстан).

**Т. Ичинохе**, профессор, зав. кафедрой анестезиологии в стоматологии Токийского стоматологического колледжа (Япония).

**С. Маламед**, профессор стоматологического факультета Университета Южной Калифорнии, председатель общества «Анестезия и медицина» (Лос-Анджелес США).

**Б.К. Поту**, доцент кафедры анатомии человека Университета Персидского залива (Бахрейн).

**С.П. Рубникович**, член-корр. Национальной академии наук, д.м.н., профессор, ректор Белорусского государственного медицинского университета (Минск, Белоруссия).

**М. Соломонов**, д.м.н., профессор, директор программы последипломного образования по эндодонтии департамента эндодонтии госпиталя АОИ «Шибба» (Тель-ха-Шомер, Израиль).

**Л. Тестарелли**, д.м.н., доцент эндодонтии и реставрации кафедры стоматологии и челюстно-лицевой хирургии университета «Сапиенца» (Рим, Италия).



## ■ ГНАТОЛОГИЯ

А.М. Нестеров, М.А. Никулина, Г.М. Нестеров,  
Э.Е. Цымбалов, А.С. Шарафутдинова, В.С. Егоров,  
А.С. Смирнова, А.А. Мжельский **6**  
Оценка влияния остеопатического лечения на посту-  
ральный баланс пациентов с дисфункцией височно-  
нижнечелюстного сустава на этапах стоматологической  
реабилитации

А.С. Мигачев, А.И. Шайхалиев, А.М. Гусаров,  
А.М. Исагаджиев, М.М. Абакаров **10**  
Изменение электромиографической активности жевательной группы мышц у пациентов со скелетной аномалией после ортогнатических операций

А.Н. Ряховский **16**  
Клинический опыт лечения пациентов с дисфункцией ВНЧС методом шинотерапии. Часть I. Диагностика

## ■ ДЕТСКАЯ СТОМАТОЛОГИЯ

Е.О. Бочковская, Н.Л. Мариенко **22**  
Молярно-резцовая гипоминерализация: обзор современных представлений, диагностики и путей решения

М.А. Постников, Н.В. Самойлова, М.М. Алёкина,  
З.Х. Якубова **30**  
Анализ распространенности инфантильного типа глотания и его взаимосвязи с морфологией зубочелюстной системы у детей в период смены зубов (обзор литературы)

Г.И. Скрипкина, А.Ж. Гарифуллина, Т.И. Бурнашова,  
Е.В. Екимов, И.К. Лукашевич **36**  
Качество оказания стоматологической помощи детскому населению г. Омска

## ■ ПРОФИЛАКТИКА

Л.Р. Колесникова, М.В. Федотова, Н.Д. Сергеева,  
Е.М. Казанкова, О.М. Тирская, В.М. Галченко,  
С.Ю. Бывальцева **42**  
Профилактика основных стоматологических заболеваний с использованием глицерофосфата кальция, хлорида магния и гелеобразного покрытия на основе повидона у подростков с артериальной гипертензией

## ■ БОЛЕЗНИ СЛИЗИСТОЙ ОБОЛОЧКИ РТА

О.П. Галкина, А.В. Грохотова **48**  
Характеристика микробного пейзажа грамположительных бактерий в ротовой жидкости у ВИЧ-инфицированных больных с диагностированным кандидозом ротовой полости

## ■ ПАРОДОНТОЛОГИЯ

В.С. Тлустенко, М.В. Щербаков, В.П. Тлустенко,  
В.А. Кошелев, Н.В. Ногина **56**  
Оценка степени значимости окклюзионных нарушений при заболеваниях пародонта на основе клинко-функционального исследования

А.И. Захарова, А.И. Грудянов, В.А. Бадалян,  
Ф.Ф. Лосев, Г.С. Пашкова, Л.Е. Смирнова, А.В. Васильев **64**  
Индивидуальный подбор межзубных ершиков с применением веб-сервиса

## ■ ЭНДОДОНТИЯ

А.В. Зорян, И.А. Коровкин, А.О. Асланова, Г.С. Колганов **72**  
Общие инструментальные принципы современной эндодонтии

## ■ ТЕРАПИЯ

Ю.В. Луницина, Л.Г. Дворникова, О.Н. Мазко,  
А.О. Шемякина, О.В. Бондаренко, С.И. Токмакова **79**  
Перспективы применения бактериальной целлюлозы в стоматологии (обзор зарубежной литературы)

## ■ РЕСТАВРАЦИЯ

F.R. Ahmedbeyli, R.R. Ahmedbeyli, M. Ersoy **84**  
SEM evaluation of surface roughness variations in milled ceramic laminate veneers exposed to glazing and thermocycling

## ■ ОРТОПЕДИЯ

И.Р. Цховребов, С.В. Апресян, А.Г. Степанов,  
О.О. Московец **90**  
Определение адгезивных характеристик кремов для фиксации съемных зубных протезов

Y.N. Al-Mohammad, H.J. Jebur, H.S.S. Al-Noor **96**  
Effect of adding copper oxide nanoparticles on tensile strength and elongation percentage of self-cure soft liners used in prosthodontics

## ■ ХИРУРГИЯ

А.С. Мигачев, А.И. Шайхалиев, А.М. Гусаров,  
Е.В. Сафьянова, А.М. Исагаджиев, М.Н. Юнусова **100**  
Динамическая электронейростимуляция в комплексе реабилитации пациентов с аномалиями размеров и положения челюстей

А.А. Чуева, С.Ю. Иванов, Е.М. Бойко, В.В. Чуев **106**  
Применение остеопластического материала в форме пасты при проведении операции синус-лифтинга с реконструкцией альвеолярного отростка верхней челюсти

A.A. Dolgalev, H.M. Nalchajyan, A.A. Muraev,  
Y.S. Petronyuk, E.A. Khramtsova, A.E. Krupnin,  
D.Z. Choniashvili, S.Yu. Ivanov **112**  
Comparison of Ti6Al4V titanium alloy membrane prototypes for bone defect repair made by laser sintering and electron beam melting

Н.В. Хмелева, Э.Ш. Григорович, Л.А. Саруханян,  
В.И. Самохина, А.Д. Локонов, И.Н. Усманова **120**  
Консервация лунки удаленного зуба как этап подготовки к протезированию с опорой на дентальные имплантаты

## ■ ИМПЛАНТОЛОГИЯ

А.А. Долгалев, Д.Ю. Христофорандо, Н.Н. Диденко,  
Д.З. Чониашивили, А.К. Зеленский **128**

Исследование биосовместимости покрытий для металлических имплантатов на основе технологии атомно-слоевого осаждения в зависимости от свойств подложки

Г.В. Хачатрян, А.Г. Степанов, С.В. Апресян **133**  
Применение техники корневого щита при выполнении немедленной дентальной имплантации (обзор литературы)

## ■ АНАТОМИЯ ЧЕЛОВЕКА

Е.М. Трунин, В.В. Татаркин, С.А. Артюшкин,  
Ю.Л. Васильев, А.И. Щеголев, А.М. Бакунов,  
С.Ю. Никулин, Е.О. Стецки **142**  
Изменение положения гортани относительно наружного основания черепа при некоторых физиологических движениях головы и шеи

И.С. Найданова, Е.А. Булычева, А.Г. Быстров,  
Ю.А. Быстрова, Д.С. Булычева, Е.С. Таскина,  
И.А. Кириллов **151**  
Морфология мягких тканей височно-нижнечелюстного сустава в норме (обзор литературы)

## ■ РЕНТГЕНОДИАГНОСТИКА

A.I. Alnuaimy, S.J. Mahmood, F. Alhamdani,  
M.K. Mohammed, R.M. Al-Bayati **160**  
Putative measurement for alarming orthopantomogram relationship between mandibular third molar and inferior alveolar canal proved by CBCT: A cross-sectional study

## ■ МИКРОБИОЛОГИЯ

С.Н. Кerasов, М.С. Галстян, С.Д. Арутюнов,  
И.П. Балмасова, Е.С. Малова, Я.Н. Харач, В.Н. Царев,  
М.Ш. Мустафаев, Т.Х. Агнкова **168**  
Принципы контроля эффективности обеззараживания инструментария в стоматологии

И.Н. Усманова, И.А. Лакман, И.А. Галимова,  
Ю.Л. Борцова, К.С. Мочалов, М.М. Туйгунов,  
Р.Г. Зиязетдинов, Ю.Л. Васильев **175**  
Обоснование антирадикального, противомикробного, противогрибкового действия адгезивного средства с це-  
талькином хлоридом и холина салицилатом в комплексе местного лечения рецидивирующих афт полости рта.  
Клинико-экспериментальное исследование

## Учредители

  
**ВЛАДМИВА**

Группа компаний «ВладМиВа»

**TBI**  
**COMPANY**

ООО «ТБИ Компания»

Издается при  
информационной поддержке



Стоматологической Ассоциации России



Ассоциации торговых и промышленных  
предприятий стоматологии  
«Стоматологическая индустрия»

## РЕДАКЦИЯ

Шеф-редактор — М. В. Елисеева  
[melis1@yandex.ru](mailto:melis1@yandex.ru), [editor@kstorm.ru](mailto:editor@kstorm.ru)  
+7 916 596-89-62

Литературный редактор, корректор —

Е.И. Макаева

Технический редактор, верстальщик,  
дизайнер — А.А. Капитанников

## АДРЕС РЕДАКЦИИ

119002, Москва, Сивцев вражек, 29/16,  
оф. 205  
Тел.: +7 916 596-89-62

ПОДПИСАТЬСЯ НА ЖУРНАЛ  
МОЖНО В АГЕНТСТВАХ:

«КНИГА-СЕРВИС» — ИНДЕКС E43036;  
«ПРЕССА РОССИИ» — ИНДЕКС 43036;  
«ПОЧТА РОССИИ» — ИНДЕКС PC059;  
«УРАЛ-ПРЕСС» — ИНДЕКС 46329.

Журнал зарегистрирован в Министерстве  
РФ по делам печати, телерадиовещания  
и средств массовых коммуникаций. Сви-  
детельство о регистрации ПИ № 77-1934

Все публикуемые статьи рецензируются. Статья может быть опубликована только после получения положительной экспертной оценки не менее чем от двух рецензентов. Ответственность за содержание рекламных материалов несет рекламодатель. Ответственность за достоверность приводимых в опубликованных материалах сведений несут авторы статей. Перепечатка только с письменного разрешения редакции. Эксклюзивные материалы журнала являются собственностью ООО «Клиническая стоматология».

Тираж 4000 экз. Цена свободная.  
© ООО «Клиническая стоматология», 2025



*The scientific and practical peer-reviewed journal "Clinical Dentistry (Russia)" is included into the Russian peer-reviewed scientific journals and publications leading list (HAC), in the core of the RSCI, in the Russian Science Index database on the Web of Science platform, and in the Scopus.*

№ 3/2025

As of 2018, sponsored by Prof. Vladimir CHUEV, General Director of VladMiVa Company

## Chief editors

**Ivanov S.Yu.**, Russian Academy of Science corresponding member, Doctor of Science in Medicine, full professor of the Maxillofacial surgery Department at Sechenov University (Moscow, Russia); full professor of the Maxillofacial surgery and surgical dentistry Department at RUDN University (Moscow, Russia)

**Accountable for following sections:** *surgical dentistry, implantology, orthopedic dentistry, orthodontics, analgesia in dentistry, health management and public health.*

**Rabinovich I.M.**, Doctor of Science in Medicine, full professor of the Therapeutic dentistry Department at Central Research Institute of Dental and Maxillofacial Surgery (Moscow, Russia); full professor of the Therapeutic dentistry Department at Russian Medical Academy of Continuous Professional Education (Moscow, Russia).

**Accountable for following sections:** *therapeutic dentistry, oral mucosa diseases, periodontics, aesthetic dentistry, endodontics, paediatric dentistry.*

## Science editor

**Tsitsiashvili A.M.**, Doctor of Science in Medicine, professor of the Propaedeutics of Surgical dentistry Department at the Russian University of Medicine (Moscow, Russia).

## Executive secretary

**Vasil'ev Yu.L.**, Doctor of Science in Medicine, professor of the Operative surgery and topographic anatomy Department at the Sechenov University (Moscow, Russia).

## Editorial board

**Abakarov S.I.**, Russian Academy of Science corresponding member, Doctor of Science in Medicine, full professor of the Prosthodontics Department, dean of the Dentistry department at the Russian Medical Academy of Continuing Professional Education (Moscow, Russia).

**Abolmasov N.N.**, Russian Academy of Science corresponding member, Doctor of Science in Medicine, full professor of the Prosthodontics and orthodontics Department at the Smolensk State Medical University (Smolensk, Russia).

**Bakhmet A.A.**, Doctor of Science in Medicine, full professor of the Human anatomy Department at the Pirogov University (Moscow, Russia).

**Balmasova I.P.**, Doctor of Science in Medicine, full professor of the Infectious diseases pathogenesis and treatment Department at the Russian University of Medicine (Moscow, Russia).

**Bayrikov I.M.**, Russian Academy of Science corresponding member, Doctor of Science in Medicine, full professor of the Maxillofacial surgery and dentistry Department at the Samara State Medical University (Samara, Russia).

**Bulycheva E.A.**, MSc, Doctor of Science in Medicine, full professor of the Prosthodontics, materials science and orthodontics Department at the Novgorod State University (Veliky Novgorod, Russia); professor of the Prosthodontics and material science Department at the Pavlov University (Saint-Petersburg, Russia).

**Chilikin V.N.**, Doctor of Science in Medicine, full professor, scientific advisor of N.A. Dollezhal Research and Development Institute of Power Engineering (Moscow, Russia).

**Gazhva S.I.**, Doctor of Science in Medicine, full professor of the Dentistry Department at the Privolzhsky Research Medical University (Nizhny Novgorod, Russia).

**Gontarev S.N.**, Doctor of Science in Medicine, full professor of the Pediatric dentistry Department at the Belgorod State University, Russia (Belgorod, Russia).

**Grigoriants L.A.**, Doctor of Science in Medicine, professor of the Dentistry Department at the RUDN University (Moscow, Russia).

**Gvetadze R.Sh.**, Russian Academy of Science corresponding member, Doctor of Science in Medicine,

full professor, director of the Dental Research Institute at the Russian University of Medicine (Moscow, Russia).

**Kiselnikova L.P.**, Doctor of Science in Medicine, full professor of the Paediatric dentistry department at the Russian University of Medicine (Moscow, Russia).

**Lezhnev D.A.**, Doctor of Science in Medicine, full professor of the Radiodiagnosis Department at the Russian University of Medicine, vice-president of the "Moscow society of radiologists and ultrasound specialists," scientific expert of the Republican research and consulting center of expertise (Moscow, Russia).

**Nikolaenko S.A.**, Doctor of Science in Medicine, professor, director of the "Prof. Nikolaenko Clinic" and "Professorial Practice" training center, head of the "Epithetics" medical production facility (Krasnoyarsk, Russia).

**Olesova V.N.**, Doctor of Science in Medicine, full professor, vice-rector for science of the Postgraduate education Academy at the Federal Scientific and Practical Center (Moscow, Russia); head of the Dentistry department at the Medicine and Biology University of the Federal agency for medicine and biology (Moscow, Russia).

**Ospanova G.B.**, Doctor of Science in Medicine, scientific advisor of the Central research institute of dental and maxillofacial surgery (Moscow, Russia).

**Rabinovich S.A.**, Doctor of Science in Medicine, full professor of the Pain management in dentistry Department at the Russian University of Medicine (Moscow, Russia).

**Runova G.S.**, PhD in Medical Sciences, associate professor of the Periodontology Department at the Russian University of Medicine (Moscow, Russia).

**Ryakhovsky A.N.**, Doctor of Science in Medicine, full professor, consultant in the Division of Orthopedic Dentistry of the Central research institute of dental and maxillofacial surgery (Moscow, Russia).

**Saliev R.A.**, Doctor of Science in Medicine, professor of the Prosthodontics department at Kazan State Medical University, chief doctor of the University Dental Clinic (Kazan, Russia).

**Slabkovskaya A.B.**, Doctor of Science in Medicine, full professor of Prosthodontics Department at the Russian University of Medicine (Moscow, Russia).

**Tsarev V.N.**, Doctor of Science in Medicine, full professor of the Microbiology, virology, immunology Department, director of the Medico-dental research Institute at the Moscow State University of Medicine and Dentistry (Moscow, Russia).

**Vagner V.D.**, Doctor of Science in Medicine, full professor of the Orthodontics and gerontostomatology Department at the Russian University of Medicine (Moscow, Russia).

**Ahmedbeyli R.M.**, DDS, MD, PhD, DMSci, professor of the Therapeutic dentistry Department at the Azerbaijan Medical University, President of the Azerbaijan Association of Esthetic Dentistry (Baku, Azerbaijan).

**Dirikan İpçi Ş.**, PhD, professor of the Periodontology department, director of Postgraduate health science Institute at Altınbaş University (Istanbul, Turkey).

**Dusmagambetov M.U.**, Doctor of Science in Medicine, full professor of the Microbiology and virology Department (Astana Medical University, Kazakhstan).

**Ichinohe T.**, professor and chairman of the Dental anesthesiology department at the Tokyo dental college (Japan).

**Malamed S.F.**, professor of dentistry at the University of Southern California, the chairperson of the Anesthesia and medicine society (Los Angeles, USA).

**Potu B.K.**, PhD, associate professor of the Anatomy Department at the Arabian Gulf University (Manama, Bahrain).

**Rubnikov S.P.**, National Academy of Science corresponding member, Doctor of Science in Medicine, professor, rector of the Belarusian State Medical University (Minsk, Belarus)

**Solomonov M.**, DMD Endodontist, director of Postgraduate Endodontic Program at the IDF «Sheba» Medical Center (Tel-Ha-Shomer, Israel).

**Testarelli L.**, PhD, associate professor of Dental Restorative and Endodontics of the Dentistry and Maxillofacial Sciences Departments at the Sapienza University of Rome (Rome, Italy).

## ■ GNATHOLOGY

A.M. Nesterov, M.A. Nikulina, G.M. Nesterov,  
E.E. Tsybalov, A.S. Sharafutdinova, V.S. Egorov,  
A.S. Smirnova, A.A. Mzhelsky **6**

Evaluation of the effect of osteopathic treatment on the postural balance of patients with temporomandibular joint dysfunction at the stages of dental rehabilitation

A.S. Migachev, A.I. Shaikhaliev, A.M. Gusarov,  
A.M. Isagadzhiev, M.M. Abakarov **10**

Masseter and temporal muscle electromyographic activity change in patients after orthognathic surgery

A.N. Ryakhovskiy **16**  
Clinical experience in the splint therapy of patients with TMJ dysfunction. Part I. Diagnostics

## ■ PAEDIATRIC DENTISTRY

E.O. Bochkovskaya, N.L. Marienko **22**  
Molar-incisor hypomineralization: an overview of current concepts, diagnosis, and treatment options

M.A. Postnikov, N.V. Samoylova, M.M. Alekina,  
Z.H. Yakubova **30**

Analysis of the prevalence the infantile type of swallowing and its correlation with dental morphology in children with mixed dentition (literature review)

G.I. Skripkina, A.Zh. Garifullina, T.I. Burnashova,  
E.V. Ekimov, I.K. Lukashevich **36**  
The quality of dental care for children in Omsk (Russia)

## ■ PROPHYLAXIS

L.R. Kolesnikova, M.V. Fedotova, N.D. Sergeeva,  
E.M. Kazankova, O.I. Tirskeya, V.M. Galchenko,  
S.Yu. Bivalentseva **42**

Prevention of major dental diseases using calcium glycerophosphate, magnesium chloride and a gel-like coating based on poviargol in adolescents with arterial hypertension

## ■ ORAL MUCOSAL DISEASES

O.P. Galkina, A.V. Grokhovtova **48**  
Characterization of the gram-positive bacterial profile in the oral fluid of HIV-infected patients diagnosed with oral candidiasis

## ■ PERIODONTOLOGY

V.S. Tlustenko, M.V. Shcherbakov, V.P. Tlustenko,  
V.A. Koshelev, N.V. Nogina **56**  
Evaluation of the degree of significance of occlusal disorders in periodontal diseases based on clinical and functional research

A.I. Zakharova, A.I. Grudyanov, V.A. Badalyan,  
F.F. Losev, G.S. Pashkova, L.E. Smirnova, A.V. Vasilyev **64**  
Individual selection of interdental brushes using a web service

## ■ ENDODONTICS

A.V. Zoryan, I.A. Korovkin, A.O. Aslanova, G.S. Kolganov **72**  
General therapeutic and instrumental principles of modern endodontics

## ■ THERAPY

Yu.V. Lunitsyna, L.G. Dvornikova, O.N. Mazko,  
A.O. Shevyakina, O.V. Bondarenko, S.I. Tokmakova **79**  
Prospects of bacterial cellulose application in dentistry (review of foreign literature)

## ■ RESTORATION

F.R. Ahmedbeyli, R.R. Ahmedbeyli, M. Ersoy **84**  
SEM evaluation of surface roughness variations in milled ceramic laminate veneers exposed to glazing and thermocycling

## ■ PROSTHODONTICS

I.R. Tskhovrebov, S.V. Apresyan, A.G. Stepanov,  
O.O. Moskovets **90**  
Determination of adhesive characteristics of creams for fixing removable dentures

Y.N. Al-Mohammad, H.J. Jebur, H.S.S. Al-Noor **96**  
Effect of adding copper oxide nanoparticles on tensile strength and elongation percentage of self-cure soft liners used in prosthodontics

## ■ SURGERY

A.S. Migachev, A.I. Shaikhaliev, A.M. Gusarov,  
E.V. Safyanova, A.M. Isagadzhiev, M.N. Yunusova **100**  
Dynamic electrical nerve stimulation as part of rehabilitation in patients with maxillomandibular size and position abnormalities

A.A. Chueva, S.Yu. Ivanov, E.M. Boyko, V.V. Chuev **106**  
The use of osteoplastic material in the form of a paste during sinus lifting surgery with reconstruction of the alveolar process of the upper jaw

A.A. Dolgalev, H.M. Nalchajyan, A.A. Muraev,  
Y.S. Petronyuk, E.A. Khramtsova, A.E. Krupnin,  
D.Z. Choniashvili, S.Yu. Ivanov **112**  
Comparison of Ti6Al4V titanium alloy membrane prototypes for bone defect repair made by laser sintering and electron beam melting

N.V. Khmeleva, E.Sh. Grigorovich, L.A. Sarukhanyan,  
V.I. Samokhina, A.D. Lokonov, I.N. Usmanova **120**  
Preservation of the removed tooth well as a stage of preparation for prosthetics based on dental implants

## ■ IMPLANTOLOGY

A.A. Dolgalev, D.Yu. Christophorandov,  
N.N. Didenko, D.Z. Choniashvili, A.K. Zelenskij **128**  
Biocompatibility study of coatings obtained by atomic layer deposition on titanium implants made of various alloys

G.V. Khachatryan, A.G. Stepanov, S.V. Apresyan **133**  
Application of the root shield technique in immediate dental implantation (literature review)

## ■ HUMAN ANATOMY

E.M. Trunin, V.V. Tatarkin, S.A. Artyushkin,  
Yu.L. Vasiliev, A.I. Shchegolev, A.M. Bakunov,  
S.Yu. Nikulin, E.O. Stetsik **142**  
Changes in the position of the larynx relatively to the external base of the skull during some physiological movements of the head and neck

I.S. Naidanova, E.A. Bulycheva, A.G. Bystrov,  
Yu.A. Bystrova, D.S. Bulycheva, E.S. Taskina, I.A. Kirillov **151**  
Normal morphology of the temporomandibular joint soft-tissue (literature review)

## ■ X-RAY DIAGNOSTICS

A.I. Alnuaimy, S.J. Mahmood, F. Alhamdani,  
M.K. Mohammed, R.M. Al-Bayati **160**  
Putative measurement for alarming orthopantomogram relationship between mandibular third molar and inferior alveolar canal proved by CBCT: A cross-sectional study

## ■ MICROBIOLOGY

S.N. Kerasov, M.S. Galstyan, S.D. Arutyunov,  
I.P. Balmasova, E.S. Malova, Y.N. Kharakh, V.N. Tsarev,  
M.Sh. Mustafae, T.Kh. Agnokova **168**  
The principles of controlling the effectiveness of instrument disinfection in dentistry

I.N. Usmanova, I.A. Lakman, I.A. Galimova,  
Yu.L. Bortsova, K.S. Mochalov, M.M. Tuigunov,  
R.G. Ziiazetdinov, Yu.L. Vasil'ev **175**  
Justification of the antiradical, antimicrobial, and antifungal effect of an adhesive agent containing cetyl-dimonium chloride and choline salicylate in the complex local treatment of recurrent oral aphthae. A clinical and experimental study

## Founders

  
**VLADMIVA**

"VladMiVA" company group

**TBI**  
**COMPANY**

"TBI Company" LLC

## Supported by



Russian Dentistry Association



Association of commercial and industrial enterprises of dentistry "Dental industry"

## EDITORIAL

Editor-in-Chief: Marina Eliseeva

[melis1@yandex.ru](mailto:melis1@yandex.ru), [editor@kstom.ru](mailto:editor@kstom.ru)

Tel: +7 916 596-89-62

Proofreader, copy editor: Elena Makeeva

Tech. editor, layout and pre-press

master: Anton Kapitannikov

## PUBLISHER ADDRESS:

Sivtsev Vrazhek per., 29/16, office 205,  
119002, Moscow, Russia  
Tel: +7 916 596-89-62

FOREIGN READERS BETTER WOULD  
SUBSCRIBE TO THE HIGH-QUALITY PRINT  
VERSION OF OUR JOURNAL VIA EDITORIAL  
OFFICE.

The journal is registered in the Department  
of press, broadcasting and mass media of the  
Russian Federation. Registration certificate:  
PR № 77-1934

All published articles are reviewed. An  
article can be published only after receiving  
a positive expert assessment from at least  
of 2 reviewers.

The advertiser is responsible for the advertising materials content. The article's authors are responsible for the accuracy of the information provided in the published materials. Reprints permitted only with the written permission of the editorial board. "Clinical dentistry" journal exclusive materials are the property of LLC "Clinical dentistry".

Circulation is 4000 copies. Free price.  
© "Clinical Dentistry (Russia)", 2025



DOI: 10.37988/1811-153X\_2025\_3\_6

[А.М. Нестеров](#)<sup>1</sup>,д.м.н., зав. кафедрой ортопедической  
стоматологии[М.А. Никулина](#)<sup>1</sup>,к.м.н., ассистент кафедры ортопедической  
стоматологии[Г.М. Нестеров](#)<sup>1</sup>,ассистент кафедры ортопедической  
стоматологии[Э.Е. Цымбалов](#)<sup>2</sup>,

к.м.н., главный врач

[А.С. Шарафутдинова](#)<sup>1</sup>,

студентка V курса Института стоматологии

[В.С. Егоров](#)<sup>1</sup>,

студент V курса Института стоматологии

[А.С. Смирнова](#)<sup>3</sup>,студентка V курса стоматологического  
факультета[А.А. Мжельский](#)<sup>3</sup>,студент V курса стоматологического  
факультета<sup>1</sup> СамГМУ, 443001, Самара, Россия<sup>2</sup> Стоматологическая клиника«Гармония прикуса»,  
443030, Самара, Россия<sup>3</sup> Медицинский университет «РЕАВИЗ»,

443001, Самара, Россия

## Оценка влияния остеопатического лечения на постуральный баланс пациентов с дисфункцией височно-нижнечелюстного сустава на этапах стоматологической реабилитации

**Реферат.** До сих пор не удалось разработать эффективный алгоритм лечения дисфункции ВНЧС, что подтверждает необходимость поиска новых, более результативных методов. Это требует междисциплинарного подхода к диагностике и терапии для достижения стабильных результатов. **Цель** — оценка влияния остеопатического лечения на постуральный баланс пациентов с дисфункцией ВНЧС на этапах стоматологической реабилитации. **Материалы и методы.** Обследовали 49 пациентов (13 мужчин и 36 женщин) в возрасте от 18 до 59 лет с дисфункцией ВНЧС без нарушений целостности зубных рядов. Оценивали постуральный баланс пациентов на этапах реабилитации при помощи стабилметрической платформы. **Результаты.** Установлено, что остеопатическая коррекция привела к устранению влияния смыкания зубов на осанку. В группе, где стоматологическая реабилитация проводилась без остеопатической поддержки, не обнаружено значимых изменений. Это позволяет сделать вывод о том, что несвоевременное стоматологическое лечение не влияет на указанные показатели и влияние смыкания зубов на позу сохраняется. **Заключение.** Проведенные исследования подтверждают необходимость проведения остеопатической коррекции до начала стоматологического лечения пациентов с дисфункцией ВНЧС. Устранение экстраокклюзионных влияний снизило уровень взаимовлияния зубочелюстного и опорно-двигательного аппарата в целом.

**Ключевые слова:** височно-нижнечелюстной сустав, постуральный баланс, стабилметрия, остеопатическая коррекция

### ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ:

Нестеров А.М., Никулина М.А., Нестеров Г.М., Цымбалов Э.Е., Шарафутдинова А.С., Егоров В.С., Смирнова А.С., Мжельский А.А. Оценка влияния остеопатического лечения на постуральный баланс пациентов с дисфункцией височно-нижнечелюстного сустава на этапах стоматологической реабилитации. — *Клиническая стоматология*. — 2025; 28 (3): 6—9. DOI: 10.37988/1811-153X\_2025\_3\_6

[A.M. Nesterov](#)<sup>1</sup>,Doctor of Science in Medicine, head  
of the Prosthodontics Department[M.A. Nikulina](#)<sup>1</sup>,PhD in Medical Sciences, assistant professor  
of the Prosthodontics Department[G.M. Nesterov](#)<sup>1</sup>,

assistant at the Prosthodontics Department

[E.E. Tsybalov](#)<sup>2</sup>,

PhD in Medical Sciences, chief medical officer

[A.S. Sharafutdinova](#)<sup>1</sup>,5<sup>th</sup> year student at the Institute of Dentistry[V.S. Egorov](#)<sup>1</sup>,5<sup>th</sup> year student at the Institute of Dentistry[A.S. Smirnova](#)<sup>3</sup>,5<sup>th</sup> year student at the Faculty of Dentistry[A.A. Mzhelsky](#)<sup>3</sup>,5<sup>th</sup> year student at the Faculty of Dentistry<sup>1</sup> Samara State Medical University,

443001, Samara, Russia

<sup>2</sup> Dental clinic "Harmony of bite",

443030, Samara, Russia

<sup>3</sup> Medical University "REAVIZ",

443001, Samara, Russia

## Evaluation of the effect of osteopathic treatment on the postural balance of patients with temporomandibular joint dysfunction at the stages of dental rehabilitation

**Abstract.** So far, it has not been possible to develop an effective algorithm for the treatment of TMJ dysfunction, which confirms the need to search for new, more effective methods. This requires an interdisciplinary approach to diagnosis and therapy to achieve stable results. **Objective:** to assess the effect of osteopathic treatment on the postural balance of patients with TMJ dysfunction at the stages of dental rehabilitation. **Materials and methods.** A total of 49 patients (36 women, 13 men) aged 18 to 59 years with TMJ dysfunction without damage to the integrity of the dentition were examined. The postural balance of patients was assessed at the stages of rehabilitation using a stabilometric platform. **Results.** It was established that osteopathic correction led to the elimination of the effect of tooth closure on posture. In the group where dental rehabilitation was carried out without osteopathic support, no significant changes were found. This allows us to conclude that untimely dental treatment does not affect these indicators and the effect of tooth closure on the posture remains. **Conclusion.** The conducted studies confirm the need for osteopathic correction before the start of dental treatment of patients with TMD. The elimination of extraocclusal influences reduced the level of mutual influence of the dentoalveolar and musculoskeletal systems as a whole.

**Key words:** temporomandibular joint, postural balance, stabilometry, osteopathic correction

## FOR CITATION:

Nesterov A.M., Nikulina M.A., Nesterov G.M., Tsymbalov E.E., Sharafutdinova A.S., Egorov V.S., Smirnova A.S., Mzhelsky A.A. Evaluation of the effect of osteopathic treatment on the postural balance of patients with temporomandibular joint dysfunction at the stages of dental rehabilitation. *Clinical Dentistry (Russia)*. 2025; 28 (3): 6—9 (In Russian). DOI: 10.37988/1811-153X\_2025\_3\_6

## ВВЕДЕНИЕ

Дисфункция височно-нижнечелюстного сустава (ДВНЧС) занимает лидирующую позицию среди функциональных нарушений в челюстно-лицевой области. В последнее время количество пациентов, страдающих ДВНЧС, увеличилось, а признаки нарушений ВНЧС встречаются от 21,1% до 99% населения развитых стран [1–4]. Функциональные нарушения провоцируют перенапряжение нервной и мышечной систем, что в свою очередь приводит к дисгармонии в зубочелюстной системе, данный процесс может быть и обратным [5].

Пациенты с ДВНЧС все чаще обращаются к стоматологу с жалобами на болезненность и тугоподвижность при открытии и закрытии рта, щелчки и хруст в области ВНЧС, бруксизм [6]. У стоматолога имеется широкий арсенал методов локальной диагностики состояния структур челюстно-лицевой области (ЧЛО). Однако они фиксируют наличие нарушений, но не связывают их с общими процессами в организме.

В современной литературе отсутствуют объективные данные об изменениях в опорно-двигательном аппарате (ОДА) при ДВНЧС в связи с недостаточностью изучения этой проблематики в стоматологической практике и отсутствия у врачей смежных специальностей необходимых средств для объективной диагностики прикуса [7–11].

До сих пор не удалось разработать эффективный алгоритм лечения, что подтверждает необходимость поиска новых, более результативных методов. Это требует междисциплинарного подхода к диагностике и терапии для достижения стабильных результатов.

Стабилометрия — современный метод исследования функциональных процессов организма, направленных на поддержание равновесия. Он основан на способности человека удерживать вертикальное положение как в покое, так и при выполнении различных движений и при функциональных окклюзионных пробах [12–17].

**Цель исследования** — оценка влияния остеопатического лечения на постуральный баланс пациентов с дисфункцией височно-нижнечелюстного сустава на этапах стоматологической реабилитации.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Обследовали 49 человек (13 мужчин и 36 женщин) в возрасте от 18 до 59 лет с синдромом болевой дисфункции ВНЧС и сохраненным зубным рядом, которым ранее лечение синдрома болевой дисфункции ВНЧС не проводилось. Диагноз ставили на основании общеклинических методов исследования: жалоб больного, анамнеза, объективного обследования структур полости рта, пальпации ВНЧС и мышц ЧЛО.

В зависимости от способа лечения ДВНЧС участников исследования поделили на 2 группы:

- контрольную (19 человек), где применяли только стоматологическое лечение — при помощи окклюзионной каппы, изготовленной в конструктивном прикусе;
- основную, 30 участникам которой также применяли стоматологическое лечение при помощи окклюзионной каппы, но до начала реабилитации пациенты проходили остеопатическое лечение. Остеопатическая коррекция проводилась в соответствии с клиническими рекомендациями Минздрава.

В контрольной группе стабилметрическое обследование проводили до лечения, на этапах наложения каппы и через 9 месяцев ее ношения. В основной группе стабилметрическое обследование проводили до лечения, после остеопатической коррекции, на этапах наложения каппы и через 9 месяцев ее ношения.

Оценку постурального баланса проводили с использованием показателя теста Ромберга, который представляет собой площадь статокинезиограммы. Этот параметр отражает стабильность положения тела в пространстве, его увеличение указывает на снижение устойчивости. Оценивали показатели теста Ромберга с закрытыми глазами, при окклюзионных пробах: физиологического покоя нижней челюсти, привычной окклюзии, окклюзии на каппе. Оценивали корреляцию данных постурального баланса в тесте Ромберга, выраженного через площадь статокинезиограммы, между окклюзионными пробами.

Для измерения постурального баланса использовали стабилметрическую платформу с биологической обратной связью «Стабилан-01-2» (ОКБ «РИТМ», Таганрог; см. рисунок).



Исследование пациентки на стабилметрической платформе «Стабилан-01-2»

Examination of patient on the stabilometric platform Stabilan-01-2

При статистической обработке данных выяснилось, что все необходимые для текущего этапа исследования количественные переменные имели нормальное распределение. Статистическую значимость различий для номинальных признаков проверяли с помощью таблиц сопряженности. Использовали  $\chi^2$ -критерий Пирсона с поправкой Йейтса или критерий Фишера. При проведении корреляционного анализа в качестве меры взаимосвязи между количественными переменными, распределенными нормально, рассчитывали коэффициент корреляции Пирсона. Статистическую значимость коэффициента проверяли с использованием критерия Стьюдента.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Изучали коэффициент корреляции между окклюзионными пробами «физиологический покой нижней челюсти» и «привычная окклюзия», «физиологический покой нижней челюсти» и «окклюзия на каппе». Обследование показало, что между данными пробами существует сильная и прямая корреляционная зависимость ( $p<0,001$ ). Повторяли исследование

Таблица 1. Корреляционная зависимость между окклюзионными пробами в контрольной группе (n=19)

Table 1. Correlation between occlusal tests in the control group (n=19)

	Привычная окклюзия		Окклюзия на каппе		Окклюзия на каппе через 9 месяцев	
	r	p	r	p	r	p
Физиологический покой	0,722	<0,001	0,700	<0,001	0,715	<0,001

Таблица 2. Корреляционная зависимость между окклюзионными пробами в основной группе (n=30)

Table 2. Correlation between occlusal tests in the study group (n=30)

	Физиологический покой		Окклюзия на каппе		Окклюзия на каппе через 9 месяцев	
	r	p	r	p	r	p
Физиологический покой после остеопатической коррекции	0,082	0,666	0,267	0,154	-0,029	0,862

через 9 месяцев. Установлено, что корреляционная зависимость статистически значимая, прямая и сильная (табл. 1).

В основной группе проводили исследование функциональной пробы «физиологический покой нижней челюсти» на этапе диагностики и после остеопатической коррекции, корреляционная зависимость отсутствовала. Изучали корреляционную зависимость между окклюзионными пробами «физиологический покой нижней челюсти (после остеопатической коррекции)» и «окклюзия на каппе». Обследование показало, что между данными пробами корреляционная зависимость статистически незначима (отсутствует). Через 9 месяцев после ношения каппы не выявили корреляционной зависимости между окклюзионными пробами «физиологический покой нижней челюсти (после остеопатической коррекции)» и «окклюзия на каппе» (табл. 2).

Выявлена тесная связь между состоянием ОДА и смыканием зубов при ДВНЧС. Проведенное исследование показало, что окклюзионные пробы «физиологический покой нижней челюсти (после остеопатической коррекции)» и «окклюзия на каппе» не оказывают влияния на ОДА пациента. Полученные результаты свидетельствуют, что остеопатическая коррекция привела к устранению влияния смыкания зубов на постуру.

В контрольной группе не обнаружено значимых изменений. Это позволяет сделать вывод о том, что несвоевременное стоматологическое лечение не влияет на указанные показатели и влияние смыкания зубов на постуру сохраняется.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенные исследования подтверждают необходимость проведения остеопатической коррекции до начала стоматологического лечения пациентов с дисфункцией ВНЧС. Устранение экстраокклюзионных влияний снизило уровень взаимовлияния зубочелюстного и опорно-двигательного аппарата в целом.

Поступила/Received: 16.12.2024

Принята в печать/Accepted: 26.05.2025

ЛИТЕРАТУРА :

1. Данилова М.А., Ишмурзин П.В. Прогнозирование развития дисфункции височно-нижнечелюстного сустава у пациентов с зубочелюстными аномалиями. — *Пермский медицинский журнал*. — 2021; 3: 41—47. [eLibrary ID: 46192176](#)

2. Орешака О.В. и др. Эпидемиология заболеваний височно-нижнечелюстного сустава. — *Клиническая стоматология*. — 2019; 4 (92): 97—99. [eLibrary ID: 41601796](#)

3. Пичугина Е.Н., Ходорич А.С., Масленников Д.Н. Распространенность симптомов синдрома болевой дисфункции височно-нижнечелюстного сустава у пациентов с концевыми дефектами зубных рядов. — *Синергия Наук*. — 2018; 28: 532—536. [eLibrary ID: 36333359](#)

REFERENCES :

1. Danilova M.A., Ishmurzin P.V. Prediction of developing temporomandibular joint dysfunction in patients with maxillary dental anomalies. *Perm Medical Journal*. 2021; 3: 41—47 (In Russian). [eLibrary ID: 46192176](#)

2. Oreshaka O.V., Dement'eva E.A., Ganisik A.V., Sharov A.M. Epidemiology of temporomandibular joint disorders. *Clinical Dentistry (Russia)*. 2019; 4 (92): 97—99 (In Russian). [eLibrary ID: 41601796](#)

3. Pichugina E.N., Goderich A.S., Maslennikov D.N. The prevalence of symptoms of pain dysfunction syndrome of the temporomandibular joint in patients with terminal defects of dentition. *Synergy of Science*. 2018; 28: 532—536 (In Russian). [eLibrary ID: 36333359](#)



4. Широкова А.В. и др. Распространенность дисфункции височно-нижнечелюстного сустава среди студентов стоматологического факультета и ее связь с ортодонтическим лечением и окклюзией. — В: сб. ст. конкурса «Студент года». — Петрозаводск: МЦНП «Новая Наука», 2019. — С. 214—221. [eLibrary ID: 41555686](#)
5. Тихонов В.Э. и др. Сплит-терапия как отдельный подход в рамках комплексного лечения дисфункции височно-нижнечелюстного сустава с точки зрения физиологических понятий. — *Наука молодых (Eruditio Juvenium)*. — 2021; 3: 447—456. [eLibrary ID: 46614620](#)
6. Галимуллина В.Р., Лебедев С.Н., Брагин А.В. Распространенность и структура клинических проявлений дисфункции височно-нижнечелюстного сустава. — *Проблемы стоматологии*. — 2020; 2: 11—16. [eLibrary ID: 43783701](#)
7. Щербаков А.С., Петрикас И.В., Файзулова Э.Б. Взаимосвязь между дисфункцией ВНЧС и постуральным дисбалансом. — *Sciences of Europe*. — 2016; 9—2 (9): 87—89. [eLibrary ID: 27868214](#)
8. Сорокина Н.Д. и др. Взаимосвязь постуральных нарушений с дисфункцией височно-нижнечелюстного сустава и состоянием других систем организма. — *Вестник новых медицинских технологий*. — 2019; 2: 47—52. [eLibrary ID: 38235315](#)
9. Епифанов С.А. Заболевания височно-нижнечелюстного сустава — междисциплинарная проблема: переосмысление устоявшихся понятий в практике врача — челюстно-лицевого хирурга. — *Вестник Национального медико-хирургического центра им. Н.И. Пирогова*. — 2020; 3—2: 102—105. [eLibrary ID: 45735951](#)
10. Мартышева М.В., Щеколова Н.Б., Асташина Н.Б. Обоснование необходимости оценки клинко-функционального состояния опорно-двигательной системы у пациентов с патологией височно-нижнечелюстного сустава. — *Уральский медицинский журнал*. — 2020; 9 (192): 86—89. [eLibrary ID: 44206409](#)
11. Самедов Ф.В. и др. Структура и распространенность зубочелюстных аномалий и деформаций у лиц подросткового возраста с наследственно обусловленной патологией. — *Медицинский алфавит*. — 2020; 35: 22—31. [eLibrary ID: 44560468](#)
12. Илларионова Е.М., Грибова Н.П., Сотникова М.В. Современная функциональная стабилметрическая диагностика субклинических вестибулярных нарушений у пациентов с внутренними нарушениями височно-нижнечелюстного сустава. — *Смоленский медицинский альманах*. — 2020; 3: 98—102. [eLibrary ID: 44096931](#)
13. Романов А.С., Морозов В.Г., Гелетин П.Н. Функциональный подход при лечении пациентов с повышенным стиранием зубов и признаками нарушения осанки. — *Смоленский медицинский альманах*. — 2020; 3: 151—153. [eLibrary ID: 44096943](#)
14. Самохвалова И.Д., Мингалева Е.А., Осипова А.В. Взаимосвязь ортодонтических конструкций для выдвижения нижней челюсти и постурального баланса. — *Медико-фармацевтический журнал Пульс*. — 2023; 6: 31—36. [eLibrary ID: 54121028](#)
15. Combadazou J., et al. Stabilometry platform benefits in diagnosis and occlusal orthosis treatment of occluso-postural deficiency: preliminary study on 30 patients. — *Oral Health and Care*. — 2019; 4 (5). [DOI: 10.15761/OHC.1000180](#)
16. Di Giacomo P., et al. Gnathological and osteopathic treatments with digital evaluations before and after therapies: a case report of a patient with ehlers-danlos syndrome. — *Clin Ter*. — 2021; 172 (3): 179—185. [PMID: 33956032](#)
17. Rossato M., et al. The refraction assessment and the electronic trial frame measurement during standing or sitting position can affect postural stability. — *Int J Environ Res Public Health*. — 2022; 19 (3): 1558. [PMID: 35162580](#)
4. Shirokova A.V., et al. Prevalence of temporomandibular joint disorders among students of dental faculty and its correlation with orthodontic treatment and occlusion. In: proceedings of research competition "Student of the Year". Petrozavodsk: ICSP "New Science". Pp. 214—221 (In Russian). [eLibrary ID: 41555686](#)
5. Tikhonov V.E., et al. Splint therapy as a separate approach in the complex treatment of temporomandibular joint dysfunction from the point of view of physiologic concepts. *Eruditio Juvenium*. 2021; 3: 447—456 (In Russian). [eLibrary ID: 46614620](#)
6. Galimullina V., Lebedev S., Bragin A. The prevalence and structure of clinical manifestations of temporomandibular joint dysfunction. *Actual Problems in Dentistry*. 2020; 2: 11—16 (In Russian). [eLibrary ID: 43783701](#)
7. Sherbakov A.S., Petrikas I.V., Fayzulova E.B. Interrelation between temporomandibular joint dysfunction and postural imbalance. *Sciences of Europe*. 2016; 9—2 (9): 87—89 (In Russian). [eLibrary ID: 27868214](#)
8. Sorokina N.D., et al. Relationship of postural disorders with temporomandibular joint dysfunction and state of other systems in the body. *Journal of New Medical Technologies*. 2019; 2: 47—52 (In Russian). [eLibrary ID: 38235315](#)
9. Epifanov S.A. Disorders of the temporomandibular joint it's an interdisciplinary problem: rethinking established concepts in the practice of a maxillofacial surgeon. *Bulletin of Pirogov National Medical and Surgical Center*. 2020; 3—2: 102—105 (In Russian). [eLibrary ID: 45735951](#)
10. Martyusheva M.V., Shchekolova N.B., Astashina N.B. Justification of the need to assess the clinical and functional status of the musculoskeletal system in patients with temporomandibular joint disorders. *Ural Medical Journal*. 2020; 9 (192): 86—89 (In Russian). [eLibrary ID: 44206409](#)
11. Samedov F.V., et al. The structure and prevalence of dento-maxillary anomalies and deformations in adolescents with hereditarily caused pathology. *Medical alphabet*. 2020; 35: 22—31 (In Russian). [eLibrary ID: 44560468](#)
12. Illarionova E.M., Gribova N.P., Sotnicova M.V. Modern functional stabilometric diagnostics of subclinical vestibular disorders in patients with internal disorders of the temporomandibular joint. *Smolensk Medical Almanac*. 2020; 3: 98—102 (In Russian). [eLibrary ID: 44096931](#)
13. Romanov A.S., Morozov V.G., Geletin P.N. Improving the efficiency of treatment of patients with increased attrition of teeth and postural problems. *Smolensk Medical Almanac*. 2020; 3: 151—153 (In Russian). [eLibrary ID: 44096943](#)
14. Samokhvalova I.D., Mingaleva E.A., Osipova A.V. The relationship of orthodontic structures for the extension of the lower jaw and postural balance. *Medical and pharmaceutical journal Pulse*. 2023; 6: 31—36 (In Russian). [eLibrary ID: 54121028](#)
15. Combadazou J., et al. Stabilometry platform benefits in diagnosis and occlusal orthosis treatment of occluso-postural deficiency: preliminary study on 30 patients. *Oral Health and Care*. 2019; 4 (5). [DOI: 10.15761/OHC.1000180](#)
16. Di Giacomo P., et al. Gnathological and osteopathic treatments with digital evaluations before and after therapies: a case report of a patient with ehlers-danlos syndrome. *Clin Ter*. 2021; 172 (3): 179—185. [PMID: 33956032](#)
17. Rossato M., et al. The refraction assessment and the electronic trial frame measurement during standing or sitting position can affect postural stability. *Int J Environ Res Public Health*. 2022; 19 (3): 1558. [PMID: 35162580](#)

DOI: 10.37988/1811-153X\_2025\_3\_10

А.С. Мигачев,

аспирант кафедры челюстно-лицевой хирургии

[А.И. Шайхалиев,](#)

д.м.н., доцент, профессор кафедры челюстно-лицевой хирургии

[А.М. Гусаров,](#)

к.м.н., доцент кафедры челюстно-лицевой хирургии

[А.М. Исагаджиев,](#)

аспирант кафедры челюстно-лицевой хирургии

М.М. Абакаров,

ординатор кафедры челюстно-лицевой хирургии

Первый МГМУ им. И.М. Сеченова,  
119991, Москва, Россия

## ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ:

Мигачев А.С., Шайхалиев А.И., Гусаров А.М., Исагаджиев А.М., Абакаров М.М. Изменение электромиографической активности жевательной группы мышц у пациентов со скелетной аномалией после ортогнатических операций. — *Клиническая стоматология*. — 2025; 28 (3): 10—15.

DOI: 10.37988/1811-153X\_2025\_3\_10

## Изменение электромиографической активности жевательной группы мышц у пациентов со скелетной аномалией после ортогнатических операций

**Реферат.** Аномалия размера и положения челюстей — это широко распространенная патология челюстно-лицевой области. Во многих случаях ортогнатическая операция является единственным и/или оптимальным методом лечения у таких пациентов. Хирургическое вмешательство, направленное на изменение пространственных взаимоотношений челюстей, меняет функционирование всей стоматогнатической системы, в первую очередь оказывая влияние на жевательную группу мышц. Объективно оценить их функциональное состояние позволяет поверхностная электромиография. **Цель** — исследовать изменение биоэлектрической активности жевательной группы мышц после проведения ортогнатической операции. **Материалы и методы.** В исследование было включено 29 пациентов со скелетными аномалиями челюстей (II и III скелетные классы). Контрольную группу составили 30 здоровых добровольцев без зубочелюстных аномалий. Поверхностная электромиография проводилась пациентам до хирургического вмешательства, через 3 и через 6 месяцев. **Результаты.** В послеоперационном периоде обнаружено увеличение электромиографической активности височных мышц через 3 и 6 месяцев после операции в сравнении со значениями до операции. Также обнаружено уменьшение активности собственно жевательных мышц через 3 месяца после операции с постепенным увеличением активности через 6 месяцев (однако значения не достигали показателей до операции). **Выводы.** Ортогнатическая хирургия оказывает значимое влияние на функционирование жевательной группы мышц. Требуется более длительное наблюдение для оценки отдаленного влияния хирургического лечения аномалий размера и положения челюстей на жевательную группу мышц.

**Ключевые слова:** ЭМГ, ортогнатическая хирургия, жевательные мышцы, височные мышцы[A.S. Migachev,](#)

postgraduate at the Maxillofacial surgery Department

[A.I. Shaikhaliev,](#)

Doctor of Science in Medicine, professor of the Maxillofacial surgery Department

[A.M. Gusarov,](#)

PhD in Medical Sciences, associate professor of the Maxillofacial surgery Department

[A.M. Isagadzhiev,](#)

postgraduate at the Maxillofacial surgery Department

[M.M. Abakarov,](#)

clinical resident at the Maxillofacial surgery Department

Sechenov University,  
119991, Moscow, Russia

## Masseter and temporal muscle electromyographic activity change in patients after orthognathic surgery

**Abstract.** Jaw size and position abnormalities are a widespread pathology of the maxillofacial region. Orthognathic surgery is in many cases the only and/or optimal treatment method in such patients. Surgical intervention aimed at changing the spatial relationships of the jaws changes the functioning of the entire stomatognathic system, primarily affects the masticatory muscle group. Functional state of masseter and temporal muscles can be objectively assessed by superficial electromyography. **Materials and methods.** A total of 29 patients with skeletal abnormalities of the jaws (skeletal classes II and III) were included in the study. The control group consisted of 30 healthy volunteers. Superficial electromyography was performed in patients before surgery, 3 and 6 months after. **Results.** In the postoperative period, an increase in the EMG activity of the temporal muscles was found at 3 and 6 months after surgery compared to the values before surgery. A decrease in the activity of the masticatory muscles proper was also found at a period of 3 months after surgery with a gradual increase in activity after 6 months (however, the values did not reach the indicators before surgery). **Conclusion.** Orthognathic surgery has a significant impact on the functioning of the masticatory muscle group. Longer follow-up is required to assess the long-term effect of surgical treatment of jaw abnormalities in size and position on the masseter muscle group.

**Key words:** EMG, orthognathic surgery, masticatory muscles, temporal muscles

## FOR CITATION:

Migachev A.S., Shaikhaliev A.I., Gusarov A.M., Isagadzhiev A.M., Abakarov M.M. Masseter and temporal muscle electromyographic activity change in patients after orthognathic surgery. *Clinical Dentistry (Russia)*. 2025; 28 (3): 10—15 (In Russian). DOI: 10.37988/1811-153X\_2025\_3\_10

## ВВЕДЕНИЕ

Аномалия развития челюстей — это широко распространенная патология челюстно-лицевой области. Во многих случаях ортогнатическая операция является единственным решением у взрослых пациентов с нарушением размеров челюстей [1]. Операция на верхней челюсти проводится путем остеотомии по типу LeFort I моноблоком или с фрагментацией [2].

Сагиттальная остеотомия на нижней челюсти впервые была описана Obwegeser в 1957 г., а в дальнейшем была модифицирована и усовершенствована рядом авторов — были предложены разные способы фиксации фрагментов [3]. Современные работы преимущественно направлены на усовершенствование протоколов планирования ортогнатических операций [4].

Ортогнатическая операция, будучи объемным и травматичным хирургическим вмешательством, непосредственным образом влияет на функционирование жевательной группы мышц. Как было показано рядом авторов, функциональные изменения связаны не только с травмой и последующим послеоперационным ведением, важное значение имеет изменение отношения длины плеча вектора действия мышц, участвующих в жевании, к длине плеча окклюзионной силы [5, 6].

Функцию жевательной группы мышц можно оценить по диапазону движения нижней челюсти, окклюзионному контакту, жевательной эффективности, силе прикуса и поверхностной электромиографической (ЭМГ) активности жевательных мышц. Электромиография жевательной группы мышц является объективным методом оценки электрических сигналов, которые исходят во время мышечного сокращения в стоматогнатической системе [7, 8].

ЭМГ-исследование медиальной и латеральной крыловидных мышц технически затруднено, требует применения игольчатых электродов, что является инвазивным методом исследования и вмешивающимся фактором в объективную оценку состояния мышц. Поэтому в научной литературе обычно проводится ЭМГ-оценка собственно жевательной и височной мышц путем поверхностной ЭМГ [9].

Функциональное состояние нейромышечной системы при сочетанных деформациях челюстей и в процессе их ортогнатической коррекции ранее было описано в диссертации И.В. Погабало (2020), где представлены данные о биоэлектрической активности (БЭА) жевательной мускулатуры, особенностях нейромышечной адаптации и возможностях ее восстановления после комплексного лечения [10].

В настоящем исследовании представлена сравнительная оценка БЭА жевательной и височной мышц у пациентов с II и III скелетными классами по Энглу в разные сроки после ортогнатической операции, выполненная на основе стандартизированного протокола поверхностной ЭМГ. В отличие от ранее опубликованных работ, данное исследование фокусируется на четком сравнении динамики изменения БЭА собственно жевательной и височной мышц между скелетными классами в сравнении с контрольной группой здоровых лиц.

**Цель** — исследовать изменение биоэлектрической активности жевательной группы мышц после проведения ортогнатической операции.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Обследовали 29 пациентов со скелетными аномалиями челюстей, проходившими лечение на базе кафедры челюстно-лицевой хирургии Сеченовского Университета с 2022 по 2023 г. После соответствующей ортодонтической подготовки пациентам проводили двустороннюю сагиттальную остеотомию нижней челюсти и остеотомию верхней челюсти по LeFort I моноблоком или с фрагментацией в соответствии с хирургическим протоколом (патент RU № 2558999 «Способ коррекции врожденных и приобретенных аномалий челюстей», от 28.07.2014, не действ. с 02.07.2021). В послеоперационном периоде проводилась межчелюстная фиксация средней продолжительностью 4 недели.

Пациентов поделили на 2 группы в соответствии с классификацией скелетных аномалий челюстей:

- 13 пациентов с аномалиями II класса по Энглу — про-, макрогнатией верхней челюсти и/или ретро-, микрогнатией нижней челюсти;
- 16 пациентов с аномалиями III класса по Энглу — про-, макрогнатией нижней челюсти и/или ретро-, микрогнатией верхней челюсти.

Контрольную группу составили из 30 здоровых добровольцев без скелетной патологии челюстей.

При помощи ЭМГ-анализатора «Синапсис» («Нейротех», Россия) измеряли биоэлектрическую активность жевательных и височных мышц — максимальную амплитуду в состоянии покоя и при максимальном произвольном сжатии челюстей.

Перед наложением электродов и после пальпации предполагаемого для наложения электрода участка кожи, покрывающую мышцы, обрабатывали 70%-ным спиртом для предотвращения электрических помех, наносили токопроводящий гель для улучшения электрического контакта между кожей и регистрирующим электродом. Электроды накладывали в соответствии с рекомендациями Т. Castorflorio и соавт. (2005) [11]. Для измерения ЭМГ-активности жевательных мышц электроды устанавливали по линии от внешнего края глаза до гониона, на наиболее выступающую часть мышцы, определяемую пальпаторно при сжатии челюстей. При регистрации БЭА височной мышцы проводили две линии: первую под углом 20° к заднему краю нижней челюсти, вторую — от латерального края глазной щели к верхней части ушной раковины. Электроды устанавливали непосредственно над точкой пересечения двух линий на продолжении линии, проведенной под углом 20° к заднему краю нижней челюсти (рис. 1). В обоих случаях расстояние между накладываемыми электродами было 25 мм.

При измерении БЭА в состоянии покоя пациентов просили максимально расслабиться. Для регистрации при максимальном произвольном сжатии — просили максимально стиснуть зубы и не расслаблять до звуковой команды. В обоих случаях регистрация проводилась



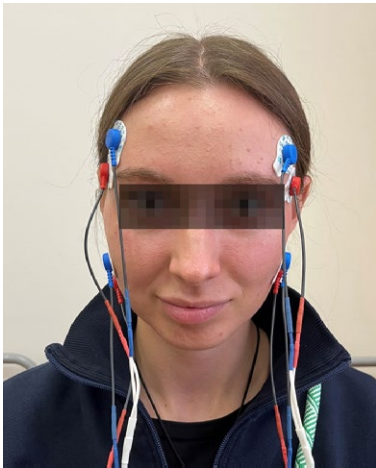


Рис. 1. Пациентка со скелетными аномалиями челюстей II класса по Энгля с наложенными электродами до операции

Fig. 1. Patient with Angle class II malocclusion with applied electrodes before surgery

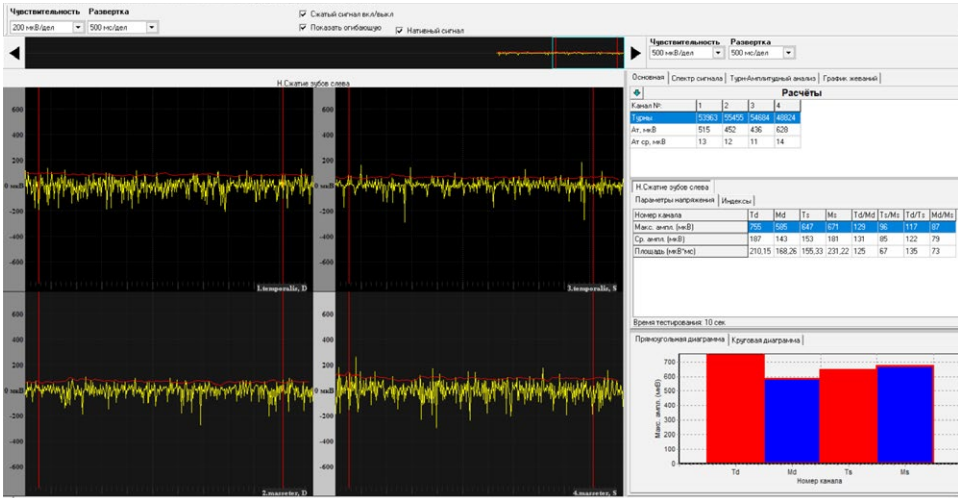


Рис. 2. Показатели ЭМГ у пациентки со скелетными аномалиями челюстей II класса по Энгля до проведения хирургического вмешательства при максимальном произвольном сжатии челюстей

Fig. 2. EMG parameters in patient with Angle class II malocclusion before surgery with maximum voluntary jaw clench

в течение 10 секунд. Вычисляли среднее арифметическое значение максимальной амплитуды правой и левой сторон для каждой группы мышц (рис. 2).

Для расчета уровня статистической значимости использовали Т-критерий Вилкоксона.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Средние значения БЭА в покое как жевательной, так и височной мышц в исследуемых группах были выше относительно здоровых добровольцев ( $p<0,05$ ). При этом между исследуемыми группами показатели статистически значимо не отличались, а также не удалось найти статистически достоверной разницы в показателях БЭА *m. masseter* и *m. temporalis* внутри групп ( $p>0,05$ ; табл. 1).

При сжатии челюстей (проба максимальное произвольное сжатие) отмечалась большая активность жевательных мышц в группе контроля, чем в исследуемых группах. Средние значения БЭА височных мышц при сжатии челюстей у пациентов со II скелетным классом (713 мкВ) были выше показателей пациентов с III скелетным классом (630 мкВ,  $p<0,05$ ). Статистически значимых отличий показателей ЭМГ-активности жевательных мышц не обнаружено.

Таблица 1. ЭМГ-активность жевательных и височных мышц у пациентов с аномалиями II и III класса до операции и у здоровых добровольцев, мкВ

Table. 1. EMG activity of the masseter and temporal muscles in patients with class II and III anomalies before surgery and in healthy volunteers,  $\mu$ V

	В покое		При сжатии	
	m. masseter	m. temporalis	m. masseter	m. temporalis
Пациенты с аномалиями II класса	41±6	45±5	531±51	713±116
Пациенты с аномалиями III класса	45±5	45±5	583±50	630±102
Контрольная группа	33±10	36±9	950±103	1052±133

При сравнении БЭА височной и жевательной мышц внутри групп было установлено, что у пациентов со II скелетным классом показатели биоэлектрической активности *m. temporalis* статистически значимо превышают показатели *m. masseter* (713 против 531 мкВ соответственно,  $p<0,05$ ).

У пациентов со II скелетным классом значение ЭМГ жевательных мышц в покое статистически значимо не отличалось на сроке до и через 3 месяца после операции. Через 6 месяцев после операции отмечалось статистически достоверное уменьшение показателей БЭА жевательных мышц с 44 до 37 мкВ, при этом значения приближались к показателям контрольной группы (33 мкВ,  $p<0,05$ ). При максимальном сокращении показатели БЭА заметно снизились после операции с 531 до 311 мкВ через 3 месяца после операции ( $p<0,05$ ). Через 6 месяцев после операции отметился рост ЭМГ-активности до 479 мкВ, однако показатели были статистически значимо меньше значений до операции ( $p<0,05$ ; табл. 2).

Показатели ЭМГ-активности височных мышц в покое статистически значимо не отличалось на сроке до и через 3 месяца после операции. Через 6 месяцев после операции отмечалось статистически достоверное уменьшение показателей БЭА височных мышц с 45 до 39 мкВ ( $p<0,05$ ) приближаясь к показателям контрольной группы (36 мкВ). Показатели ЭМГ-активности височных мышц при максимальном произвольном сокращении через 3 месяца после операции статистически значимо не отличались от показателей до операции. Через 6 месяцев после операции было обнаружено значительное увеличение активности височных мышц с 713 до 1076 мкВ ( $p<0,05$ ).

У пациентов с III скелетным классом значение ЭМГ жевательных мышц в покое статистически значимо не отличалось на сроке до и через 3 месяца после операции. Через 6 месяцев

**Таблица 2. ЭМГ-активность у пациентов с аномалиями II класса по Энгля, мкВ**

Table. 2. EMG activity in patients with Angle class II malocclusion,  $\mu\text{V}$

	<i>m. masseter</i>		<i>m. temporalis</i>	
	расслабление	сокращение	расслабление	сокращение
До операции	44±6	531±51	45±5	713±116
Через 3 месяца	44±5	311±24	44±6	780±111
Через 6 месяцев	37±8	479±91	39±7	1076±155

после операции отмечалось статистически достоверное уменьшение показателей БЭА жевательных мышц с 45 до 35 мкВ, при этом значения приближались к показателям контрольной группы (33 мкВ;  $p<0,05$ ). При максимальном произвольном сокращении БЭА жевательных мышц заметно снизилось с 583 мкВ до операции 369 мкВ через 3 месяца ( $p<0,05$ ). Через 6 месяцев после операции отмечился рост ЭМГ активности до 501 мкВ, однако показатели были статистически значимо меньше значений до операции ( $p<0,05$ ; табл. 3).

Показатели ЭМГ-активности височных мышц в покое статистически значимо не отличалось на сроке до и через 3 месяца после операции. Через 6 месяцев после операции отмечалось статистически достоверное уменьшение показателей БЭА височных мышц с 45 до 36 мкВ ( $p<0,05$ ), при этом значения приближались к показателям контрольной группы (36 мкВ). Показатели ЭМГ-активности височных мышц при максимальном произвольном сокращении через 3 месяца (847 мкВ) после операции статистически значимо увеличились по сравнению с показателями до операции (630 мкВ,  $p<0,05$ ). Через 6 месяцев после операции было обнаружено значительное увеличение активности височных мышц как в сравнении с состоянием до операции, так и с состоянием через 3 месяца после операции ( $p<0,05$ ).

## ОБСУЖДЕНИЕ

В обеих исследуемых группах (II и III скелетные классы) на этапе до операции отмечалась повышенная БЭА в покое как височных, так и жевательных мышц в сравнении с контрольной группой. На основании этих данных можно сделать вывод, что у пациентов со скелетными нарушениями жевательная группа мышц остается в повышенном тонусе. В послеоперационном периоде (через 6 месяцев после операции) отмечалось достоверное уменьшение активности мышц в состоянии покоя, что говорит о более полной релаксации мышцы.

Максимальная амплитуда БЭА собственно жевательных мышц при максимальном сжатии челюстей в послеоперационном периоде уменьшается в том числе из-за хирургической травмы и особенностей последующей реабилитации, и затем следует постепенное увеличение амплитуды к 6-му месяцу после операции [12–25].

Данные, полученные М.А. Raustia и К.С. Oikarinen (1994), а также О. Muftuoglu и соавт. (2023) подтверждают, что ЭМГ-активность собственно жевательных

**Таблица 3. ЭМГ-активность у пациентов с аномалиями III класса по Энгля, мкВ**

Table. 3. EMG activity in patients with Angle class III malocclusion,  $\mu\text{V}$

	<i>m. masseter</i>		<i>m. temporalis</i>	
	расслабление	сокращение	расслабление	сокращение
До операции	45±5	583±50	45±5	630±102
Через 3 месяца	44±5	369±21	44±5	847±92
Через 6 месяцев	35±5	501±56	36±6	1153±216

мышц при сжатии челюстей через 12 месяцев после ортогнатической операции у пациентов с III скелетным классом увеличивается, однако не достигала значений контрольной группы [16, 17].

L.V.V. Trawitzki и соавт. (2010) при более длительном обследовании (до 3 лет после операции) у пациентов с нарушением прикуса III класса наблюдали улучшение активности жевательных мышц, причем значения были близки к показателям пациентов без патологии прикуса [18].

L. Giannini и соавт. (2017) при наблюдении пациентов на сроках около 6 лет после завершения ортодонто-хирургического лечения установили, что показатели ЭМГ-активности при сжатии челюстей у пациентов со II и III классом выравнивались и соответствовали показателям контрольной группы. Авторы обнаружили, что до начала лечения пациенты со II скелетным классом показывают более высокую ЭМГ-активность как височной, так и жевательной мышц, чем пациенты с III скелетным классом. Однако к моменту проведения операции ЭМГ-активность у обеих групп снижается и достоверной разницы не прослеживается. После этапа реабилитации на сроках более 6 месяцев разницы в ЭМГ-активности между группами нет [19].

В нашем исследовании обнаружена статистически достоверная разница в ЭМГ активности между группами со II и III скелетными классами, однако в числовом выражении средние значения отличались незначительно, что можно объяснить длительным ортодонтическим лечением на дооперационном этапе с целью декомпенсации окклюзии.

Е.В. Ко и соавт. (2013), проводя поверхностную ЭМГ собственно жевательных и височных мышц до и после ортогнатической операции у пациентов с III классом, пришли к выводу, что после операции (измерение через 1 месяц после операции), показатели электрической активности как для височных, так и для собственно жевательной мышц статистически значимо снижались. Однако электрическая активность обеих парных мышц восстанавливалась к 6-му месяцу после операции и, несмотря на то что средние значения электрической активности были незначительно меньше, чем до операции, статистически значимых различий не было [13]. Публикация Е.В. Ко и соавт. примечательна тем, что авторы обнаружили положительную корреляцию между повышенным тонусом височных мышц в состоянии покоя и наличием рецидива после

операции, при этом разница в электрической активности височных мышц при максимальном сжатии не коррелировала с развитием рецидива. Также была обнаружена статистически достоверная положительная корреляция между электрической активностью собственно жевательных мышц при максимальном сжатии и рецидивом после операции у пациентов с III классом. Результаты этой работы подтверждают выводы L. Giannini и соавт. [19] о важности достижения стабильного нейромышечного баланса для уменьшения рисков развития потенциального рецидива.

D. Celakil (2017) и соавт. также пришли к выводу, что показатели ЭМГ-активности обеих мышц, уменьшаясь сразу после операции, через 6–8 месяцев не только возвращались к состоянию до операции, но и статистически были достоверно выше показателей до операции, тем не менее не достигая значений, характерных для пациентов с нормальным прикусом [20]. Сходные выводы сделали G.B. Grossi и соавт. (2017): у пациентов с III скелетным классом в позднем послеоперационном периоде отмечалось увеличение показателей ЭМГ-активности жевательной группы мышц, причем наибольшее увеличение было у пациентов, у которых активность мышц до операции была ниже [21]. Однако K.A. Kim и соавт. (2019) установили, что у пациентов с III скелетным классом показатели ЭМГ височной и жевательной мышц через 7–8 месяцев после операции возвращались до значений до операции, но оставались ниже показателей здоровых людей [22].

Рядом исследователей приводятся данные, что максимальная амплитуда височных мышц после проведенной ортогнатической операции у пациентов с III скелетным классом по Энглю увеличивается уже на сроках через 3 месяца после операции и растет до 6-го месяца [23]. Нами были получены сходные данные: показатели ЭМГ височных мышц значимо увеличивались у пациентов с III скелетным классом на сроке через 3 месяца и продолжили расти до значений контрольной группы, значительно превышая показатели до операции. Показатели ЭМГ височных мышц у пациентов со II скелетным классом через 3 месяца не отличались от показателей до операции, однако через 6 месяцев значения соответствовали показателям контрольной группы.

Полученные нами данные согласуются с результатами систематического обзора T. Musulas и соавт. (2024), в котором проанализированы ЭМГ-изменения у пациентов после ортогнатических операций. Авторы отмечают, что к 6-му месяцу после вмешательства биоэлектрическая активность жевательной и височной мышц демонстрирует положительную динамику, однако не достигает уровня контрольных значений,

особенно в отношении *m. masseter*. При этом височные мышцы восстанавливают функциональную активность быстрее, что, вероятно, связано с их анатомо-функциональными особенностями и ролью в стабилизации окклюзии [24].

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Поверхностная электромиография является эффективным и объективным методом оценки функционального состояния жевательной и височной мышц у пациентов после ортогнатической операции. Метод позволяет отслеживать динамику восстановления мышечного тонуса в разные сроки реабилитации.

После хирургической коррекции скелетной аномалии у пациентов с II и III скелетным классом отмечается компенсаторное повышение биоэлектрической активности височных мышц, особенно выраженное через 3 месяца после операции, по сравнению с собственно жевательной мышцей. Это свидетельствует о более быстрой адаптации височных мышц к изменившимся условиям окклюзии.

Через 6 месяцев после операции наблюдается снижение показателей биоэлектрической активности как жевательных, так и височных мышц в состоянии покоя, с приближением их к значениям контрольной группы. Это может отражать нормализацию мышечного тонуса и снижение компенсаторного перенапряжения после устранения скелетной дисгармонии.

Полученные результаты демонстрируют сходную направленность восстановления ЭМГ-показателей у пациентов с II и III скелетными классами, что может быть учтено при формировании прогнозов и выборе сроков функциональной реабилитации.

Сравнение с группой здоровых добровольцев подтвердило наличие повышенного мышечного тонуса у пациентов до операции, вероятно, это связано с длительным нарушением нейромышечного баланса при скелетной аномалии.

Для более точной оценки влияния ортогнатической хирургии на функциональное состояние жевательной группы мышц в дальнейших исследованиях рекомендовано оценивать показатели БЭА жевательной группы мышц до начала ортодонтической подготовки, а также продолжить наблюдение в течение нескольких лет после завершения ортодонтического этапа и достижения стабильного окклюзионного контакта.

Поступила/Received: 09.06.2025

Принята в печать/Accepted: 11.08.2025



## ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES:

1. Naran S., Steinbacher D.M., Taylor J.A. Current Concepts in Orthognathic Surgery. — *Plast Reconstr Surg.* — 2018; 141 (6): 925e—936e. [PMID: 29794714](#)
2. Gil A.P.S., Machado-Fernández A., Guijarro-Martínez R., Hernández-Alfaro F., Haas O.L. Jr, de Oliveira R.B. Le Fort I osteotomy and soft tissue response: A retrospective cohort study comparing three different techniques. — *J Craniomaxillofac Surg.* — 2022; 50 (2): 107—113. [PMID: 34802886](#)
3. Wolford L.M., Bennett M.A., Rafferty C.G. Modification of the mandibular ramus sagittal split osteotomy. — *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* — 1987; 64 (2): 146—55. [PMID: 3476891](#)
4. Иванов С.Ю., Мураев А.А., Короткова Н.Л., Сидорова Е.В., До М.Ф. Новый способ коррекции врожденных и приобретенных аномалий челюстей. — *Медицинский альманах.* — 2015; 3 (38): 168—171.  
[Ivanov S.Yu., Muraev A.A., Korotkova N.L., Sidorova E.V., Do M.F. New method of correction of inherent and acquired abnormalities of jaws. — *Medical Almanac.* — 2015; 3 (38): 168—171 (In Russian)]. [eLibrary ID: 24361069](#)
5. Dicker G., Van Spronsen P., Van Schijndel R., van Ginkel F., Manoliu R., Boom H., Tuinzing D.B. Adaptation of jaw closing muscles after surgical mandibular advancement procedures in different vertical craniofacial types: a magnetic resonance imaging study. — *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* — 2007; 103 (4): 475—82. [PMID: 17095268](#)
6. Throckmorton G.S., Johnston C.P., Gonyea W.J., Bell W.H. A preliminary study of biomechanical changes produced by orthognathic surgery. — *J Prosthet Dent.* — 1984; 51 (2): 252—61. [PMID: 6583403](#)
7. Набиев Н.В., Климова Т.В., Набиева М.Н., Русанова А.Г. Особенности показателей биопотенциалов мышц челюстно-лицевой области при окклюзионных суперконтактах по данным электромиографии. — *Ортодонтия.* — 2023; 3 (103): 75.  
[Nabiev N.V., Klimova T.V., Nabieva M.N., Rusanova A.G. Features of bioelectrical potentials of masticatory muscles in patients with occlusal interferences based on electromyography data. — *Orthodontics.* — 2023; 3 (103): 75 (In Russian)]. [eLibrary ID: 60024627](#)
8. Cacho A., Tordera C., Colmenero C. Use of transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS) for the recovery of oral function after orthognathic surgery. — *J Clin Med.* — 2022; 11 (12): 3268. [PMID: 35743339](#)
9. Özen A.K., Ceylan İ. Changes in the electromyographic activity of masticatory muscles in patients undergoing bimaxillary surgery. — *Acta Odontol Scand.* — 2025; 84: 182—190. [PMID: 40260992](#)
10. Погабало И.В. Нарушения функционального состояния neuromuscular system of the dentofacial complex in combined jaw deformities and their correction: dissertation. — Moscow, 2020. — 277 p. (In Russian).  
[Pogabalo I.V. Disorders of the functional state of the neuromuscular system of the dentofacial complex in combined jaw deformities and their correction: dissertation. — Moscow, 2020. — 277 p. (In Russian)].
11. Castroflorio T., Farina D., Bottin A., Piancino M.G., Bracco P., Merletti R. Surface EMG of jaw elevator muscles: effect of electrode location and inter-electrode distance. — *J Oral Rehabil.* — 2005; 32 (6): 411—7. [PMID: 15899019](#)
12. Cullati F., Mapelli A., Beltramini G., Codari M., Pimenta Ferreira C.L., Baj A., Gianni A.B., Sforza C. Surface electromyography before and after orthognathic surgery and condylectomy in active laterognathia: a case report. — *Eur J Paediatr Dent.* — 2017; 18 (2): 131—138. [PMID: 28598184](#)
13. Ko E.W., Huang C.S., Lo L.J., Chen Y.R. Alteration of masticatory electromyographic activity and stability of orthognathic surgery in patients with skeletal class III malocclusion. — *J Oral Maxillofac Surg.* — 2013; 71 (7): 1249—60. [PMID: 23562358](#)
14. Frongia G., Ramieri G., De Biase C., Bracco P., Piancino M.G. Changes in electric activity of masseter and anterior temporalis muscles before and after orthognathic surgery in skeletal class III patients. — *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol.* — 2013; 116 (4): 398—401. [PMID: 24035106](#)
15. Eshghpour M., Danesh-Sani S.A. Electromyographic analysis of masseter muscle after surgical correction of mandibular prognathism. — *International Journal of Head and Neck Surgery.* — 2012; 3 (3): 121—124. [DOI: 10.5005/jp-journals-10001-1110](#)
16. Raustia A.M., Oikarinen K.S. Changes in electric activity of masseter and temporal muscles after mandibular sagittal split osteotomy. — *Int J Oral Maxillofac Surg.* — 1994; 23 (3): 180—4. [PMID: 7930775](#)
17. Muftuoglu O., Akturk E.S., Eren H., Gorurgoz C., Karasu H.A., Orhan K., Akat B., Memikoglu T.U.T. Long-term evaluation of masseter muscle activity, dimensions, and elasticity after orthognathic surgery in skeletal class III patients. — *Clin Oral Investig.* — 2023; 27 (7): 3855—3861. [PMID: 37022528](#)
18. Trawitzki L.V., Dantas R.O., Mello-Filho F.V., Marques W. Jr Masticatory muscle function three years after surgical correction of class III dentofacial deformity. — *Int J Oral Maxillofac Surg.* — 2010; 39 (9): 853—6. [PMID: 19375282](#)
19. Giannini L., Maspero C., Galbiati G., Kairyte L., Zanoni F., Faronato G. Orthodontic-surgical treatment: electromyographic and kinesiographic evaluation in follow up period. Experimental study. — *Stomatologija.* — 2017; 19 (2): 35—43. [PMID: 29243682](#)
20. Celakil D., Ozdemir F., Eraydin F., Celakil T. Effect of orthognathic surgery on masticatory performance and muscle activity in skeletal Class III patients. — *Cranio.* — 2018; 36 (3): 174—180. [PMID: 28385103](#)
21. Grossi G.B., Garagiola U., Santoro F. Measuring effectiveness of orthognathic surgery by electromyography: a retrospective clinical study. — *Minerva Stomatol.* — 2017; 66 (3): 98—106. [PMID: 28181788](#)
22. Kim K.A., Park H.S., Lee S.Y., Kim S.J., Baek S.H., Ahn H.W. Short-term changes in muscle activity and jaw movement patterns after orthognathic surgery in skeletal Class III patients with facial asymmetry. — *Korean J Orthod.* — 2019; 49 (4): 254—264. [PMID: 31367580](#)
23. González Olivares H., García Pérez A., López Saucedo F., Ángeles Medina F. Electromyographic changes in the masseter and temporalis muscles before and after orthognathic surgery in patients with mandibular prognathism. — *J Craniofac Surg.* — 2019; 30 (5): 1539—1543. [PMID: 31299762](#)
24. Musulas T., Klimka J., Lopatienė K., Razukevicius D., Gervickas A., Janužis G. Electromyographic changes in the masticatory muscles after orthognathic surgery: A systematic review. — *Annals of Dental Specialty.* — 2024; 1: 65—71. [DOI: 10.51847/wUhlZjo1XC](#)

DOI: 10.37988/1811-153X\_2025\_3\_16

[А.Н. Ряховский](#),д.м.н., профессор, консультант отдела  
ортопедической стоматологии

ЦНИИСиЧЛХ, 119021, Москва, Россия

## Клинический опыт лечения пациентов с дисфункцией ВНЧС методом шинотерапии. Часть I. Диагностика

**Аннотация.** На клиническом приеме врачам-стоматологам все чаще приходится сталкиваться с пациентами, предъявляющими жалобы, которые обычно сопровождают дисфункцию ВНЧС. Лечение таких пациентов представляет достаточно сложную клиническую задачу, порой ввиду запутанной клинической симптоматики и необходимости применения достаточно сложных дополнительных методов исследования, к которым не у всех врачей есть доступ и адекватный уровень владения темой. **Цель исследования** — обобщение собственного опыта лечения и профилактики дисфункции ВНЧС, создание простой клинической классификации стадий развития дисфункции и разработка соответствующих данной классификации алгоритмов лечения. **Материалы и методы.** Проведено лечение 196 пациентов (44 мужчин и 152 женщин) в возрасте от 17 до 58 лет с признаками дисфункции ВНЧС. Все пациенты были разделены на подгруппы согласно предлагаемой классификации стадий развития дисфункции.

Диагностика ВНЧС проводилась преимущественно по данным КЛКТ при помощи программы Avantis3D. **Результаты.** Разработана клиническая классификация дисфункции ВНЧС, на основе которой формируются показания к выбору шин, применяемых далее при консервативном лечении дисфункции.

**Ключевые слова:** диагностика дисфункции ВНЧС, стадии развития дисфункции ВНЧС

### ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ:

Ряховский А.Н. Клинический опыт лечения пациентов с дисфункцией ВНЧС методом шинотерапии. Часть I. Диагностика. — *Клиническая стоматология*. — 2025; 28 (3): 16—20. DOI: 10.37988/1811-153X\_2025\_3\_16

[A.N. Ryakhovsky](#),Doctor of Science in Medicine, professor,  
consultant in the Division of Orthopedic  
DentistryCentral Research Institute  
of Dental and Maxillofacial Surgery,  
119021, Moscow, Russia

## Clinical experience in the splint therapy of patients with TMJ dysfunction. Part I. Diagnostics

**Summary.** At a clinical appointment, dentists increasingly have to deal with patients complains on TMJ dysfunction. The treatment of such patients is a rather difficult clinical task, due to the confusing clinical symptoms and the need of rather complex additional research methods, to which not all doctors have access and an adequate level of knowledge of the topic. Aim of this study is to summarize our own experience in the treatment and prevention of TMJ dysfunction, to create a simple clinical classification of the stages of dysfunction proceed and to develop treatment algorithms corresponding to this classification. **Material and methods.** We treated 196 patients (44 men and 152 women) aged 17 to 58 years with signs of TMJ dysfunction. All patients were divided into subgroups according to the proposed classification of stages of dysfunction. TMJ diagnosis was carried out mainly by CBCT analysis in Avantis3D

software. **Results.** A clinical classification of TMJ dysfunction has been developed. Conservative treatment of TMJ dysfunction using different splints was based on this classification. The results obtained confirmed the high efficiency.

**Key words:** diagnosis of TMJ dysfunction, stages of TMJ dysfunction development

### FOR CITATION:

Ryakhovsky A.N. Clinical experience in the splint therapy of patients with TMJ dysfunction. Part I. Diagnostics. *Clinical Dentistry (Russia)*. 2025; 28 (3): 16—20 (In Russian). DOI: 10.37988/1811-153X\_2025\_3\_16

## ВВЕДЕНИЕ

На клиническом приеме врачам-стоматологам все чаще приходится сталкиваться с пациентами, предъявляющими жалобы, которые обычно сопровождают дисфункцию височно-нижнечелюстных суставов (ВНЧС).

Нам видится несколько причин такого роста: увеличение доли достаточно агрессивных стоматологических реконструктивных методов лечения (ортодонтическое исправление прикуса, тотальное протезирование)

в общем объеме стоматологической помощи, а значит, и пропорциональное увеличение общего количества врачебных ошибок, а также количества пациентов с дисплазией соединительной ткани и более быстрое «старение» прикуса, связанное с повышенным износом (стираемостью) зубов из-за «слабости» эмали у молодого современного, особенно городского, населения, по всей видимости, вызванного воздействием окружающей среды и пищевыми привычками с самого раннего возраста.

В любом случае лечение таких пациентов представляет достаточно сложную клиническую задачу, порой ввиду запутанной клинической симптоматики и необходимости применения достаточно сложных дополнительных методов исследования, к которым не у всех врачей есть доступ и адекватный уровень владения темой [1].

**Цель исследования** — обобщение собственного опыта лечения и профилактики дисфункции ВНЧС, создание простой клинической классификации стадий развития дисфункции и разработка соответствующих данной классификации алгоритмов лечения.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Проведено лечение 196 пациентов (44 мужчин и 152 женщин) от 17 до 58 лет с признаками дисфункции ВНЧС.

При клиническом обследовании и сборе анамнеза обращали внимание на следующие жалобы и объективные признаки:

- 1) Непосредственная боль в ВНЧС при движениях нижней челюсти, при пальпации самого сустава, при надавливании на нижнюю челюсть в дистальном направлении.
- 2) Неврологическая симптоматика — бессонница, частая головная, лицевая и зубная боль, парестезия, покалывания, жжение языка или других участков слизистой полости рта.
- 3) Щелчки или другие дополнительные шумы ВНЧС (крепитация и др.).
- 4) Гипертонус, быстрая утомляемость жевательных мышц, болезненность триггерных точек.
- 5) Нарушение нормальной подвижности нижней челюсти — девиация, дефлексия, ограничение открывания рта.
- 6) Заложенность в ушах.

Обращали также внимание на ряд косвенных признаков, которые могут потенциально вызывать или сопровождать дисфункцию ВНЧС и легко выявляются при клиническом осмотре:

- визуально выявляемое снижение высоты прикуса;
- избыточный износ зубов (повышенная стираемость);
- отсутствие боковой группы зубов;
- множественные реставрации боковой группы зубов;
- дистальный и/или глубокий прикус;
- асимметрия, несовпадение средних линий верхнего и нижнего зубных рядов;
- ортодонтическое лечение в прошлом;
- храп, затрудненное дыхание;
- гипертрофия жевательных мышц.

Перечисление симптомов и дополнительных клинических признаков приведено в случайном порядке, а не по степени их значимости.

В исследование не включались пациенты с приобретенной острой травмой ВНЧС, аутоиммунными воспалительными заболеваниями.

Кроме клинического обследования и анамнеза, для каждого пациента была выполнена КЛКТ челюстно-лицевой системы, включающая зону ВНЧС в положении

привычной окклюзии. В некоторых случаях для уточнения диагностики проводили МРТ ВНЧС в положении закрытого и открытого рта.

Все пациенты были условно разделены на 6 групп:

- 1 — 52 пациента без жалоб на ВНЧС, но с сужением задней и/или верхней трети суставной щели по данным 3D-анализа ВНЧС;
- 2.1 — 51 пациент, которые отмечали симптомы 1, 2, 4 и 6 (см. перечень выше) в разных комбинациях и у которых, по данным 3D-анализа ВНЧС, выявлено сужения задней и/или верхней трети суставной щели, а в анамнезе ранее щелчки не отмечались;
- 2.2 — 5 пациентов, которые отмечали симптом 2 и у которых, по данным 3D-анализа, не выявлено сужения задней и/или верхней трети суставной щели;
- 3.1 — 33 пациента со всеми симптомами 1–6 (см. перечень) в разных комбинациях, у которых отмечалось ограничение открывания или щелчок до  $\frac{1}{3}$  открывания рта;
- 3.2 — 17 пациентов, которые отмечали все симптомы 1–6 в разных комбинациях и у которых щелчок отмечался от  $\frac{1}{3}$  до  $\frac{1}{2}$  открывания рта;
- 3.3 — 18 пациентов, которые отмечали все симптомы 1–6 в разных комбинациях, у которых отмечались ограничение открывания рта, дефлексия или щелчок после открывания рта на  $\frac{1}{2}$ ;
- 3.4 — 19 пациентов, которые ранее отмечали симптомы 1–6 из перечня в разных комбинациях, а в настоящее время могли не испытывать никаких жалоб, и у которых, по данным 3D-анализа ВНЧС было выявлено сужение задней и/или верхней трети суставной щели, а также существенное изменение формы суставных поверхностей.

## РЕЗУЛЬТАТЫ

Разработка упрощенной клинической классификации выполнена нами на основе анализа и предупреждения патогенетических механизмов развития дисфункции ВНЧС.

Перечисленные в перечне выше симптомы, сопровождающие дисфункцию ВНЧС, могут совершенно по-разному сочетаться у каждого отдельного пациента, что существенно осложняет диагностику. При этом часть симптомов может быть вызвана отнюдь не характером смыкания зубных рядов, что и корректируется шинотерапией, а совершенно другими причинами, например неврологической патологией, непереносимостью к конструкционным материалам, гальванизмом [2]. В этих случаях важно провести дифференциальную диагностику.

Основным патогенетическим механизмом развития дисфункции ВНЧС является изменение прикуса, связанное с одно- или двусторонним дистальным смещением головок НЧ [3–5]. Объективным критерием оценки такого дистального сдвига является сужение ширины заднего и, в меньшей степени, верхнего отдела суставной щели [6].

Общеизвестно, что при физиологической норме зубочелюстной системы отмечаются единство и взаи-



мосьвязь морфологии и функции элементов, ее составляющих. Иными словами, при морфологической норме состояния зубных рядов и челюстных костей (правильное смыкание (I класс по Энгля), отсутствие дефектов, деформаций, нарушений естественной анатомической формы зубов за счет истирания или кариозного процесса, аномалии развития) также отмечаются сбалансированная работа мышц и их нормальный тонус. И наоборот, при нарушении анатомии происходит разбалансирование мышечного тонуса и силы активного сокращения мышц [7–10], а нарушения в работе мышц (бруксизм, при нарушениях осанки с восходящим механизмом вовлечения мышц шеи, подъязычных и жевательных мышц), со временем неизбежно приводит к изменению морфологии (изменение соотношения элементов ВНЧС вплоть до вывиха диска, изменение формы головки НЧ и дистального ската суставного бугорка) [11, 12].

Независимо от того, что стало первичным триггером такого нарушения (нарушение анатомии или нарушение функции — этот спор подобен спору о том, что первично: курица или яйцо), всегда отмечается сужение суставной щели [6].

Наши клинические наблюдения позволяют выделить несколько стадий в динамике развития таких нарушений, что может быть положено в основу очень простой и понятной классификации дисфункции ВНЧС:

- 1) Стадия компенсированных нарушений. Характеризуется тем, что отмечается сужение (задней и верхней трети) суставной щели, которое надежно фиксируется по данным КЛКТ, но при этом пациент пока не испытывает никакого дискомфорта, у него нет жалоб и нет никаких других непосредственных проявлений дисфункции, которые могли бы быть клинически зафиксированы врачом.
- 2) Стадия функциональных нарушений. Развивается с течением времени, если не предпринимать никаких действий по коррекции компенсированных нарушений. Под воздействием ряда провокационных факторов (например, долгое удержание рта открытым на стоматологическом приеме, начало ортодонтического лечения, изготовление прямых или непрямых реставраций зубов и т.д.) происходит декомпенсация и проявляется симптоматика 1, 2, 4 и 6 (см. перечень). При этом отмечается не только сужение задней и верхней трети суставной щели за счет смещения головки НЧ, но также возможна некоторая дислокация суставного диска. При этом диск продолжает разделять суставные поверхности на всех фазах артикуляции НЧ.
- 3) Стадия морфологических нарушений. Развивается с течением времени, если не предпринимать никаких действий по коррекции функциональных нарушений. Наряду с уже перечисленными функциональными симптомами 1, 2, 4 и 6, появляются симптомы 3 и 5, которые связаны с нарушением взаимного расположения элементов ВНЧС (сужение задней и верхней трети суставной щели за счет смещения головки НЧ, полная дислокация суставного диска).

При этом выделяется несколько вариантов морфологических нарушений:

- a) передняя дислокация диска;
- b) латеральная дислокация диска;
- c) медиальная дислокация диска.

В качестве наиболее частого варианта в клинической картине наблюдается передняя дислокация диска. При этом выделяется несколько этапов стадии морфологических нарушений:

- 3.1. дислокация диска с репозицией (реципрокным щелчком) при открывании рта до  $\frac{1}{3}$  от общей величины нормы (38–42 мм);
- 3.2. дислокация диска с репозицией (реципрокным щелчком) при открывании рта от  $\frac{1}{3}$  до  $\frac{1}{2}$  от общей величины;
- 3.3. дислокация диска с репозицией (реципрокным щелчком) при открывании рта более  $\frac{1}{2}$  от общей величины;
- 3.4. дислокация диска без репозиции;
- 3.5. нарушение нормальной подвижности диска в результате спаек и контрактур связок сустава.

Следует подчеркнуть: и в стадии компенсированных нарушений, и в стадии функциональных нарушений, несмотря на более заднее положение головки НЧ в сравнении с нормой, суставной диск, как и в норме, все еще разделяет между собой суставные поверхности головки НЧ и суставной ямки, хотя и может наблюдаться его частичное смещение. При дальнейшем прогрессировании дисфункции ВНЧС наступает его полное смещение (вывих диска).

Наступает стадия морфологических нарушений. Полное смещение суставного диска может привести к появлению щелчков и даже к блокировке открывания рта. В последнем случае возникающие болевые ощущения и мышечный спазм делают практически невозможным нормальное открывание рта. Пациент может лишь чуть приоткрыть рот. Обычно такие состояния возникают после ночного сна. Для устранения блокировки необходимо расслабить спазмированные мышцы и вправить диск. Если сразу не зафиксировать новое положение НЧ шиной, после вправления диска он может вновь сместиться.

Наличие щелчка при открывании НЧ, или ее выдвижении вперед (протрузии), или боковых смещениях (латеротрузии) свидетельствует о полном вывихе диска в исходном положении НЧ (привычной окклюзии) и последующей репозиции на определенном этапе этих движений. Щелчок свидетельствует о том, что диск снова устанавливается на свое место и разделяет суставные поверхности. При обратном движении НЧ в исходное положение опять возникает щелчок (реципрокный щелчок). Это означает, что снова произошел вывих диска и он перестал разделять суставные поверхности.

При передней дислокации диска по траектории движения НЧ щелчок «на открывание» обычно возникает позднее, чем «на закрывание» (дальше от места старта траектории).

Если не предпринимать никаких мер по исправлению ситуации, постоянная травма диска вызывает изменение его нормальной формы (двояковогнутой

линзы), возникает растяжение связок, удерживающих диск сзади. И если вначале щелчок «на открывание» происходит на самой ранней стадии открывания рта, то по мере растяжения этих связок щелчок происходит все позднее. Как следует из представленной выше классификации, мы условно разделили реципрокный щелчок на три этапа: до  $\frac{1}{3}$  (п. 3.1 классификации), от  $\frac{1}{3}$  до  $\frac{1}{2}$  (п. 3.2 классификации) и более  $\frac{1}{2}$  (п. 3.3 классификации) от нормальной величины открывания рта.

На этом этапе дисфункции — дислокации суставного диска с репозицией — при открывании рта можно наблюдать эффект неравномерного движения НЧ в виде ее начального отклонения в «больную» сторону и последующего возврата к вертикальной траектории. В исходном положении диск на «больной» стороне находится спереди головки НЧ. Когда начинается открывание рта, головка НЧ упирается в вывихнутый диск, который тормозит ее движение. С противоположной стороны головка НЧ движется с нормальной скоростью. Из-за разности в скорости движения НЧ отклоняется в сторону «больного» сустава. При дальнейшем открывании натянутая связка задерживает дальнейшее смещение диска и головка НЧ проскальзывает под него. Диск снова занимает положение на головке НЧ, разделяя суставные поверхности.

Если диски вывихнуты с обеих сторон, НЧ будет отклоняться сначала в одну, а потом в другую сторону, поскольку чаще всего блокировка справа и слева наступает не одновременно.

На записях аксиографии в таком случае можно увидеть характерные изгибы по кривой движения (рис. 1), а на данных МРТ будет отмечаться полная дислокация диска при закрытом рте и его репозиция (возврат положения) при открытом рте. Постепенно задние связки растягиваются настолько, что наступает полный вывих диска — дислокация диска без репозиции (п. 3.4 классификации), т.е. диск уже не разделяет суставные поверхности ни при закрытом, ни при открытом рте.

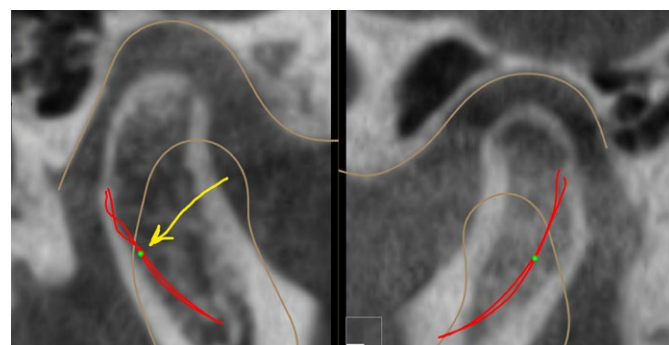


Рис. 1. Записи аксиографии отображают наличие щелчка в самом начале открывания рта. Стрелкой показана точка на траектории, соответствующая положению головок нижней челюсти в «лечебной» позиции

Fig.1. The axiography records indicate the presence of a click at the very beginning of the mouth opening. The arrow shows the point on the trajectory corresponding to the position of the condyles in the "therapeutic" position

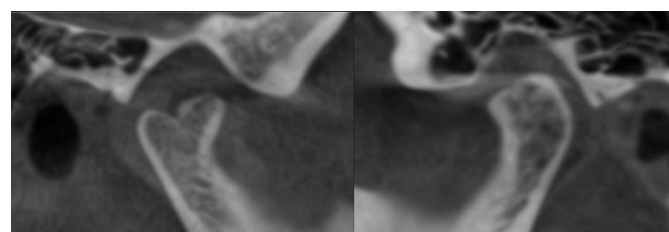


Рис. 2. Нарушение формы головок нижней челюсти

Fig.2. Violation of the shape of the condyles

Суставные поверхности начинают активно изнашиваться, менять форму, может наступить их частичная резорбция (рис. 2).

Выбор дальнейших вариантов шинотерапии ВНЧС мы проводили с учетом представленной выше классификации дисфункции ВНЧС с учетом стадий ее развития.

Поступила/Received: 11.02.2025

Принята в печать/Accepted: 27.08.2025

Продолжение статьи читайте в № 4/2025.

## ЛИТЕРАТУРА:

1. Хватова В.А. Клиническая гнатология. — М.: Медицина, 2005. — С. 8, 127—178.
2. Younger J.W., Shen Y.F., Goddard G., Mackey S.C. Chronic myofascial temporomandibular pain is associated with neural abnormalities in the trigeminal and limbic systems. — *Pain*. — 2010; 149 (2): 222—228. PMID: 20236763
3. Войтяцкая И.В. Анатомо-физиологическое обоснование объема и тактики лечения стоматологических больных со сниженным прикусом: автореф. дис. ... д.м.н. — СПб.: СЗГМУ им. И.И. Мечникова, 2016. — 48 с.
4. Wolford L.M., Movahed R., Dhameja A., Allen W.R. Low condylectomy and orthognathic surgery to treat mandibular condylar osteochondroma: a retrospective review of 37 cases. — *J Oral Maxillofac Surg*. — 2014; 72 (9): 1704—28. PMID: 24997022

## REFERENCES:

1. Chvatova V.A. Clinical gnathology. Moscow: Medicine, 2005. Pp. 8, 127—178 (In Russian).
2. Younger J.W., Shen Y.F., Goddard G., Mackey S.C. Chronic myofascial temporomandibular pain is associated with neural abnormalities in the trigeminal and limbic systems. *Pain*. 2010; 149 (2): 222—228. PMID: 20236763
3. Voityatskaya I.V. Anatomical and physiological substantiation of the volume and tactics of treatment of dental patients with reduced bite height: dissertation abstract. Saint-Petersburg: Mechnikov North-West State Medical University, 2016. 48 p. (In Russian).
4. Wolford L.M., Movahed R., Dhameja A., Allen W.R. Low condylectomy and orthognathic surgery to treat mandibular condylar osteochondroma: a retrospective review of 37 cases. *J Oral Maxillofac Surg*. 2014; 72 (9): 1704—28. PMID: 24997022

5. Юркевич Р.И. Клинико-лабораторное обоснование применения метода гидравлической репозиции для восстановления подвижности суставного диска в комплексном лечении заболеваний ВНЧС: автореф. дис. ... к.м.н. — М.: Первый МГМУ им. И.М. Сеченова, 2019. — 22 с.
6. Ряховский А.Н., Выходцева М.А. Обоснование методики 3D-анализа височно-нижнечелюстного сустава по данным компьютерной томографии. — *Стоматология*. — 2022; 1: 23—32. [eLibrary ID: 48239882](#)
7. Семенов Р.Р., Карпов С.М., Хатуаева А.А., Карпов А.С. Этиологические и патогенетические механизмы формирования дисфункции височно-нижнечелюстного сустава (обзорная статья). — *Международный журнал экспериментального образования*. — 2013; 11—1: 46—51. [eLibrary ID: 21075741](#)
8. Шемонаев В.И., Климова Т.Н., Пчелин И.Ю., Машков А.В., Осокин А.В. Височно-нижнечелюстной сустав: некоторые аспекты функциональной анатомии и терапии функциональных расстройств. — *Вестник Волгоградского государственного медицинского университета*. — 2015; 3 (55): 3—5. [eLibrary ID: 24191646](#)
9. Майборода Ю.Н., Хорев О.Ю. Нейромышечная и суставная дисфункция височно-нижнечелюстного сустава. — *Кубанский научный медицинский вестник*. — 2017; 3: 142—148. [eLibrary ID: 29863169](#)
10. Gauer R.L., Semidey M.J. Diagnosis and treatment of temporomandibular disorders. — *Am Fam Physician*. — 2015; 91 (6): 378—86. [PMID: 25822556](#)
11. Hong S.W., Lee J.K., Kang J.H. Relationship among cervical spine degeneration, head and neck postures, and myofascial pain in masticatory and cervical muscles in elderly with temporomandibular disorder. — *Arch Gerontol Geriatr*. — 2019; 81: 119—128. [PMID: 30554035](#)
12. Raya C.R., Plaza-Manzano G., Pecos-Martín D., Ferragut-Garcías A., Martín-Casas P., Gallego-Izquierdo T., Romero-Franco N. Role of upper cervical spine in temporomandibular disorders. — *J Back Musculoskelet Rehabil*. — 2017; 30 (6): 1245—1250. [PMID: 28800304](#)
5. Yurkevich R.I. Clinical and laboratory substantiation of the application of the hydraulic reposition method to restore articular disc mobility in the complex treatment of TMD: master's thesis abstract. Moscow: Sechenov University, 2019. 22 p. (In Russian).
6. Ryakhovsky A.N., Vykhodtseva M.A. Validation of the technique of TMJ 3D analysis based on computer tomography. *Stomatology*. 2022; 1: 23—32 (In Russian). [eLibrary ID: 48239882](#)
7. Semenov R.R., Karpov S.M., Khatuaeva A.A., Karpov A.S. Etiological and pathogenetic mechanisms of formation dysfunction of temporomandibular joint (review). *International Journal of Experimental Education*. 2013; 11—1: 46—51 (In Russian). [eLibrary ID: 21075741](#)
8. Shemonaev V.I., Klimova T.N., Pchelin I.Y., Mashkov A.V., Osokin A.V. Temporomandibular joint: some aspects of functional anatomy and therapy of functional disorders. *Vestnik VSMU*. 2015; 3 (55): 3—5 (In Russian). [eLibrary ID: 24191646](#)
9. Mayboroda Yu.N., Khorev O.Yu. Neuromuscular and joint dysfunction of the temporomandibular joint. *Kuban Scientific Medical Bulletin*. 2017; 3: 142—148 (In Russian). [eLibrary ID: 29863169](#)
10. Gauer R.L., Semidey M.J. Diagnosis and treatment of temporomandibular disorders. *Am Fam Physician*. 2015; 91 (6): 378—86. [PMID: 25822556](#)
11. Hong S.W., Lee J.K., Kang J.H. Relationship among cervical spine degeneration, head and neck postures, and myofascial pain in masticatory and cervical muscles in elderly with temporomandibular disorder. *Arch Gerontol Geriatr*. 2019; 81: 119—128. [PMID: 30554035](#)
12. Raya C.R., Plaza-Manzano G., Pecos-Martín D., Ferragut-Garcías A., Martín-Casas P., Gallego-Izquierdo T., Romero-Franco N. Role of upper cervical spine in temporomandibular disorders. *J Back Musculoskelet Rehabil*. 2017; 30 (6): 1245—1250. [PMID: 28800304](#)



# GBT

## ACADEMY

RUSSIA



**GBT ACADEMY ПРЕДЛАГАЕТ УНИКАЛЬНУЮ ВОЗМОЖНОСТЬ  
УСОВЕРШЕНСТВОВАТЬСЯ В ОБЛАСТИ ПАРОДОНТОЛОГИИ  
И ПРОФИЛАКТИКИ**

- 1** Специализированное пространство, оборудованное всем необходимым для проведения лекционно-практических занятий с прямой видеодемонстрацией из стоматологического кабинета.
- 2** Прохождение индивидуального обучения с практикой на пациентах в условиях клинического приема.
- 3** Получение премиального статуса на специализированной карте AIRFLOW-GBT, открывающего новые возможности для привлечения пациентов в клинику.
- 4** Возможность получить оригинальный именной сертификат GBT Academy, не выезжая за пределы России.



Москва, ул. Щукинская, д. 2 Учебный центр S.T.I.Dent  
+7 999 591-88-42 +7 903 742 51-45 +7 495 783 28-45  
<https://stident.ru/training/index.php>

Посмотреть  
расписание



DOI: 10.37988/1811-153X\_2025\_3\_22

[Е.О. Бочковская](#)<sup>1</sup>,к.м.н., доцент кафедры детской  
и терапевтической стоматологии[Н.Л. Мариенко](#)<sup>2</sup>,

врач-стоматолог детский

## Молярно-резцовая гипоминерализация: обзор современных представлений, диагностики и путей решения

<sup>1</sup> СЗГМУ им. И.И. Мечникова,  
191015, Санкт-Петербург, Россия<sup>2</sup> Детская стоматология «Atribeaute Kids»,  
191015, Санкт-Петербург, Россия

### ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ:

Бочковская Е.О., Мариенко Н.Л. Молярно-резцовая гипоминерализация: обзор современных представлений, диагностики и путей решения. — *Клиническая стоматология*. — 2025; 28 (3): 22—29.

DOI: 10.37988/1811-153X\_2025\_3\_22

**Аннотация.** Молярно-резцовая гипоминерализация (МРГ) — это нарушение минерализации эмали, поражающее первые постоянные моляры и резцы. Впервые термин был введен Weerheijm и соавт. в 2001 г. Современные исследования показывают, что распространенность МРГ варьирует от 2,3 до 40,7% в зависимости от региона и диагностических критериев. Обзор современных представлений основан на систематическом анализе публикаций за последние 10 лет, включая систематические обзоры, метаанализы и клинические исследования. Используются данные Европейской и Американской академий детской стоматологии, отечественные исследования, а также оригинальные исследования по клиническим проявлениям, диагностике и лечению МРГ. Несмотря на активное изучение МРГ, остаются нерешенные вопросы, связанные с точными механизмами развития заболевания, стандартизацией диагностики и разработкой оптимальных лечебных стратегий. Дальнейшие исследования должны быть направлены на уточнение этиологических факторов, усовершенствование диагностических методик и поиск новых подходов к терапии.

**Ключевые слова:** молярно-резцовая гипоминерализация, эмаль, диагностика, лечение, этиология, профилактика, реставрация, коронки

[Е.О. Bochkovskaya](#)<sup>1</sup>,PhD in Medical Sciences, assistant professor  
of the Department of Pediatric Dentistry[N.L. Marienko](#)<sup>2</sup>,

pediatric dentist

## Molar-incisor hypomineralization: an overview of current concepts, diagnosis, and treatment options

<sup>1</sup> Mechnikov North-West State Medical  
University, 191015, Saint-Petersburg,  
Russia<sup>2</sup> "Atribeaute Kids" Dental Clinic,  
191015, Saint-Petersburg, Russia

### FOR CITATION:

Bochkovskaya E.O., Marienko N.L. Molar-incisor hypomineralization: an overview of current concepts, diagnosis, and treatment options. *Clinical Dentistry (Russia)*. 2025; 28 (3): 22—29 (In Russian). DOI: 10.37988/1811-153X\_2025\_3\_22

**Annotation.** Molar-incisor hypomineralization (MIH) is a disturbance of enamel mineralization affecting the first permanent molars and incisors. The term was first introduced by Weerheijm et al. in 2001. Current research shows that MIH prevalence varies from 2.3% to 40.7% depending on the region and diagnostic criteria. This review of current understanding is based on systematic analysis of publications over the past 10 years, including systematic reviews, meta-analyses, and clinical studies. Data from the European and American Academies of Pediatric Dentistry, national research, as well as original studies on clinical manifestations, diagnosis, and treatment of MIH were utilized. Despite active study of MIH, unresolved questions remain regarding the precise mechanisms of disease development, standardization of diagnosis, and development of optimal therapeutic strategies. Future research should focus on clarifying etiological factors, improving diagnostic methods, and finding new approaches to therapy.

**Key words:** molar-incisor hypomineralization, enamel, diagnosis, treatment, etiology, prevention, restoration, crowns

### ВВЕДЕНИЕ

Молярно-резцовая гипоминерализация (МРГ) — это форма системной гипоплазии эмали, нарушение минерализации эмали зубов, которое поражает первые постоянные моляры и часто резцы (рис. 1).

Термин «молярно-резцовая гипоминерализация» (MIH) впервые был введен K.L. Weerheijm и соавт. в 2001 г. для описания системного дефекта развития эмали, а впоследствии получил широкое распространение в научной и клинической литературе [1, 2]. С тех пор МРГ стала предметом множества исследований. Это состояние характеризуется наличием четко ограниченных областей гипоминерализации, которые



Рис. 1. Пример МРГ резцов

Fig. 1. Example of the incisors MIH



могут варьироваться по цвету от белого до коричневого и по степени тяжести от незначительных дефектов до постэруптивного разрушения зубов [2].

В последние десятилетия МРГ приобрела особую актуальность благодаря высокой распространенности — от 2,3 до 40,7% в зависимости от региона, методологии исследований и возрастных групп [3]. Наиболее частые последствия включают повышенную чувствительность, развитие кариеса и сложности в реставрации пораженных зубов. Эти факторы существенно влияют на качество жизни детей и требуют особого внимания со стороны детских стоматологов.

Несмотря на значительный прогресс в изучении, неясными остаются многие аспекты этиологии МРГ. Считается, что гипоминерализация имеет системное происхождение и может быть связана с различными факторами, включая пренатальные и перинатальные осложнения, частые инфекции в раннем детстве, а также генетическую предрасположенность [4, 5]. В то же время отсутствие стандартизированных диагностических критериев затрудняет сравнение данных и внедрение универсальных подходов к лечению.

**Цель обзора** — провести анализ современной научной литературы о МРГ, обобщить данные о распространенности, этиологии, диагностике и лечении, а также выявить основные противоречия и пробелы в знаниях для их устранения в будущих исследованиях.

Были использованы результаты систематических обзоров, метаанализов и клинических исследований:

- документы Европейской и Американской академий детской стоматологии (EAPD и AAPD), в которых представлены руководства по диагностике и лечению МРГ;
- исследования отечественных научных учреждений;
- систематические обзоры, оценивающие взаимосвязь между МРГ и качеством жизни пациентов;
- метаанализы по распространенности и влиянию МРГ на состояние зубов и риск развития кариеса;
- оригинальные статьи, освещающие клинические особенности, этиологию и методы лечения.

### Критерии включения

При подготовке обзора были отобраны публикации, соответствующие следующим критериям:

- статьи, опубликованные в рецензируемых журналах с 2011 г.;
- исследования, охватывающие детей и подростков, соответствующих целевой возрастной группе для диагностики МРГ (6–12 лет);
- работы, содержащие четкие данные о распространенности, клинических проявлениях, диагностике, профилактике, лечении и осложнениях МРГ.

Данные были сгруппированы и проанализированы.

Обзор проведен в следующих направлениях:

- 1) Эпидемиология — сбор и сравнение данных о распространенности МРГ в разных странах и возрастных группах.
- 2) Этиология — изучение причинных факторов, включая генетические, пренатальные, перинатальные и экологические аспекты.

3) Клинические проявления — анализ степени тяжести дефектов и их влияния на функцию зубов.

4) Методы лечения — обзор современных подходов к терапии, включая профилактику, реставрацию и удаление пораженных зубов.

### Ограничения исследования

Важно отметить, что ряд исследований имели ограничения, включая: малый размер выборки, что затрудняет экстраполяцию данных; различия в используемых методах диагностики и отчетности о результатах; недостаток исследований, проводимых на основании долгосрочных наблюдений.

## 1. РАСПРОСТРАНЕННОСТЬ И ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ

Современные исследования показывают, что распространенность МРГ значительно варьирует в зависимости от региона, методологии диагностики и возрастных групп. По данным метаанализа, опубликованного в 2024 г., средняя глобальная распространенность МРГ составляет 12,8% (95% ДИ: 11,5–14,1%) [6]. Максимальные показатели зафиксированы в странах с высоким уровнем доступности стоматологической помощи, где активнее проводится диагностика (до 40,7%), в то время как минимальные значения (2,3%) наблюдаются в регионах с ограниченными медицинскими ресурсами (табл. 1).

Эти данные подчеркивают значительные различия между регионами, обусловленные не только объективной распространенностью МРГ, но и различиями в диагностических подходах. Например, отсутствие единых критериев диагностики, таких как система EAPD, затрудняет сравнение результатов исследований [6].

**Таблица 1. Распространенность молярно-резцовый гипоминерализации в разных регионах [7]**

Table 1. Prevalence of molar-incisor hypomineralization in different regions [7]

Регион	Средняя распространенность, %
Европа	16,7
Северная Америка	25,9
Южная Америка	16,7
Азия	15,6
Австралия	16,8
Африка	11,4

## 2. ЭТИОЛОГИЯ: СОВРЕМЕННЫЕ ГИПОТЕЗЫ

Несмотря на десятилетия исследований, точные причины возникновения МРГ до сих пор неизвестны. Современная наука рассматривает мультифакторный характер МРГ, предполагая, что несколько системных факторов воздействуют на амелобласты в критические периоды их активности [4, 5]:

- **Пренатальные и перинатальные факторы.** Инфекционные заболевания у матери во время



беременности, такие как токсоплазмоз, краснуха, герпес или цитомегаловирус, могут нарушать развитие эмали. Гипоксия или асфиксия новорожденного, недоношенность и низкая масса тела также связаны с повышенным риском возникновения дефектов эмали. Дефицит питательных веществ (например, нехватка витамина D или кальция) в пренатальном периоде могут негативно повлиять на минерализацию эмали [2, 5, 8, 9].

- **Постнатальные факторы.** Частые детские болезни, особенно инфекции дыхательных путей, желудочно-кишечного тракта и лихорадочные состояния, в первые 3 года жизни ассоциируются с нарушением процессов минерализации [2, 5, 8–10]. Прием антибиотиков, особенно амоксициллина, в раннем возрасте связывают с воздействием на зубные ткани [2, 5, 8, 9]. Изменение состава микробиома, влияющего на ротовую полость и процессы амелогенеза, рассматривается как один из возможных механизмов, способствующих развитию МРГ [11].
- **Экологические аспекты.** Воздействие токсинов, таких как бисфенол А, используемый в пластиковых изделиях, и загрязнителей воздуха доказано как возможный фактор риска [1].
- **Генетическая предрасположенность.** Исследования показывают связь между МРГ и мутациями в генах, связанных с эмалеобразованием (AMELX, ENAM и MMP20). Однако точная роль этих генов требует дальнейшего изучения [2, 8].

### 3. ДИАГНОСТИКА МРГ

Точная и своевременная диагностика МРГ является ключевым аспектом в управлении этим состоянием. Современные методы диагностики опираются на рекомендации Европейской академии детской стоматологии (EAPD) [8], которые включают следующие критерии:

1. **Клинические признаки:**
  - Наличие четко ограниченных зон помутнения эмали первых постоянных моляров и, часто, резцов [2, 8]. Цвет дефектов варьируется от белого до желто-коричневого.
  - Постэруптивное разрушение эмали, особенно в областях, подвергающихся жевательной нагрузке.
  - Повышенная чувствительность зубов и частая жалоба на боль во время приема пищи и чистки зубов.
2. **Визуализация:**
  - Диагностика проводится на чистых высушенных зубах при хорошем освещении.
  - Использование дифференциальной диагностики для исключения других эмалевых нарушений, таких как гипоплазия или флюороз.
3. **Ранний возраст пациентов — оптимальный возраст для диагностики МРГ составляет 6—8 лет, когда все первые постоянные моляры и большинство резцов уже прорезались.**
4. **Оценочные индексы — используются модифицированные индексы дефектов эмали (mDDE Index) и протоколы Weerheijm и соавт. для стандартизации диагностики [5, 8].**

### Рентгенологическая диагностика МРГ

Рентгенологические методы играют вспомогательную роль в диагностике МРГ, поскольку основная диагностика основывается при визуальном и клиническом осмотре. Однако рентгенография обеспечивает дополнительные данные, особенно важные для оценки структуры зуба, степени поражения тканей и дифференциальной диагностики других стоматологических состояний [5, 8].

Рентгеновское обследование рекомендуется в следующих случаях:

- Подтверждение постэруптивного разрушения эмали (РЕВ) и степени вовлечения подлежащего дентина.
- Оценка кариозного поражения, связанного с МРГ, и определение глубины поражения.
- Дифференциальная диагностика между МРГ и гипоплазией эмали, флюорозом или кариесом.
- Планирование восстановительного или хирургического лечения, включая оценку необходимости удаления зуба.

Основные рентгенологические методы при МРГ:

- Прицельная рентгенография используется для оценки пораженных первых постоянных моляров. Позволяет выявить деминерализацию дентина, скрытые поражения в области фиссур и наличие кариеса. На снимке МРГ может проявляться в виде зон пониженной рентгеноконтрастности в дентине и эмали.
- Конусно-лучевая компьютерная томография (КЛКТ) используется для анализа сложных случаев, особенно при необходимости детального изучения анатомии корней моляров перед эндодонтическим лечением, удалением или восстановлением. КЛКТ может демонстрировать границы пораженных тканей, оценивая влияние гипоминерализации на подлежащую структуру дентина [12].

На рентгенограммах пораженные участки зубов могут проявляться как:

- зоны пониженной рентгеноконтрастности в эмали, особенно в окклюзионной области первых моляров;
- признаки разрушения эмали и дентина, что отражает постэруптивное повреждение (РЕВ);
- ограниченное вовлечение дентина, в отличие от кариозных поражений, которые часто имеют диффузный характер.

Рентгенологические изменения при МРГ не являются специфичными, поэтому их необходимо интерпретировать в контексте клинического осмотра.

### Ограничения рентгенодиагностики при МРГ

МРГ не всегда проявляется на рентгенограммах в начальной стадии, поскольку эмаль обладает высокой рентгеноконтрастностью даже при частичной гипоминерализации. Рентгенограммы не позволяют различать гипоминерализацию и кариес без дополнительных клинических данных.

### Роль рентгенодиагностики в планировании лечения

Оценка подлежащих тканей помогает определить, возможно ли консервативное лечение или зуб подлежит

удалению. Позволяет контролировать эффективность восстановления (например, гомогенность и прилегание композитных реставраций). Раннее выявление осложнений, таких как хронический апикальный периодонтит.

### Другие методы визуализации при диагностике МРГ

Помимо традиционных рентгенологических методов, в последние годы активно развиваются новые, высокотехнологичные способы визуализации, которые помогают в диагностике и оценке степени гипоминерализации эмали (табл. 2).

#### 1. Оптическая когерентная томография (ОКТ)

использует инфракрасное излучение для создания высокоразрешенных поперечных срезов тканей зуба. Она работает по принципу отражения света от структур с разной плотностью [13]. Преимущества:

- позволяет визуализировать микроструктуру эмали и дентина;
- может выявлять участки деминерализации на ранней стадии, даже если они невидимы при клиническом осмотре;
- безопасность ввиду отсутствия лучевой нагрузки.

Применение ОКТ помогает диагностировать микротрещины и начальные стадии постэруптивного разрушения (РЕВ), что делает ее ценным инструментом при наблюдении за прогрессированием МРГ.

#### 2. Измерение флуоресценции тканей зуба под воздействием лазерного излучения (DIAGNOdent)

основано на том, что пораженные участки эмали и дентина имеют отличные от нормальных тканей параметры флуоресценции [14]. Преимущества:

- неинвазивный метод, не требует подготовки зуба;
- обеспечивает количественную оценку повреждений эмали;
- подходит для мониторинга динамики поражения.

Лазерная флуоресценция используется для оценки степени деминерализации и раннего выявления скрытого кариеса, связанного с МРГ.

#### 3. Диагностическая фотолюминесценция (QLF, Quantitative Light-Induced Fluorescence).

Этот метод основан на изменении способности эмали отражать свет под воздействием ультрафиолетового излучения. Зоны

гипоминерализации отражают меньше света, чем здоровые участки. Преимущества:

- позволяет количественно оценивать площадь и глубину поражений.
- может использоваться для регулярного мониторинга и оценки эффективности лечения.
- подходит для визуализации эстетических дефектов на резцах.

Применение: особенно полезна при определении косметических нарушений в области фронтальных зубов, что важно для пациентов с эстетическими жалобами. Современные исследования показывают, что QLF может использоваться как неинвазивный инструмент *in vivo* для диагностики и оценки результатов реминерализующей терапии, однако его данные следует интерпретировать с учетом визуального осмотра и клинических симптомов, поскольку снижение показателей флуоресценции не всегда однозначно отражает улучшение минерализации эмали [15].

**4. Рамановская спектроскопия** анализирует спектры рассеянного света, взаимодействующего с тканями зуба, и позволяет оценить минеральный состав эмали [16]. Преимущества:

- точность сведений о минеральном составе эмали и ее изменениях;
- высокая специфичность и чувствительность к различным стадиям деминерализации.

Рамановская спектроскопия используется для исследования степени минеральных нарушений и оценки эффективности реминерализующей терапии.

**5. Микрокомпьютерная томография (микро-КТ)** позволяет создать трехмерное изображение структуры зуба с высокой точностью, используя рентгеновское излучение на микроуровне [17]. Преимущества:

- выявляет мельчайшие изменения в структуре эмали и дентина;
- позволяет проводить количественный анализ объема пораженных тканей.

Хотя микро-КТ больше используется в научных исследованиях, он дает дополнительные данные о механизмах формирования гипоминерализации.

**6. Терагерцовая спектроскопия** использует терагерцовое излучение для анализа структуры тканей

Таблица 2. Сравнительная таблица современных методов визуализации

Table 2. Comparative table of modern imaging methods

Метод	Основное применение	Преимущества	Ограничения
ОКТ	Ранняя диагностика РЕВ, микроструктуры эмали	Высокое разрешение, без облучения	Высокая стоимость оборудования
Лазерная флуоресценция (DIAGNOdent)	Количественная оценка деминерализации	Простота, неинвазивность	Зависимость от клинических условий
Фотолюминесценция (QLF)	Оценка площади и глубины поражений	Эстетическая диагностика, мониторинг	Ограниченная доступность
Рамановская спектроскопия	Минеральный состав эмали	Точность	Техническая сложность
Микро-КТ	Научные исследования, 3D-анализ	Детальность, количественный анализ	Высокая доза облучения
Терагерцовая спектроскопия	Ранняя диагностика	Безопасность, высокая чувствительность	На стадии разработки



зуба. Этот метод особенно чувствителен к изменениям минеральной плотности [18]. Преимущества:

- неинвазивность и отсутствие облучения;
- позволяет выявлять различия между здоровой эмалью и участками гипоминерализации.

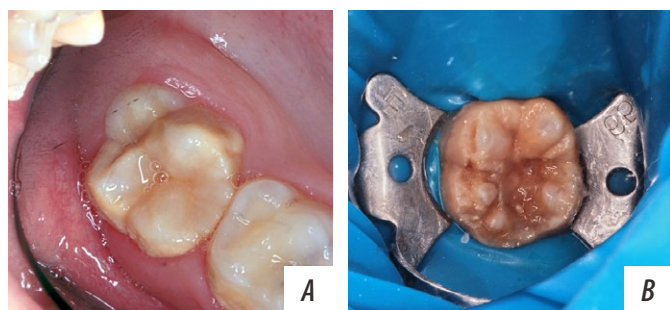


Рис. 2. Примеры МРГ: А — легкая форма, В — тяжелая форма  
Fig. 2. Examples of an MPE: A — mild form, B — severe form

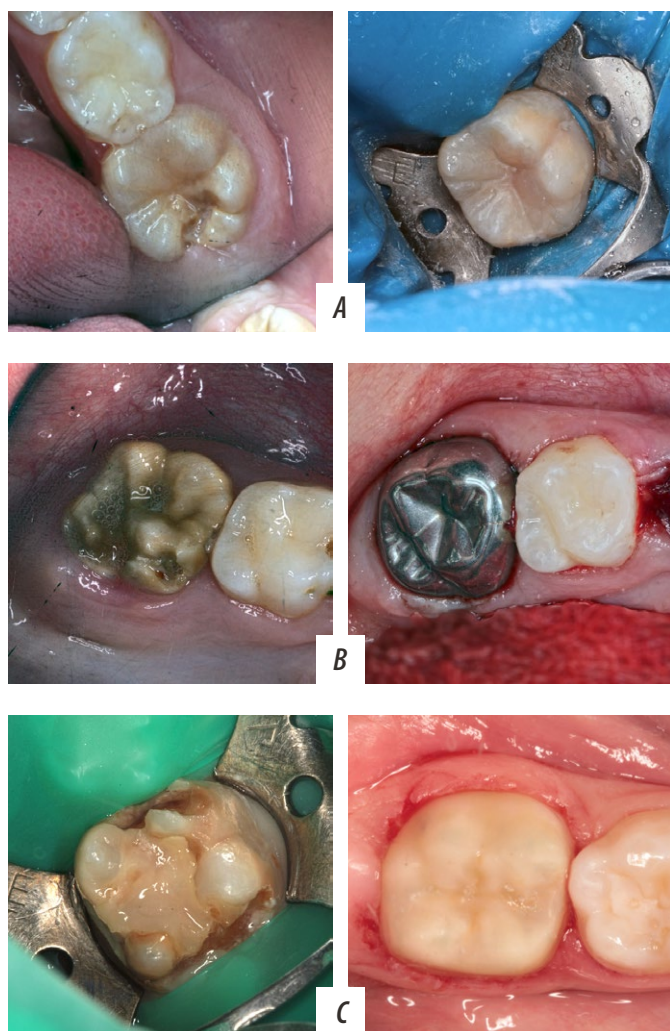


Рис. 3. Примеры реставрации МРГ, осложненной кариесом дентина: А — восстановление композитным цементом, В — восстановление стандартной металлической коронкой, С — восстановление индивидуальной композитной коронкой. Фотографии слева — исходная ситуация, справа — после реставрации  
Fig. 3. Examples of the restoration of MPE complicated by dentin caries: A — restoration with composite cement, B — restoration with a standard stainless steel crown, C — restoration with a customized composite crown. Photos on the left show the initial condition, photos on the right show the post-restoration outcome

Применение терагерцовой спектроскопии находится на стадии клинического тестирования, но уже демонстрирует перспективы для диагностики ранних форм МРГ.

### Перспективы использования современных методов

Интеграция современных методов визуализации, таких как ОКТ и QLF, в клиническую практику может существенно повысить точность диагностики МРГ и усовершенствовать протоколы реминерализующей терапии, особенно в сложных случаях или на ранних стадиях развития заболевания. Однако внедрение этих технологий в рутинную практику ограничено их высокой стоимостью и необходимостью в специализированном оборудовании и обучении.

## 4. КЛИНИЧЕСКИЕ ПРОЯВЛЕНИЯ

МРГ проявляется следующими основными признаками:

- четко ограниченные зоны помутнения эмали белого, желтого или коричневого цвета (рис. 2);
- постэруптивное разрушение зубов, особенно в области первых постоянных моляров;
- повышенная чувствительность, затрудняющая уход за полостью рта.

Клиническая тяжесть МРГ может варьироваться от легкой формы, характеризующейся зонами помутнения эмали без разрушений, умеренной — характеризуется наличием зон разрушения эмали, до тяжелой, сопровождающейся обширным разрушением эмали и кариесом.

## 5. ПРОФИЛАКТИКА И ЛЕЧЕНИЕ

Комплексное управление МРГ включает профилактические и реминерализующие стратегии, симптоматическую терапию, реставрационные методы и возможное удаление зубов при тяжелых поражениях.

### Профилактика

Профилактика заключается в использовании фторидов, СРР-АСР (казеиновый фосфопептид — аморфный фосфат кальция) и герметиков. Применение реминерализующих агентов, таких как СРР-АСР, помогает восстановить минеральный состав эмали [19]. Использование фторсодержащих препаратов (гелей, паст, лаков) снижает риск кариеса и повышает устойчивость эмали.

Для снижения гиперчувствительности зубов используются препараты с L-аргинином, цитратом калия, хлоридом стронция или фторидом олова.

### Реставрационные методы

Для умеренных дефектов применяют стеклоиономерные цементы или композитные материалы для восстановления структуры зубов [2, 20, 21]. При тяжелых повреждениях предпочтительны коронки из нержавеющей стали, композита или керамики, обеспечивающие защиту зуба и долгосрочную стабильность (рис. 3) [5, 8, 22, 23].



### Хирургическое лечение

Удаление пораженных моляров в возрасте 8—10 лет позволяет оптимизировать ортодонтическое лечение за счет закрытия пространства соседними зубами в связи с корпусным перемещением вторых моляров на место первых [5, 8, 24].

### Эстетические процедуры

Для резцов с заметными зонами помутнения эмали используются методы отбеливания, микроабразии или покрытие композитными винирами для восстановления эстетики [2, 25, 26].

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Несмотря на активное изучение молярно-резцовой гипоминерализации за последние два десятилетия, остаются значительные пробелы в понимании ее природы, диагностики и лечения.

Исследования показывают значительные различия в уровне распространенности МРГ в различных регионах, что, вероятно, связано с:

- различием в диагностических подходах, особенно между развитыми и развивающимися странами;
- недостатком стандартизированных диагностических критериев. Хотя рекомендации EAPD остаются основным стандартом, они не всегда соблюдаются, особенно в странах с ограниченными ресурсами;
- недостаточной репрезентативностью возрастных групп. Большинство исследований сосредоточено на детях младшего школьного возраста, тогда как влияние МРГ на подростков и взрослых остается малоизученным.

МРГ является результатом комплексного взаимодействия генетических, системных и экологических факторов, однако точные механизмы воздействия пре- и постнатальных факторов на амелобласты в период минерализации эмали до сих пор неясны. Также неоднозначны данные о роли антибиотиков, таких как амоксициллин. Некоторые исследования показывают связь между их применением и повышением риска МРГ, тогда как другие ее опровергают. Вопрос о значении экологических факторов (например, бисфенола А) нуждается в дальнейших проспективных исследованиях.

Современные методы визуализации, такие как ОКТ, лазерная флуоресценция и QLF, демонстрируют высокий потенциал для улучшения диагностики МРГ. Тем не менее их доступность остается ограниченной из-за высокой стоимости оборудования и недостаточной распространенности технологий в клинической практике. Разработка методов количественной оценки дефектов на основе данных визуализации требует стандартизации.

Современные рекомендации подчеркивают важность индивидуального подхода к лечению в зависимости от тяжести МРГ, однако отсутствуют долгосрочные клинические исследования, подтверждающие эффективность различных методов лечения, включая применение СРР-АСР, видов реставрационных материалов. Остается дискуссионным вопрос о сохранении сильно пораженных моляров и оптимальном возрасте их удаления. Профилактические меры требуют адаптации в зависимости от региональных особенностей, таких как качество воды и питания.

Современные методы визуализации и новые материалы для реставрации зубов открывают перспективы для улучшения диагностики и лечения МРГ. Например, ОКТ и QLF могут обеспечить не только диагностику, но и мониторинг прогрессирования дефектов. Использование ортопедических реставраций, может улучшить долговечность и прогноз в случае тяжелой степени поражения. Использование оптики (дентального микроскопа) для проведения реставраций может улучшить качество и долговечность реставраций. Регулярное проведение офисных профилактической гигиены полости рта с применением неабразивных материалов может улучшить динамику течения.

Тем не менее для интеграции этих технологий требуется обучение специалистов и финансовые инвестиции в оборудование.

### ВЫВОДЫ

Молярно-резцовая гипоминерализация — это сложное мультифакторное состояние, распространенность которого варьирует от 2,3 до 40,7%, в зависимости от региона и методологии диагностики. Наиболее вероятными факторами риска являются пре- и постнатальные системные нарушения, экологические воздействия и генетическая предрасположенность (табл. 3).

Таблица 3. Факторы риска развития молярно-резцовой гипоминерализации

Table 3. Risk Factors for the development of Molar-Incisor Hypomineralization

Категория	Конкретные факторы	Комментарии
Пренатальные	Инфекции у матери (грипп, цитомегаловирус), гипоксия плода, токсикозы	Негативное воздействие на амелобласты в критические периоды их активности
Перинатальные	Асфиксия при рождении, недоношенность, низкая масса тела	Связано с нарушениями процесса формирования эмали
Постнатальные	Частые инфекции (ОРВИ, пневмония), высокая температура, прием антибиотиков (амоксициллин)	Сложности в подтверждении связи из-за противоречивости данных
Экологические	Воздействие токсинов (бисфенол А), загрязнение воздуха, дефицит витамина D	Экологические факторы играют важную роль, особенно в регионах с высоким уровнем загрязнения
Генетические	Мутации в генах, связанных с амелогенезом (AMELX, ENAM, MMP20)	Генетическая предрасположенность подтверждена, но требует дальнейших исследований

Современные методы визуализации, такие как ОКТ, QLF и лазерная флуоресценция, играют ключевую роль в улучшении диагностики и мониторинга состояния (табл. 4).

Практические рекомендации для клиницистов (табл. 5):

- 1. **Использовать стандартизированные критерии диагностики, рекомендованные EAPD, для повышения точности диагностики.**
- 2. **Применять комбинированные профилактические меры, включая фторидные препараты и CPP-ACP, для снижения риска кариеса и сохранения пораженных зубов. Рассматривать возможность раннего удаления сильно пораженных моляров в возрасте 8—10 лет для оптимального закрытия пространства соседними зубами.**
- 3. **Использовать оптику при реставрации зубов с МРГ для более детальной диагностики измененных тканей зуба и точного препарирования с последующим восстановлением.**

Таблица 4. Диагностические методы МРГ  
Table 4. Diagnostic Methods for MIH

Метод	Применение	Преимущества	Ограничения
Клинический осмотр	Осмотр первых моляров и резцов, выявление зон помутнения эмали	Простота и доступность	Субъективность, зависимость от опыта врача
Рентгенография	Оценка постэруптивного разрушения, глубины поражения	Помогает выявить скрытые поражения	Неинформативна для ранней диагностики
Лазерная флуоресценция (DIAGNOdent)	Количественная оценка деминерализации	Простота, высокая чувствительность	Зависимость от клинических условий
Оптическая когерентная томография (ОКТ)	Визуализация микроструктуры эмали	Высокое разрешение, отсутствие облучения	Высокая стоимость оборудования
Фотолюминесценция (QLF)	Количественная оценка поражений, мониторинг изменений	Наглядность, подходит для эстетической диагностики	Ограниченная доступность
Конусно-лучевая компьютерная томография (КЛКТ)	Трехмерное изображение структуры зуба	Высокая точность	Высокая доза облучения, дорогостоящее оборудование

Таблица 5. Современные методы лечения МРГ  
Table 5. Modern Treatment Methods for MIH

Метод	Показания	Описание	Преимущества	Ограничения
Профилактика	Легкие формы, риск развития кариеса	Использование фторидов, CPP-ACP	Простота, подходит для всех возрастов	Требует регулярного контроля
Реставрация	Средние и тяжелые поражения	Композитные материалы, СИЦ	Эффективное восстановление эстетики	Необходима техника врача и контроль реставрации
Коронки (металлические, композитные или керамические)	Тяжелые поражения, постэруптивное разрушение	Установка долгосрочной защиты	Долговечность, защита зуба	Дорогостоящее лечение, специализированная помощь
Экстракция зубов	Первые постоянные моляры с плохим прогнозом	Удаление зуба с последующим ортодонтическим лечением	Оптимизация окклюзии, устранение боли	Требует ортодонтического планирования
Эстетическое лечение резцов	Эстетические дефекты резцов	Отбеливание, микроабразия, композитная реставрация/виниры	Улучшение эстетики	Зависимость от степени поражения, требует ухода

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES:

1. Weerheijm K.L., Jälevik B., Alaluusua S. Molar-incisor hypomineralisation. — *Caries Res.* — 2001; 35 (5): 390—1. PMID: 11641576  
2. Сатыго Е.А., Силин А.В. Поражения зубов некариозного происхождения, возникающие до прорезывания зубов. — СПб:

- 4. **Современные технологии с применением денальных сканеров, CAD/CAM-технологий позволяет в максимально короткие сроки произвести восстановление зубов со значительным поражением твердых тканей.**
- 5. **Неинвазивные методики по коррекции цвета, такие как микроабразия в сочетании с отбеливанием, позволяют улучшить эстетику зубов в зоне улыбки.**

Перспективы исследований:

- **Необходимы долгосрочные когортные исследования для оценки влияния различных этиологических факторов на развитие МРГ.**
- **Перспективным направлением является разработка доступных диагностических технологий и реставрационных материалов с улучшенными свойствами.**
- **Следует расширить исследования по влиянию МРГ на качество жизни пациентов и психосоциальные аспекты.**

Поступила/Received: 02.03.2025  
Принята в печать/Accepted: 11.07.2025

Эко-Вектор Ай-Пи, 2023. — 55 с.  
[Satygo E.A., Silin A.V. Dental lesions of non-cariou origin that occur before teething. — Saint-Petersburg: Eco-Vector IP, 2023. — 55 p. (In Russian)]. eLibrary ID: 53832076

3. Al-Nerabieah Z., AlKhouli M., Dashash M. Navigating the complexities of molar incisor hypomineralization: Challenges and strategies in pediatric dentistry. — *Int J Dent.* — 2025; 2025: 9329492. [PMID: 39811496](#)
4. Трошанина А.А. Современные аспекты этиологии и патогенеза молярно-резцовый гипоминерализации. — *Dental Forum.* — 2023; 4 (91): 71—72.  
[Troshanina A.A. Modern aspects of etiology and pathogenesis of molar-incisor hypomineralization. — *Dental Forum.* — 2023; 4 (91): 71—72 (In Russian)]. [eLibrary ID: 57880649](#)
5. American Academy of Pediatric Dentistry. Molar-incisor hypomineralization. — In: The reference manual of pediatric dentistry. — Chicago, 2024. — Pp. 444—451. <https://tinyurl.com/aapdmih>
6. Sluka B., Held U., Wegehaupt F., Neuhaus K.W., Attin T., Sahrmann P. Is there a rise of prevalence for molar incisor hypomineralization? A meta-analysis of published data. — *BMC Oral Health.* — 2024; 24 (1): 127. [PMID: 38273324](#)
7. Kühnisch J., Fresen K.F. Prevalence of enamel hypomineralisation/ molar incisor hypomineralisation: A scoping review. — *Monogr Oral Sci.* — 2024; 32: 100—116. [PMID: 39321770](#)
8. Lygidakis N.A., et al. Best clinical practice guidance for clinicians dealing with children presenting with molar-incisor-hypomineralisation (MIH): an updated European Academy of Paediatric Dentistry policy document. — *Eur Arch Paediatr Dent.* — 2022; 23 (1): 3—21. [PMID: 34669177](#)
9. Ткаченко Т.Б., Савушкина Н.А., Карпова Л.С. Приобретенные пороки развития твердых тканей зубов: молярно-резцовая гипоминерализация эмали (обзор литературы). — *Ученые записки СПбГМУ им. акад. И.П. Павлова.* — 2019; 4: 18—22.  
[Tkachenko T.B., Savushkina N.A., Karpova L.S. Acquired malformations of hard dental tissue: Molar-incisor-hypomineralisation (review of literature). — *The Scientific Notes of the Pavlov University.* — 2019; 4: 18—22 (In Russian)]. [eLibrary ID: 42564992](#)
10. Garg N., Jain A.K., Saha S., Singh J. Essentiality of early diagnosis of molar incisor hypomineralization in children and review of its clinical presentation, etiology and management. — *Int J Clin Pediatr Dent.* — 2012; 5 (3): 190—6. [PMID: 25206166](#)
11. Mazur M., Corridore D., Ndokaj A., Ardan R., Vozza I., Babajko S., Jedeon K. MIH and dental caries in children: A systematic review and meta-analysis. — *Healthcare (Basel).* — 2023; 11 (12): 1795. [PMID: 37372913](#)
12. Ипполитов Ю.А., Гавриш А.В., Ростовцев В.В., Махмуди А.А., Грушенкова О.А. Дифференциальная диагностика первичной потери минерального компонента эмали зуба с использованием конусно-лучевой компьютерной томографии. — *Прикладные информационные аспекты медицины.* — 2020; 2: 36—42.  
[Ippolitov Yu.A., Gavrish A.V., Rostovtsev V.V., Mahmoudi A.A., Glushenkova O.A. Differential diagnosis of primary the loss of the mineral component of tooth enamel using a cone-beam computer tomography. — *Applied and IT Research in Medicine.* — 2020; 2: 36—42 (In Russian)]. [eLibrary ID: 43844620](#)
13. de Oliveira M.L.R., et al. Optical coherence tomography and gray scale digital analysis as noninvasive techniques for evaluating molar-incisor hypomineralization severity: A comparative study with microcomputed tomography. — *Microsc Res Tech.* — 2024; 87 (8): 1810—1821. [PMID: 38530150](#)
14. Bahrololoomi Z., Musavi S.A., Kabudan M. In vitro evaluation of the efficacy of laser fluorescence (DIAGNOdent) to detect demineralization and remineralization of smooth enamel lesions. — *J Conserv Dent.* — 2013; 16 (4): 362—6. [PMID: 23956542](#)
15. Cavalcante B.G.N., Mlinkó É., Szabó B., Teutsch B., Hegyi P., Vág J., Németh O., Gerber G., Varga G. Non-Invasive strategies for remineralization and hypersensitivity management in molar-incisor hypomineralization — A systematic review and meta-analysis. — *J Clin Med.* — 2024; 13 (23): 7154. [PMID: 39685613](#)
16. Fraser S.J., Natarajan A.K., Clark A.S.S., Drummond B.K., Gordon K.C. A Raman spectroscopic study of teeth affected with molar—incisor hypomineralisation. — *Journal of Raman Spectroscopy.* — 2015; 46 (2): 202—210. [DOI: 10.1002/jrs.4635](#)
17. Erpaçal B., Adigüzel Ö., Cangül S. The use of micro-computed tomography in dental applications. — *International Dental Research.* — 2019; 9 (2): 78—91. [DOI: 10.5577/intdentres.2019.vol9.no2.7](#)
18. Da Silva C.P., Costa R.T.F., Pereira A.C.M.V., Gomes J.M.L., Gomes A.S.L., Moraes S.L.D., Lopes D.S. Applicability of terahertz spectroscopy in dentistry: a scoping review. — *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol.* — 2024; 138 (5): 666—672. [PMID: 39129073](#)
19. Сорокина А.А., Гаврилова О.А., Корнилова В.В. Современные тенденции в профилактике молярно-резцовый гипоминерализации. — *Вестник Волгоградского государственного медицинского университета.* — 2024; 3: 138—141.  
[Sorokina A.A., Gavrilova O.A., Kornilova V.V. Current trends in the prevention of molar-incisal hypomineralisation. — *Vestnik VSMU.* — 2024; 3: 138—141 (In Russian)]. [eLibrary ID: 72592227](#)
20. Inchingolo A.M., Inchingolo A.D., Viapiano F., Ciocia A.M., Ferrara I., Netti A., Dipalma G., Palermo A., Inchingolo F. Treatment approaches to molar incisor hypomineralization: A systematic review. — *J Clin Med.* — 2023; 12 (22): 7194. [PMID: 38002806](#)
21. Weber K.R., Wierichs R.J., Meyer-Lueckel H., Flury S. Restoration of teeth affected by molar-incisor hypomineralisation: a systematic review. — *Swiss Dent J.* — 2021; 131 (12): 988—997. [PMID: 33764037](#)
22. Громова С.Н., Разумный В.А., Колеватых Е.П., Коледаева Е.В., Еликов А.В. Стоматологическое лечение пациентов с несовершенным энамелогенезом на примере клинических случаев. — *Стоматология детского возраста и профилактика.* — 2018; 4 (67): 28—35.  
[Gromova S.N., Razumny V.A., Kolevatykh E.P., Koledaeva E.V., Elikov A.V. Dental treatment of patients with amelogenesis imperfecta exemplified by clinical cases. — *Pediatric Dentistry and Profilaxis.* — 2018; 4 (67): 28—35 (In Russian)]. [eLibrary ID: 37027388](#)
23. Бонифацио К., Хессе Д. Гипоминерализованные молочные вторые моляры (HSPM) и молярно-резцовая гипоминерализация (MIH): лечение с применением готовых металлических коронок. — *Стоматология детского возраста и профилактика.* — 2018; 1 (64): 47—51.  
[Bonifacio C., Hesse D. Managing severe hypomineralised second primary molars (HSPM) and molar incisor hypomineralisation (MIH) with preformed metal crowns. — *Pediatric Dentistry and Profilaxis.* — 2018; 1 (64): 47—51 (In Russian)]. [eLibrary ID: 35001305](#)
24. Humphreys J., Albadri S. Management of molar incisor hypomineralisation (MIH): A 1-year retrospective study in a Specialist Secondary Care Centre in the UK. — *Children (Basel).* — 2020; 7 (12): 252. [PMID: 33255293](#)
25. Nazlı Z.K., Pinar Y.A., Elif A., Dilek T. Minimal invasive treatment of MIH: Microabrasion-remineralization-bleaching-resin infiltration case report. — *International Dental Journal.* — 2024; 74 (Suppl. 1): S298—S299. [DOI: 10.1016/j.identj.2024.07.284](#)
26. Sezer B., Çarıkçıoğlu B. Treatment strategies for incisors of children affected by molar incisor hypomineralization: A narrative review. — *Oral.* — 2024; 1: 74—89. [DOI: 10.3390/oral4010007](#)



DOI: 10.37988/1811-153X\_2025\_3\_30

[М.А. Постников](#)<sup>1</sup>,д.м.н., профессор, зав. кафедрой  
терапевтической стоматологии[Н.В. Самойлова](#)<sup>2</sup>,

к.м.н., доцент кафедры ортодонтии

[М.М. Алёкина](#)<sup>3</sup>,врач-ортодонт центра восстановительного  
лечения детей[З.Х. Якубова](#)<sup>4</sup>,к.м.н., доцент кафедры стоматологии  
детского возраста и ортодонтии<sup>1</sup> СамГМУ, 443001, Самара, Россия<sup>2</sup> РМАНПО, 125993, Москва, Россия<sup>3</sup> Детская городская клиническая  
больница им. З.А. Башляевой,  
125373, Москва, Россия<sup>4</sup> Таджикский государственный  
медицинский университет,  
734064, Душанбе, Таджикистан

## Анализ распространенности инфантильного типа глотания и его взаимосвязи с морфологией зубочелюстной системы у детей в период смены зубов (обзор литературы)

**Аннотация. Цель** — изучить распространенность инфантильного типа глотания у детей и подростков школьного возраста и определить его влияние на формирование и выраженность аномалий окклюзии у детей в период смены зубов. Был проведен анализ специальной литературы последних лет по заданной тематике в поисковых базах ResearchGate, Semantic Scholar, PubMed и eLibrary. В Российской Федерации и за рубежом на протяжении последнего десятилетия не наблюдается тенденции к снижению миофункциональных нарушений у детей в возрастном периоде смены зубов, что приводит к неуклонному количественному росту и усугублению выраженности зубочелюстных аномалий в сагиттальной, трансверсальной и вертикальной плоскостях у растущих пациентов. Однако вопрос о том, приводит ли дисфункция языка к аномалиям окклюзии, либо, напротив, язык адаптируется к локальным изменениям в полости рта остается открытым. **Заключение.** Отсутствие снижения уровня распространенности функциональных нарушений зубочелюстной системы у детей диктует необходимость разработки протокола мультидисциплинарного взаимодействия смежных специалистов с целью предотвращения возникновения, формирования и усугубления аномалий окклюзии у растущих пациентов.

**Ключевые слова:** инфантильный тип глотания, зубочелюстные аномалии, ортодонтия, функциональные нарушения, распространенность

### ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ:

Постников М.А., Самойлова Н.В., Алёкина М.М., Якубова З.Х. Анализ распространенности инфантильного типа глотания и его взаимосвязи с морфологией зубочелюстной системы у детей в период смены зубов (обзор литературы). — *Клиническая стоматология*. — 2025; 28 (3): 30—35.  
DOI: 10.37988/1811-153X\_2025\_3\_30

[M.A. Postnikov](#)<sup>1</sup>,Doctor of Science in Medicine, full professor  
of the Therapeutic dentistry Department[N.V. Samoylova](#)<sup>2</sup>,PhD in Medical Sciences, associate professor  
of the Orthodontics Department[M.M. Alekina](#)<sup>3</sup>,orthodontist at the children's rehabilitation  
treatment center[Z.H. Yakubova](#)<sup>4</sup>,PhD in Medical Sciences, Associate professor  
of the Department of Pediatric Dentistry and  
Orthodontics

## Analysis of the prevalence the infantile type of swallowing and its correlation with dental morphology in children with mixed dentition (literature review)

**Annotation. The aim** was to investigate the prevalence of the infantile type of swallowing in a school age children and adolescents, and its influence to formation and structure of malocclusions in mixed dentition. The analysis of the Russian and foreign sources on the given subject published during the recent years in the following bases: Researchgate, Semantic scholar, PubMed and eLibrary was conducted. In the Russian Federation and abroad, over the past decade, there has been no the tendency to decrease of the orofacial myofunctional disorders in children with mixed dentition, which leads to increase and changing in the expressiveness of malocclusions at sagittal, transverse and vertical planes in growing patients. However, the question remains open, if the tongue dysfunction would lead to malocclusions or, the opposite, it adapts to local changes in oral cavity. **Conclusion.** The lack of a decrease the prevalence of functional disorders in children's dentofacial system provides a reason for creating a multidisciplinary protocol for the orthodontists and related specialists with the purpose to prevent development of the malocclusions and changing in their structure in growing patients.

**Key words:** infantile swallowing, malocclusion, orthodontics, functional disorders, prevalence

<sup>1</sup> Samara State Medical University,  
443001, Samara, Russia<sup>2</sup> Russian Medical Academy  
of Continuous Professional Education,  
125993, Moscow, Russia<sup>3</sup> Pediatric municipal clinical hospital,  
125373, Moscow, Russia<sup>4</sup> Avicenna Tajik State Medical University,  
734064, Dushanbe, Tajikistan

## FOR CITATION:

Postnikov M.A., Samoylova N.V., Alekina M.M., Yakubova Z.H. Analysis of the prevalence the infantile type of swallowing and its correlation with dental morphology in children with mixed dentition (literature review). *Clinical Dentistry (Russia)*. 2025; 28 (3): 30—35 (In Russian). DOI: 10.37988/1811-153X\_2025\_3\_30

## ВВЕДЕНИЕ

Согласно данным отечественных и зарубежных научных исследований, в настоящее время отмечается высокая распространенность зубочелюстных аномалий (ЗЧА) у детей в период смены зубов, которая достигает 80,6—81,3% [1, 2]. Этот факт свидетельствует об актуальности проблемы для стоматологии в общем и ортодонтии в частности. При этом авторы отмечают, что аномалии окклюзии в указанном возрастном периоде часто обусловлены функциональными нарушениями в зубочелюстной системе [3, 4]. Вместе с тем более 70% всех ЗЧА у детей школьного возраста имеют сочетанный характер [5], что приводит к увеличению степени трудности лечения такой патологии и возникновению рецидивов [6].

Различные аспекты проблемы нарушений функции языка освещены в многочисленных трудах начиная с 1969 г., когда W.J. Tulley впервые ввел термин «инфантильное глотание» [7]. В специальной литературе для обозначения такой патологии также можно встретить термины: висцеральное глотание, реверсивное глотание, детские дисфагии и др.

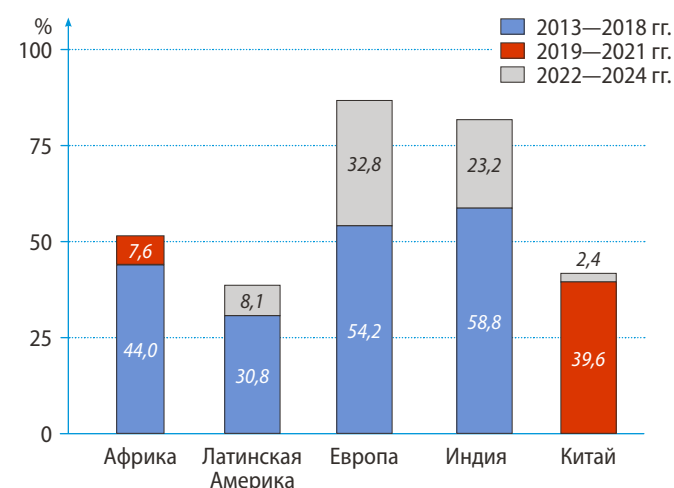
Связь между морфологией и функцией зубочелюстной системы оценивали многие исследователи. Ряд авторов высказали предположение, что размер, функция и положение языка могут оказывать определенное влияние на окружающую среду полости рта [8—11]. Однако другие исследователи полагают, что нарушение функции глотания следует считать результатом, а не причиной изменений в зубочелюстной системе, так как при наличии, например, перекрестной или вертикальной резцовой дизокклюзии отсутствует замкнутость пространства во фронтальном или боковых сегментах зубных рядов. В таких случаях, по мнению W.R. Proffit (2018), пациенты прокладывают язык между передними зубами с целью создания функции переднего клапана для предотвращения вытекания пищи или жидкостей [12]. Данное утверждение не всегда верно, так как инфантильный тип глотания (ИТГ) может наблюдаться и у детей с нормальной окклюзией. Некоторые исследования свидетельствуют о том, что 74% детей при окклюзии по I или III классу Энгля имеют инфантильное глотание [13]. Такой тип глотания является физиологическим для детей от рождения до 2—3 лет [14]. В этот возрастной период происходит созревание двигательной активности пирамидной системы, которая отвечает за поддержку сложных координационных движений языка и его положение в точке покоя [15]. При сохранении в раннем детском возрасте ИТГ вследствие наличия вредных привычек, нарушения носового дыхания, генетической предрасположенности, макроглоссии и т.д. происходит нарушение миодинамического равновесия мышц околоушной области [16].

**Цель исследования** — изучить распространенность ИТГ и определить его влияние на формирование и выраженность аномалий окклюзии у детей в возрастном периоде смены зубов.

Был проведен анализ отечественных и зарубежных источников последних лет, посвященных распространенности ИТГ и его влияния на формирование аномалий зубочелюстной системы у детей в возрастном периоде смены зубов. Поиск публикаций проводился на основании установленных критериев PRISMA в поисковых базах ResearchGate, Semantic Scholar, PubMed и eLibrary.

## РАСПРОСТРАНЕННОСТЬ ИНФАНТИЛЬНОГО ТИПА ГЛОТАНИЯ

Зарубежные авторы отмечают значительную вариативность и отсутствие тенденции к снижению частоты встречаемости ИТГ у детей в возрастном периоде смены зубов [17—26] (см. рисунок). В различных субъектах Российской Федерации нарушение функции глотания среди детского населения колеблется в пределах от 31,4 до 34,4% [27, 28].



Частота встречаемости нарушений функции языка у детей в период смены зубов с 2013 по 2024 г.

Frequency of tongue functional disorders in children with mixed dentition from 2013 to 2024

## ВЛИЯНИЕ ДИСФУНКЦИИ ЯЗЫКА НА МОРФОЛОГИЮ ЗУБОЧЕЛЮСТНОЙ СИСТЕМЫ

Отечественные авторы определяют нарушение типа глотания, заболевания органов дыхания, расстройства речи и другие функциональные нарушения как этиопатогенетические факторы формирования морфологических отклонений зубочелюстной системы [29—32].

По данным М.А. Даниловой и соавт. (2023), вредные привычки, такие как сосание пальца, ротовое дыхание,

отсутствие нормального смыкания губ, инфантильное глотание, способствуют нарушению миодинамического равновесия мышц челюстно-лицевой области и физиологического формирования всего зубочелюстного аппарата, особенно в процессе роста и развития ребенка. Сохранение ИТГ увеличивает риск возникновения у детей в раннем периоде смены зубов вертикальной резцовой дизокклюзии в 7,9 раза, дистальной окклюзии в 4 раза, глубокой резцовой окклюзии/дизокклюзии в 2,7 раза [33].

О.И. Арсенина и соавт. (2020) отмечают отрицательное влияние дисфункции языка на развитие окружающих его как костных, так и мягкотканых структур. Нарушения артикуляции языка могут приводить к формированию анатомо-функциональных нарушений зубочелюстного комплекса, которые наиболее часто выражаются сужением зубоальвеолярной дуги верхней челюсти и не заполнением купола неба языком, формированием дистальной окклюзии, сагиттальной резцовой окклюзий и вертикальной резцовой дизокклюзией [34].

Ю.А. Гроева и соавт. (2024) определяют язык как один из важнейших факторов, влияющих на развитие патологии в челюстно-лицевой области (ЧЛО). Его форма, положение и функции в полости рта определяют развитие всей ЧЛО у растущих пациентов и влияют на тактику лечебных мероприятий по коррекции взаимосвязанных ЗЧА окклюзии [35].

Такой же точки зрения придерживаются М.Б. Васильева и соавт. (2023). По их мнению, дисфункция языка приводит к изменению его положения в покое и нарушению параметров общей ширины верхней челюсти, что влияет на общее состояние пациента и формирует нарушение функций дыхания, жевания и речи вследствие дефицита места для языка. Нарушение жизненно важных функций у растущих пациентов способствует ухудшению общего состояния скелетно-мышечного комплекса осанки и стоп, и, как следствие, приводит к дисфункциям висцеральных органов и психосоматическим расстройствам [36].

С точки зрения М.А. Постникова и соавт. (2024), соматические дисфункции имеют непосредственное отношение к анатомическим образованиям, формирующим окклюзию растущих пациентов [37]. Учитывая, что функция глотания оказывает прямое воздействие на поструральную систему, а язык является первой структурой, стимулирующей поструральные цепи [38], его дисфункция способна приводить к изменению динамического равновесия и мышечному дисбалансу в челюстно-лицевой системе у детей. Сохраняющийся мышечный дисбаланс обуславливает возникновение морфологических изменений в ЧЛО, и при отсутствии его коррекции нарастает степень выраженности патологии окклюзии, происходят изменения во всей поструральной системе растущего организма [39, 40].

Т.В. Климова и соавт. (2017) определили, что правильное глотание зависит от стабильного положения нижней челюсти. У детей с нарушением функции глотания происходит увеличение показателей активности надподъязычных мышц в 2,5 раза. Это приводит к нарастанию мышечного дисбаланса и как следствие,

к дискоординации движений нижней челюсти и формированию перекрестной окклюзии у детей. Нарушение движений нижней челюсти является одним из наиболее частых симптомов мышечно-суставной дисфункции и отмечается у 100% растущих пациентов с функциональными нарушениями [41].

Однако, клинические исследования Т. Jalaly (2009) не выявили статистически значимых различий в морфологии зубочелюстной системы при дисфункции языка. В группе пациентов с нарушением функции глотания и контрольной группах изучались перекрытие во фронтальном отделе зубных рядов, положение резцов и их наклон на основании анализа 193 телерентгенограмм детей в возрасте от 9 до 12 лет. По мнению авторов, следует учитывать различия в продолжительности, интенсивности или частоте глотательных движений у растущих пациентов, что и могло привести к данным результатам [42].

Все же, большая часть зарубежных исследователей сходятся во мнении, что нарушение функции глотания и положение языка на дне полости рта в покое являются определяющими факторами в формировании аномалий окклюзии, а не их следствием [43–45].

L. Borsa и соавт. (2023) провели комплексное исследование взаимосвязи между нарушениями функций зубочелюстной системы и формирующихся в их результате аномалиями окклюзии у 359 школьников Франции в возрасте 9–11 лет. Изучались факторы риска, связанные с формированием ЗЧА у растущих пациентов. У 88% детей обоего пола наблюдали патологию окклюзии. При оценке функций зубочелюстно-лицевой области выявлено нарушение глотания — 87% и дыхания — 42,7%. Наличие ЗЧА статистически гарантировано было взаимосвязано с положением языка на дне полости рта в покое ( $p < 0,001$ ), нарушением глотания ( $p = 0,03$ ) и ротовым типом дыхания ( $p = 0,001$ ) [22].

При обследовании 3663 школьников в возрасте от 5 до 13 лет S. Jajoo и соавт. (2015) выявили тесные корреляционные взаимосвязи вредных привычек, ротового дыхания и нарушения функции глотания. По данным авторов нарушение функции языка встретилось у 58,8% обследуемых, ротовое дыхание — 6,3% случаев, вредные привычки (кусание, сосание губ и пальцев) — 2,9% [23].

Такой же точки зрения придерживаются F. Stahl и соавт. (2007). Они провели обширное исследование детских дисфагий. Авторы относили функцию нарушения глотания и прокладывания языка между зубами к динамическим дисфункциям и выявили высокий риск возникновения вертикальной резцовой дизокклюзии и перекрестного прикуса в боковых сегментах у детей в раннем сменном прикусе [46].

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Значительная распространенность нарушений функции глотания объясняется многообразием этиологических факторов этой патологии. Необходимость комплексного подхода к диагностике и лечению функционально обусловленных ЗЧА с применением междисциплинарных методов и схем реабилитации вызывают особый



научный и практический интерес. Проблема требует дальнейшего изучения и анализа с целью выявления причинно-следственных связей между нарушениями функции глотания, дыхания и речи с формированием и изменением степени выраженности аномалий окклюзии у детей в периоде роста и развития зубочелюстной системы. Решение этой проблемы будет способствовать

профилактике зубочелюстных аномалий окклюзии, совершенствованию стоматологической помощи и системы здравоохранения в целом.

Поступила/Received: 05.11.2024

Принята в печать/Accepted: 09.08.2025

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Гажва С.И., Краснокутская Н.С., Касумов Р.С. Эпидемиологические аспекты и клинические результаты ортодонтического лечения детей от 7 до 12 лет. — *Медико-фармацевтический журнал Пульс*. — 2021; 3: 66—73. [eLibrary ID: 45586790](#)
2. Арзуманян А.Г., Фомина А.В. Анализ распространенности и структуры зубочелюстных аномалий среди детей школьного возраста. — *Вестник новых медицинских технологий*. — 2019; 3: 5—8. [eLibrary ID: 40594283](#)
3. Уфимцева А.В., Кудрина К.О., Гегамян А.О., Сарап Л.Р. Оценка структуры зубочелюстных аномалий у детей, обратившихся за ортодонтической помощью. — *Институт стоматологии*. — 2019; 1 (82): 22—23. [eLibrary ID: 39154449](#)
4. Игнатьева Л.А., Хамитова Н.Х. Влияние миофункциональных нарушений челюстно-лицевой области на формирование патологии окклюзии у детей. — *Казанский медицинский журнал*. — 2019; 3: 422—425. [eLibrary ID: 37636570](#)
5. Багненко Н.М., Багненко А.С., Гребнев Г.А. Распространенность зубочелюстных аномалий у детей школьного возраста в Ленинградской области. — *Российская стоматология*. — 2015; 4: 57—70. [eLibrary ID: 25594586](#)
6. Севбитов А.В., Кузнецова М.Ю., Митин Н.Е., Калиновский С.И., Давидьянц А.А. Анализ результатов ортодонтического лечения у пациентов в различных возрастных группах с применением современных методик ретенции. — *Наука молодых (Eruditio Juvenium)*. — 2019; 2: 232—239. [eLibrary ID: 38201121](#)
7. Tulley W.J. A critical appraisal of tongue-thrusting. — *Am J Orthod*. — 1969; 55 (6): 640—50. [PMID: 4890737](#)
8. Alexander S., Sudha P. Genioglossus muscle electrical activity and associated arch dimensional changes in simple tongue thrust swallow pattern. — *J Clin Pediatr Dent*. — 1997; 21 (3): 213—22. [PMID: 9484130](#)
9. Hotokezaka H., Matsuo T., Nakagawa M., Mizuno A., Kobayashi K. Severe dental open bite malocclusion with tongue reduction after orthodontic treatment. — *Angle Orthod*. — 2001; 71 (3): 228—36. [PMID: 11407776](#)
10. Kravanja S.L., et al. Three-dimensional ultrasound evaluation of tongue posture and its impact on articulation disorders in preschool children with anterior open bite. — *Radiol Oncol*. — 2018; 52 (3): 250—256. [PMID: 30210041](#)
11. Volk J., et al. Three-dimensional ultrasound diagnostics of tongue posture in children with unilateral posterior crossbite. — *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. — 2010; 138 (5): 608—12. [PMID: 21055601](#)
12. Proffit W.R., Fields H., Larson B., Sarver D.M. Contemporary orthodontics. — Elsevier, 2018. — Pp. 130—131.
13. Bell D., Hale A. Observations of tongue-thrust swallow in preschool children. — *J Speech Hear Disord*. — 1963; 28: 195—7. [PMID: 13970456](#)
14. Фрей С. Нарушения глотания у детей. Междисциплинарный подход. — М: Теревинф. — 2023. — С. 39

#### REFERENCES:

1. Gazhva S.I., Krasnokutskaya N.S., Kasumov R.S. Epidemiological aspects and clinical results of orthodontic treatment of children from 7 to 12 years old. *Medical and pharmaceutical journal Pulse*. 2021; 3: 66—73 (In Russian). [eLibrary ID: 45586790](#)
2. Arzumanyan A.G., Fomina A.V. Analysis of prevalence and structure of dentoalveolar anomalies among schoolchildren. *Journal of New Medical Technologies*. 2019; 3: 5—8 (In Russian). [eLibrary ID: 40594283](#)
3. Ufimceva A.V., Kudrina K.O., Geghamyan A.O., Sarap L.R. Evaluation of the structure of dentition anomalies in children seeking orthodontic care. *The Dental Institute*. 2019; 1 (82): 22—23 (In Russian). [eLibrary ID: 39154449](#)
4. Ignateva L.A., Khamitova N.Kh. Impact of myofunctional disorders of the maxillofacial area on the formation of occlusion pathology in children. *Kazan Medical Journal*. 2019; 3: 422—425 (In Russian). [eLibrary ID: 37636570](#)
5. Bagnenko N.M., et al. The prevalence of the dento-maxillofacial abnormalities in the schoolchildren in Leningrad region. *Russian Stomatology*. 2015; 4: 57—70 (In Russian). [eLibrary ID: 25594586](#)
6. Sevbitov A.V., et al. Analysis of the results of orthodontic treatment of patients in different age groups using modern retention techniques. *Eruditio Juvenium*. 2019; 2: 232—239 (In Russian). [eLibrary ID: 38201121](#)
7. Tulley W.J. A critical appraisal of tongue-thrusting. *Am J Orthod*. 1969; 55 (6): 640—50. [PMID: 4890737](#)
8. Alexander S., Sudha P. Genioglossus muscle electrical activity and associated arch dimensional changes in simple tongue thrust swallow pattern. *J Clin Pediatr Dent*. 1997; 21 (3): 213—22. [PMID: 9484130](#)
9. Hotokezaka H., Matsuo T., Nakagawa M., Mizuno A., Kobayashi K. Severe dental open bite malocclusion with tongue reduction after orthodontic treatment. *Angle Orthod*. 2001; 71 (3): 228—36. [PMID: 11407776](#)
10. Kravanja S.L., Hocevar-Boltezar I., Music M.M., Jarc A., Verdenik I., Ovsenik M. Three-dimensional ultrasound evaluation of tongue posture and its impact on articulation disorders in preschool children with anterior open bite. *Radiol Oncol*. 2018; 52 (3): 250—256. [PMID: 30210041](#)
11. Volk J., Kadivec M., Mušič M.M., Ovsenik M. Three-dimensional ultrasound diagnostics of tongue posture in children with unilateral posterior crossbite. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2010; 138 (5): 608—12. [PMID: 21055601](#)
12. Proffit W.R., Fields H., Larson B., Sarver D.M. Contemporary orthodontics. Elsevier, 2018. Pp. 130—131.
13. Bell D., Hale A. Observations of tongue-thrust swallow in preschool children. *J Speech Hear Disord*. 1963; 28: 195—7. [PMID: 13970456](#)
14. Frey S. Pädiatrisches Dysphagiemanagement. Eine multidisziplinäre Herausforderung. Urban & Fischer/Elsevier, 2011. P. 41 (In German).

15. Gil H., Fougeront N. Tongue dysfunction screening: assessment protocol for describe. — *Journal of Dentofacial Anomalies and Orthodontics*. — 2015; 18: 408. DOI: [10.1051/odfen/2015026](https://doi.org/10.1051/odfen/2015026)
16. Никанорова А.А., Атаева М.А. Роль вредных привычек в формировании зубочелюстных аномалий и способы их устранения. — *Здравоохранение Югры: опыт и инновации*. — 2020; 3 (24): 57—62. eLibrary ID: [44279970](https://elibrary.ru/44279970)
17. daCosta O.O., et al. Malocclusion and early orthodontic treatment requirements in the mixed dentitions of a population of Nigerian children. — *J Orthod Sci*. — 2016; 5 (3): 81—6. PMID: [27556019](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27556019/)
18. Kolawole K.A., et al. Oral habits and malocclusion in children resident in Ile-Ife Nigeria. — *Eur Arch Paediatr Dent*. — 2019; 20 (3): 257—265. PMID: [30506282](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30506282/)
19. Pérez D.D. Factores de riesgo y diagnóstico de maloclusiones en niños de 5 a 11 años. — *Polo del Conocimiento*. — 2017; 2 (12): 173—187. DOI: [10.23857/pc.v2i12.433](https://doi.org/10.23857/pc.v2i12.433)
20. Vicente Ramos N.P., et al. Frecuencia de hábitos orales y alteraciones dentoalveolares en niños de 7 a 12 años de edad en un centro dental docente de Lima — Perú. Estudio retrospectivo. — *Revista Odontología Pediátrica*. — 2022; 1: e201. DOI: [10.33738/spo.v2i1.201](https://doi.org/10.33738/spo.v2i1.201)
21. Urzal V., Braga A.C., Ferreira A.P. Oral habits as risk factors for anterior open bite in the deciduous and mixed dentition — cross-sectional study. — *Eur J Paediatr Dent*. — 2013; 14 (4): 299—302. PMID: [24313582](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24313582/)
22. Borsa L., et al. Malocclusions and oral dysfunctions: A comprehensive epidemiological study on 359 schoolchildren in France. — *Clin Exp Dent Res*. — 2023; 9 (2): 332—340. PMID: [36934443](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36934443/)
23. Jajoo S., et al. Oral habits in school going children of Pune — a prevalence study. — *Journal of International Oral Health*. — 2015; 7 (10): 96—101.
24. Renuka Devi O., et al. Tongue thrusting oral habit — a review. — *International Journal of Advanced Research*. — 2022; 2: 351—368. DOI: [10.21474/IJAR01/14212](https://doi.org/10.21474/IJAR01/14212)
25. Yu X., Zhang H., Sun L., Pan J., Liu Y., Chen L. Prevalence of malocclusion and occlusal traits in the early mixed dentition in Shanghai, China. — *PeerJ*. — 2019; 7: e6630. PMID: [30972246](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30972246/)
26. Xu J., et al. Prevalence and influencing factors of mixed dentition malocclusion in children aged 6—12 years in Jinzhou, China. — *Oral Health Prev Dent*. — 2023; 21: 163—170. PMID: [37195332](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37195332/)
27. Бахметьева Э.А. Распространенность инфантильного типа глотания у детей 8—11 лет. — *Бюллетень медицинских интернет-конференций*. — 2017; 11: 1597. eLibrary ID: [32247091](https://elibrary.ru/32247091)
28. Постников М.А., Самойлова Н.В., Алёкина М.М., Андриянов Д.А., Постникова Е.М. Изучение частоты встречаемости инфантильного глотания и его взаимосвязи с морфологией зубочелюстной системы у детей в возрастном периоде сменного прикуса. — *Стоматология детского возраста и профилактика*. — 2025; 1 (93): 47—55. eLibrary ID: [82117050](https://elibrary.ru/82117050)
29. Игнатьева Л.А., Хамитова Н.Х. Определение миофункциональных нарушений у детей в период сменного прикуса. — *Клиническая стоматология*. — 2018; 1 (85): 61—63. eLibrary ID: [32759416](https://elibrary.ru/32759416)
30. Токарев И.В., Корнеева А.С. Современный подход к лечению зубочелюстных аномалий у детей в период смешанного прикуса. — *Бюллетень медицинской науки*. — 2021; 2 (22): 63—69. eLibrary ID: [46333242](https://elibrary.ru/46333242)
31. Надейкина О.С., Шабуня Е.Д., Литвинова В.Е. Влияние вредных привычек на формирование зубочелюстной системы. — *Научный Альманах ассоциации France-Kazakhstan*. — 2025; 1: 63—68. eLibrary ID: [80638892](https://elibrary.ru/80638892)
15. Gil H., Fougeront N. Tongue dysfunction screening: assessment protocol for describe. *Journal of Dentofacial Anomalies and Orthodontics*. 2015; 18: 408. DOI: [10.1051/odfen/2015026](https://doi.org/10.1051/odfen/2015026)
16. Nikanorova A.A., Ataeva M.A. The role of bad habits in the formation of dental and jaw abnormalities and ways to eliminate them. *Ugra healthcare: experience and innovations*. 2020; 3 (24): 57—62 (In Russian). eLibrary ID: [44279970](https://elibrary.ru/44279970)
17. daCosta O.O., et al. Malocclusion and early orthodontic treatment requirements in the mixed dentitions of a population of Nigerian children. *J Orthod Sci*. 2016; 5 (3): 81—6. PMID: [27556019](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27556019/)
18. Kolawole K.A., Folayan M.O., Agbaje H.O., Oyedele T.A., Onyejaka N.K., Oziegbe E.O. Oral habits and malocclusion in children resident in Ile-Ife Nigeria. *Eur Arch Paediatr Dent*. 2019; 20 (3): 257—265. PMID: [30506282](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30506282/)
19. Pérez D.D. Factores de riesgo y diagnóstico de maloclusiones en niños de 5 a 11 años. *Polo del Conocimiento*. 2017; 2 (12): 173—187. DOI: [10.23857/pc.v2i12.433](https://doi.org/10.23857/pc.v2i12.433)
20. Vicente Ramos N.P., Silva-Esteves Raffo J.F., León-Manco R.A. Frecuencia de hábitos orales y alteraciones dentoalveolares en niños de 7 a 12 años de edad en un centro dental docente de Lima Perú. Estudio Retrospectivo. *Revista Odontología Pediátrica*. 2022; 1: e201. DOI: [10.33738/spo.v2i1.201](https://doi.org/10.33738/spo.v2i1.201)
21. Urzal V., Braga A.C., Ferreira A.P. Oral habits as risk factors for anterior open bite in the deciduous and mixed dentition cross-sectional study. *Eur J Paediatr Dent*. 2013; 14 (4): 299—302. PMID: [24313582](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24313582/)
22. Borsa L., et al. Malocclusions and oral dysfunctions: A comprehensive epidemiological study on 359 schoolchildren in France. *Clin Exp Dent Res*. 2023; 9 (2): 332—340. PMID: [36934443](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36934443/)
23. Jajoo S., Chunawala Y.K., Bijle M.N., Shah R., Kamble A., Ganekar N.K. Oral habits in school going children of Pune a prevalence study. *Journal of International Oral Health*. 2015; 7 (10): 96—101.
24. Renuka Devi O., et al. Tongue thrusting oral habit a review. *International Journal of Advanced Research*. 2022; 2: 351—368. DOI: [10.21474/IJAR01/14212](https://doi.org/10.21474/IJAR01/14212)
25. Yu X., Zhang H., Sun L., Pan J., Liu Y., Chen L. Prevalence of malocclusion and occlusal traits in the early mixed dentition in Shanghai, China. *PeerJ*. 2019; 7: e6630. PMID: [30972246](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30972246/)
26. Xu J., et al. Prevalence and influencing factors of mixed dentition malocclusion in children aged 6—12 years in Jinzhou, China. *Oral Health Prev Dent*. 2023; 21: 163—170. PMID: [37195332](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37195332/)
27. Bakhmetyeva E.A. Prevalence of infantile swallowing in 8—11 years children. *Bulletin of Medical Internet Conferences*. 2017; 11: 1597 (In Russian). eLibrary ID: [32247091](https://elibrary.ru/32247091)
28. Postnikov M.A., et al. Prevalence of infantile swallowing and its association with dentofacial morphology in children during the mixed dentition period. *Pediatric Dentistry and Profilaxis*. 2025; 1 (93): 47—55 (In Russian). eLibrary ID: [82117050](https://elibrary.ru/82117050)
29. Ignateva L.A., Khamitova N.Kh. Definition of myofunctional disorders in children in the period of the replacement bite. *Clinical Dentistry (Russia)*. 2018; 1 (85): 61—63 (In Russian). eLibrary ID: [32759416](https://elibrary.ru/32759416)
30. Tokarevich I.V., Korneeva A.S. Modern approach to the treatment of dentofacial abnormalities in children with mixed occlusion. *Bulletin of Medical Science*. 2021; 2 (22): 63—69 (In Russian). eLibrary ID: [46333242](https://elibrary.ru/46333242)
31. Nadeikina O.S., Shabunya E.D., Litvinova V.E. The influence of bad habits on the formation of the dental system. *Bulletin Almanach Science Association France-Kazakhstan*. 2025; 1: 63—68 (In Russian). eLibrary ID: [80638892](https://elibrary.ru/80638892)

32. Газимагомедова А.Ш., Дробышева Н.С. Взаимосвязь между сужением верхней челюсти у детей и дыхательной функций. Обзор литературы. — *Российский стоматологический журнал*. — 2024; 4: 412—419. [eLibrary ID: 74990414](#)
33. Данилова М.А., Ишмурзин П.В., Рудавина Т.И. Предикторы аномалий окклюзии зубных рядов у детей в периодах временного прикуса (часть 1). — *Стоматология детского возраста и профилактика*. — 2023; 2 (86): 124—131. [eLibrary ID: 54091417](#)
34. Попова Н.В., Арсенина О.И., Махортова П.И., Гайрбекова Л.А., Попова А.В. Оценка положения языка у пациентов с сужением верхней челюсти до и после ее расширения. — *Стоматология*. — 2020; 3: 60—70. [eLibrary ID: 43044907](#)
35. Гюева Ю.А., Петровская В.Г., Гордина Е.С., Бусарова В.В., Хубецова З.О. Особенности расположения языка у пациентов с дистальной окклюзией по данным конусно-лучевой компьютерной томографии. — *Dental Forum*. — 2024; 2 (93): 13—17. [eLibrary ID: 67313911](#)
36. Васильева М.Б., Перевезенцев Г.С., Косырева Т.Ф. Результаты ортодонтического и остеопатического обследования пациентов с асимметричным сужением верхней челюсти. — *Стоматология детского возраста и профилактика*. — 2023; 4 (88): 385—396. [eLibrary ID: 59996637](#)
37. Аптекар И.А., Абрамова Е.В., Постников М.А., Копецкий И.С., Еремин Д.А., Постникова Е.М., Полуянова Э.Б., Аптекар В.И., Муравьев И.О. Протокол междисциплинарного взаимодействия остеопата и стоматолога в процессе ортодонтического лечения. — *Вестник Российского государственного медицинского университета*. — 2024; 2: . [eLibrary ID: 66990386](#)
38. Bordoni B., et al. The anatomical relationships of the tongue with the body system. — *Cureus*. — 2018; 10 (12): e3695. [PMID: 30838167](#)
39. Байрамова Л.Н., Закирова Г.Г., Текутьева Н.В. Остеопатическое сопровождение пациентов с аномалиями зубочелюстной системы. — *Российский остеопатический журнал*. — 2015; 1—2 (28—29): 86—94. [eLibrary ID: 23699965](#)
40. Gámiz-Bermúdez F., et al. Relationship between stomatognathic alterations and idiopathic scoliosis: a systematic review with meta-analysis of observational studies. — *EFORT Open Rev*. — 2023; 8 (10): 771—780. [PMID: 37787475](#)
41. Климова Т.В., Набиев Н.В., Русанова А.Г., Никифорова А.Г., Величко Э.В. Электромиографическое исследование мышц челюстно-лицевой области в ходе проведения функциональной пробы «Максимальное сжатие зубных рядов». — *Ортодонтия*. — 2017; 3 (79): 67—68. [eLibrary ID: 41193196](#)
42. Jalaly T., Ahrari F., Amini F. Effect of tongue thrust swallowing on position of anterior teeth. — *J Dent Res Dent Clin Dent Prospects*. — 2009; 3 (3): 73—7. [PMID: 23230488](#)
43. Achmad H., et al. Orofacial myofunctional therapy effectivity in child's anterior open bite. — *Journal of Dentistry and Oral Sciences*. — 2022; 4 (2): 1—16. [DOI: 10.37191/Mapsci-2582-3736-4\(2\)-0125](#)
44. Rosa M., Quinzi V., Marzo G. Paediatric Orthodontics. Part 1: Anterior open bite in the mixed dentition. — *Eur J Paediatr Dent*. — 2019; 20 (1): 80—82. [PMID: 30919650](#)
45. Shah S.S., Nankar M.Y., Bendgude V.D., Shetty B.R. Orofacial myofunctional therapy in tongue thrust habit: A narrative review. — *Int J Clin Pediatr Dent*. — 2021; 14 (2): 298—303. [PMID: 34413610](#)
46. Stahl F., Grabowski R., Gaebel M., Kundt G. Relationship between occlusal findings and orofacial myofunctional status in primary and mixed dentition. Part II: Prevalence of orofacial dysfunctions. — *J Orofac Orthop*. — 2007; 68 (2): 74—90. [PMID: 17372707](#)
32. Gazimagomedova A.S., Drobysheva N.S. Association between narrow palate and respiratory function in children: a literature review. *Russian Journal of Dentistry*. 2024; 4: 412—419 (In Russian). [eLibrary ID: 74990414](#)
33. Danilova M.A., Ishmurzin P.V., Rudavina T.I. Malocclusion predictors in children with primary dentition (part one). *Pediatric Dentistry and Profilaxis*. 2023; 2 (86): 124—131 (In Russian). [eLibrary ID: 54091417](#)
34. Popova N.V., Arsenina O.I., Makhortova P.I., Gayrbekova L.A., Popova A.V. Tongue position assessment in patients before and after maxilla expansion. *Stomatology*. 2020; 3: 60—70 (In Russian). [eLibrary ID: 43044907](#)
35. Goeva Yu.A., Petrovskaya V.G., Gordina E.S., Busarova V.V., Khubetsova Z.O. Features of tongue location in patients with distal occlusion according to cone beam computed tomography. *Dental Forum*. 2024; 2 (93): 13—17 (In Russian). [eLibrary ID: 67313911](#)
36. Vasilyeva M.B., Perevezentsev G.S., Kosyeva T.F. Findings of an orthodontic and osteopathic diagnostic of individuals with an asymmetric narrowing of maxilla. *Pediatric Dentistry and Profilaxis*. 2023; 4 (88): 385—396 (In Russian). [eLibrary ID: 59996637](#)
37. Aptekar I.A., Abramova E.V., Postnikov M.A., Kopetsky I.S., Eremine D.A., Postnikova E.M., Poluianova E.B., Aptekar V.I., Muravyov I.O. Interdisciplinary approach to orthodontic treatment involving an osteopath and a dentist (protocol). *Bulletin of Russian State Medical University*. 2024; 2: (In Russian). [eLibrary ID: 66990386](#)
38. Bordoni B., Morabito B., Mitrano R., Simonelli M., Toccafondi A. The anatomical relationships of the tongue with the body system. *Cureus*. 2018; 10 (12): e3695. [PMID: 30838167](#)
39. Bajramova L., Zakirova G., Tekutyeva N. Osteopathic treatment techniques for patients with dental anomalies. *Russian Osteopathic Journal*. 2015; 1—2 (28—29): 86—94 (In Russian). [eLibrary ID: 23699965](#)
40. Gámiz-Bermúdez F., Ibáñez-Vera A.J., Obrero-Gaitán E., Cortés-Pérez I., Zagalaz-Anula N., Lomas-Vega R. Relationship between stomatognathic alterations and idiopathic scoliosis: a systematic review with meta-analysis of observational studies. *EFORT Open Rev*. 2023; 8 (10): 771—780. [PMID: 37787475](#)
41. Klimova T.V., Nabiev N.V., Rusanova A.G., Nikiforova A.G., Velichko E.V. Electromyographic examination of the muscles maxillofacial region during functional trial "Maximum compression of dental arches". *Orthodontics*. 2017; 3 (79): 67—68 (In Russian). [eLibrary ID: 41193196](#)
42. Jalaly T., Ahrari F., Amini F. Effect of tongue thrust swallowing on position of anterior teeth. *J Dent Res Dent Clin Dent Prospects*. 2009; 3 (3): 73—7. [PMID: 23230488](#)
43. Achmad H., Wajdiyah U., Damayanti L. Orofacial myofunctional therapy effectivity in child's anterior open bite. *Journal of Dentistry and Oral Sciences*. 2022; 4 (2): 1—16. [DOI: 10.37191/Mapsci-2582-3736-4\(2\)-0125](#)
44. Rosa M., Quinzi V., Marzo G. Paediatric Orthodontics. Part 1: Anterior open bite in the mixed dentition. *Eur J Paediatr Dent*. 2019; 20 (1): 80—82. [PMID: 30919650](#)
45. Shah S.S., Nankar M.Y., Bendgude V.D., Shetty B.R. Orofacial myofunctional therapy in tongue thrust habit: A narrative review. *Int J Clin Pediatr Dent*. 2021; 14 (2): 298—303. [PMID: 34413610](#)
46. Stahl F., Grabowski R., Gaebel M., Kundt G. Relationship between occlusal findings and orofacial myofunctional status in primary and mixed dentition. Part II: Prevalence of orofacial dysfunctions. *J Orofac Orthop*. 2007; 68 (2): 74—90. [PMID: 17372707](#)



DOI: 10.37988/1811-153X\_2025\_3\_36

[Г.И. Скрипкина,](#)

д.м.н., доцент, зав. кафедрой детской стоматологии

[А.Ж. Гарифуллина,](#)

к.м.н., доцент кафедры детской стоматологии

[Т.И. Бурнашова,](#)

к.м.н., ассистент кафедры детской стоматологии

[Е.В. Екимов,](#)

к.м.н., доцент кафедры детской стоматологии

[И.К. Лукашевич,](#)

к.м.н., ассистент кафедры детской стоматологии

ОмГМУ, 644099, Омск, Россия

## Качество оказания стоматологической помощи детскому населению г. Омска

**Реферат.** В Омской области отмечается массовая распространенность кариеса зубов у детей всех возрастных групп — 81%, интенсивность кариеса составляет 4,0. Установлена также высокая частота болезней пародонта, достигающая 70%. Наивысшая частота деформаций и зубочелюстных аномалий выявлена у детей северных районов Омской области — она достигает 64%. При этом наибольшая распространенность приходится на 5–6-летний возраст (68,6%). В результате исследования установлен низкий уровень оказания стоматологической помощи детскому населению региона по количественным и качественным показателям. Высокая заболеваемость кариесом зубов у детей Омской области связана с низким содержанием фторид-ионов в питьевой воде и отсутствием профилактической направленности в работе стоматологической службы региона, что диктует необходимость разработки и внедрения региональной программы профилактики стоматологических заболеваний и включения обязательной диспансеризации детского населения у стоматолога.

**Ключевые слова:** дети, кариес зубов, первичная профилактика

### ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ:

Скрипкина Г.И., Гарифуллина А.Ж., Бурнашова Т.И., Екимов Е.В., Лукашевич И.К. Качество оказания стоматологической помощи детскому населению г. Омска. — *Клиническая стоматология*. — 2025; 28 (3): 36—40. DOI: 10.37988/1811-153X\_2025\_3\_36

[G.I. Skripkina,](#)

Doctor of Science in Medicine, associate professor and head of the Pediatric dentistry Department

[A.Zh. Garifullina,](#)

PhD in Medical Sciences, associate professor of the Pediatric dentistry Department

[T.I. Burnashova,](#)

PhD in Medical Sciences, assistant at the Pediatric dentistry Department

[E.V. Ekimov,](#)

PhD in Medical Sciences, associate professor of the Pediatric dentistry Department

[I.K. Lukashevich,](#)

PhD in Medical Sciences, assistant at the Pediatric dentistry Department

Omsk State Medical

University, 644099, Omsk, Russia

## The quality of dental care for children in Omsk (Russia)

**Abstract.** In the Omsk region, there is a massive prevalence of dental caries in children of all age groups — 81%, the caries intensity is 4.0. A high frequency of periodontal diseases has also been established, reaching 70%. The highest percentage of deformities and dental anomalies was found in the children's population of the northern districts of the Omsk region and is equal to 64%. At the same time, the highest prevalence is in 5–6 years of age (68.6%). As a result of the conducted research, a low level of dental care for the children's population of the region has been established in terms of quantitative and qualitative indicators. The high incidence of dental caries in children of the Omsk region is associated with the low content of fluoride ions in drinking water and the lack of a preventive focus in the dental service of the region, which necessitates the development and implementation of a regional program for the prevention of dental diseases and the inclusion of mandatory medical examinations of the pediatric population at the dentist.

**Key words:** children, dental caries, primary prevention

### FOR CITATION:

Skripkina G.I., Garifullina A.Zh., Burnashova T.I., Ekimov E.V., Lukashevich I.K. The quality of dental care for children in Omsk (Russia). *Clinical Dentistry (Russia)*. 2025; 28 (3): 36—40 (In Russian). DOI: 10.37988/1811-153X\_2025\_3\_36

## ВВЕДЕНИЕ

На современном этапе развития общества, науки и здравоохранения на самом высоком уровне принято говорить о профилактической направленности в медицине в целом и в стоматологии в частности. Особенно актуально данное направление работы практического здравоохранения в детском возрасте по той причине, что

в этом возрасте формируются все системы и органы, закладывается здоровье будущего взрослого человека.

К сожалению, реалии развития отечественного здравоохранения оставляют желать лучшего. Особенно это касается медицинских организаций в регионах страны, которые оказывают медицинскую помощь детям и взрослым в объеме ОМС. Аналогичная ситуация касается и детской стоматологической службы г. Омска,

которая сталкивается с проблемами дефицита кадрового обеспечения на практическом приеме, недостаточного финансирования медицинских организаций, небольшого объема финансирования в рамках обязательного медицинского страхования (ОМС), ликвидации школьной стоматологической службы, которая по сути своей является авангардом профилактической направленности работы практического здравоохранения во всем мире [1]. Стоматологические клиники Омска не заинтересованы в развитии первичной профилактики на своем практическом приеме по причине невысокой прибыли от такого рода манипуляций и мероприятий. Хотя в последнее время в регионе отмечается активность коммерческих структур стоматологического профиля именно в данном формате оказания стоматологических услуг, что в первую очередь связано с рекламными мероприятиями таких организаций.

Все вышеперечисленные проблемы развития современного здравоохранения в Омской области не могут не привести к снижению качества оказания медицинской помощи детям и, как следствие, к высокой стоматологической заболеваемости среди данной возрастной категории.

**Цель исследования** — изучить стоматологическую заболеваемость детского населения г. Омска и оценить качество оказания стоматологической помощи детям в регионе.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Уровень оказания стоматологической помощи детям Омска определяли на основе ежегодных отчетов Минздрава Омской области о работе детских стоматологических отделений на государственных базах медицинских организаций региона за 2018–2023 гг. Брали в расчет следующие показатели: характеристику детского населения, структуру детской стоматологической помощи, характеристику персонала, сводную ведомость работы детской стоматологической службы.

Эпидемиологическое обследование детского населения региона (1103 чел.) проводилось силами сотрудников кафедры детской стоматологии ОмГМУ с использованием европейских индикаторов стоматологического здоровья на основании системы EGONID-2005 [2, 3] с использованием карт ВОЗ-2013 [2, 4] на базе дошкольных и школьных стоматологических кабинетов региона, которые входят в структуру государственных медицинских организаций.

Для анализа качества оказания стоматологической помощи детям в государственных и частных медицинских организациях города была разработана анкета-опросник (онлайн-форма) для врачей-стоматологов детских, которая учитывала современные тенденции развития детской стоматологии в методологии обследования и лечения стоматологических заболеваний. Разработанная анкета предварительно прошла валидацию путем проведения пилотного обследования надежности и повторного тестирования, опрашивая одних и тех же участников в течение 3 месяцев.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

### Ситуационный анализ стоматологической заболеваемости детского населения региона

Во всех районах Омска открытый источник водоснабжения — река Иртыш. По официальным данным Росводоканала Омска, среднее содержание фторид-ионов в питьевой воде составляет 0,195 мг/л.

Для объективного анализа стоматологической заболеваемости детского населения региона были изучены отчеты Минздрава Омской области (2018–2023 гг.). Согласно полученным данным, городское детское население в регионе превалирует над сельским и составляет 73%. Половой состав распределен равномерно: 49% мальчиков и 51% девочек. Наличествует выраженная миграция населения.

В Омске работает 1 детская стоматологическая поликлиника, 1 отделение детской челюстно-лицевой хирургии, 5 детских отделений в стоматологических поликлиниках, 11 отделений в детских многопрофильных поликлиниках, 19 детских стоматологических кабинетов в ЦРБ области, 4 ортодонтических отделений/кабинетов на весь регион, прием детей со взрослыми проводится в 56 кабинетах в ЦРБ, на ФАПах области. В Омске коммерческий прием осуществляется в 11 крупных стоматологических клиниках, которые имеют детские отделения.

Отмечается тенденция к сокращению количества стоматологических кабинетов в общеобразовательных учреждениях региона. В сельских общеобразовательных учреждениях к 2024 г. не осталось ни одного действующего кабинета, а в городских их количество сократилось с 37 до 33. Стоматологические кабинеты в образовательных учреждениях для подростков (колледжи) отсутствуют вовсе, как в городе, так и в селах. В дошкольных учреждениях города открылся один стоматологический кабинет в 2021 г., при этом нет ни одного стоматологического кабинета в сельских дошкольных учреждениях.

Анализ штатной расстановки на местах показал высокую долю специалистов пенсионного возраста на детском стоматологическом приеме — 25%. Молодых специалистов в муниципальных медицинских организациях мало, в основном они предпочитают работать в коммерческих структурах или мигрировать в другие регионы.

В Омске отмечается массовая распространенность кариеса зубов у детей всех возрастных групп — 81% обследованных при интенсивности кариеса в среднем равной 4,0. Отмечается высокая частота болезней пародонта, достигающая 70%, глубина поражения при этом составляет 45%. Данные показатели у детского городского и сельского населения совпадают. Наивысшая встречаемость деформаций и зубочелюстных аномалий (64%) выявлена у детского населения северных районов Омска. При этом наибольшая распространенность приходится на 5–6-летний возраст (68,6%). Преобладают нарушения прикуса, из них наиболее частые — прогнатический и глубокий (терминология отчета Минздрава).

При оценке уровня оказания стоматологической помощи детскому сельскому населению Омской области во всех возрастных группах выявляется преобладание компоненты «К» (на основании анализа составных элементов КПУ зубов и количества зубов, не восстановленных протезами). На основании этого уровень стоматологической помощи детскому сельскому населению Омской области можно охарактеризовать как недостаточный.

### Результаты стоматологического обследования

В результате обследования детского населения региона силами сотрудников кафедры детской стоматологии ОмГМУ установлено, что индекс КПУ школьников 12 лет равен 3,3, средний, согласно ВОЗ; КПУ школьников 15 лет составил 5,9 — очень высокий уровень, согласно ВОЗ (см. рисунок).

Значения Sic-индекса превышает КПУ менее чем в 2 раза. Индекс гигиены ОНП-S у школьников 12 лет составляет 2,5 (удовлетворительный), у школьников 15 лет — 1,9 (удовлетворительный). Уровень гигиены полости рта напрямую влияет на состояние пародонта. Так, кровоточивость десен у обследуемых детей 12 и 15 лет была 61 и 74% соответственно. Доля нелеченого кариеса в индексе КПУ зубов у обследованных 12- и 15-летних школьников составляет 2,3. Таким образом, выявлено несвоевременное лечение кариеса зубов у детей индикаторных возрастных групп [5].

В результате обследования детей дошкольного возраста г. Омска (5—6 лет) также установлены высокие показатели стоматологической заболеваемости: распространенность кариеса зубов от 83%, интенсивность — 4,7. При этом надо помнить, что целевые значения ВОЗ по распространенности кариеса временных зубов составляют менее 20%. Компонента «к» в структуре

индекса «кпу» составила 38%, что указывает на слабую профилактическую работу в детских садах г. Омска. Соотношение компоненты «к» и «п» также далеко от рекомендованного ВОЗ (количество кариозных зубов менее 1,5%), что говорит о плохой санации дошкольников (см. таблицу).

### Анализ анкетирования детских стоматологов

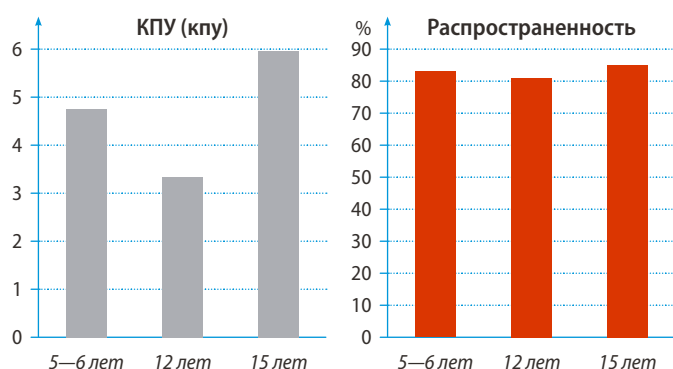
Проведя анализ стоматологической заболеваемости детского населения Омска, необходимо было также проанализировать качество оказания стоматологической помощи детям в медицинских организациях с различными видами собственности, так как качественные и количественные показатели работы стоматологической службы города, фигурирующие в отчетах Минздрава, отражают ситуацию лишь в государственных медицинских организациях. Более того, индикаторные качественные показатели в отчетах Минздрава не отражают современные тенденции в работе различных омских структур стоматологической службы. Анализ анкетирования врачей показал следующее.

Около 69% опрошенных детских врачей-стоматологов работают в государственных стоматологических клиниках, остальные — в частных. Подавляющее большинство специалистов (95%) работают в поликлинических отделениях. Большинство имеют профессиональный стаж от 30 до 40 лет. Согласно отчетам Минздрава, в государственных медицинских организациях преобладают лица пенсионного возраста (67%).

На приеме в детских стоматологических отделениях преобладают дошкольники и младшие школьники (70%). Наиболее редко врача-стоматолога детского в государственных медицинских организациях посещают подростки (16%), предпочитая записываться на прием к стоматологу, который принимает взрослое население в частных стоматологических клиниках.

Только 33% опрошенных специалистов имеют навык работы в условиях седации и наркоза. Все они принимают пациентов в частных стоматологических структурах. В городе работают лишь 2 детских стационара, где по медицинским показаниям можно вылечить зубы ребенку в условиях наркоза. Специалисты, имеющие опыт работы в условиях наркоза и седации, в 60% случаев saniруют детей дошкольного возраста в условиях такого анестезиологического пособия. Преобладает возрастная категория пациентов от 1 года до 7 лет (91%). И только 40% детей данной возрастной категории saniруются в обычных условиях. Те врачи, которые по объективным причинам не могут лечить детей в условиях наркоза, в 94% случаев рекомендуют обратиться в частную медицинскую организацию для санации ребенка.

Для диагностики кариозного процесса специалисты в основном используют визуальный осмотр полости рта и рентгенологический метод диагностики. Аппаратный метод диагностики («Диагностент») применяется лишь у 4,4% специалистов, и все они работают в коммерческих структурах. Доступный для всех форм финансирования медицинских организаций метод витального окрашивания эмали используется не так часто, как хотелось бы, — только в 24% случаев.



Заболеваемость кариесом у детей Омска  
The incidence of caries in children in Omsk (Russia)

### Структура индекса КПУ у детей 5—15 лет и оптимальные показатели ВОЗ

The structure of the DMFCSR-index in children aged 5—15 years and optimal WHO indicators

Показатель	ВОЗ	Детское население Омска	
		5—6 лет	12 и 15 лет
Пломбы, %	83	62	31
Кариес, %	17	38	69



Если специалисты диагностируют начальный кариес, в основном для его лечения используют метод глубокого фторирования эмали (80%). Реже используют фторлак или реминерализацию эмали с использованием геля «ROCS Medical Minerals» (53%). К сожалению, нами установлено, что 35% респондентов для лечения начального кариозного процесса на своем приеме применяют метод серебрения. Хочется надеяться, что данную методику специалисты применяют лишь для временных зубов.

При лечении кариеса дентина временных зубов специалисты на приеме используют СИЦ и композиты химического и светового отверждения (65%). В 24% случаев при лечении кариеса резцово-группы зубов временного прикуса стоматологи используют метод серебрения и глубокого фторирования. Доля пломб из компомера небольшая — 2,2%.

При лечении кариеса дентина постоянных зубов преобладают пломбы из композитов светового (66%) и химического отверждения (30%), в 10% случаев используются компомеры или СИЦ. Выбор зависит от степени формирования тканей постоянного зуба.

Результаты анкетирования о лечении глубокого кариеса с использованием одонтотропных препаратов выявили следующее: в 64% специалисты не используют данную группу материалов, а если и используют, то отдают предпочтение материалам на основе гидроокиси кальция (77%). На втором месте по использованию — цементы МТА (22%), в остальных случаях применялись материалы на основе гидроксида кальция или дентин-герметизирующего ликвида.

При лечении пульпита во временных однокорневых зубах в подавляющем большинстве случаев (90%) используют хирургические методы лечения: метод витальной экстирпации или ампутации, метод девитальной ампутации и экстирпации. Биологический метод лечения применяется специалистами лишь в 10% случаев. При проведении экстирпации пульпы для obturации корневого канала используют цинкоксид-эвгеноловую пасту и пасты на основе гидроокиси кальция (80%). Есть также специалисты, которые в своей практике obturируют просвет канала временного зуба гуттаперчей, что недопустимо.

Еще реже используется биологический метод лечения пульпита в многокорневых временных зубах — 4,4%. В основном стоматологи в своей практике применяют методы витальной и девитальной ампутации (67%). Полное удаление пульпы производят не так часто, как предыдущие методики.

Лечение пульпита в постоянных зубах зависит от степени формирования корневой системы зуба. Так, 96% респондентов ответили, что они выбирают пломбировочный материал для заполнения просвета корневого канала в зависимости от сроков формирования корней постоянного зуба. В основном отдается предпочтение методам витальной или девитальной экстирпации пульпы (70%). Заполнять просвет корневого канала постоянного зуба предпочитают цинкоксид-эвгеноловой пастой и гуттаперчей (71%). В 20% случаев стоматологи используют отсроченное пломбирование

с использованием гидроокиси кальция («Каласепт», «Метаста», «Апексдент») для стимуляции апексогенеза. Лишь в 4% случаев применяются для этой цели цементы МТА. Пульпосберегающие методы лечения используются врачами в данном аспекте чаще, чем при лечении временных зубов — в 23% случаев. В Омске есть специалисты, которые до сих пор применяют метод девитальной ампутации пульпы с ее последующей мумификацией (8%). Согласно результатам анкетирования, это врачи пенсионного возраста в государственных медицинских организациях.

## ВЫВОДЫ

Высокая заболеваемость кариесом зубов у детей г. Омск связана с низким содержанием фторид-ионов в питьевой воде и с отсутствием профилактической направленности в работе стоматологической службы региона, что диктует необходимость разработки и внедрения комплексной программы профилактики стоматологических заболеваний у детей региона с обязательной диспансеризацией детского населения у стоматолога.

Анализ выявил недостаток молодых кадров в работе городских медицинских организаций стоматологического профиля, что отрицательно сказывается на уровне оказания стоматологической помощи детям региона в государственных учреждениях. Это подтверждается установленными фактами использования устаревших методик на такого рода приемах. Для привлечения молодых кадров необходимо принимать ряд управленческих решений не столько на уровне отдельной медицинской организации, сколько на региональном и федеральном уровне.

В государственных медицинских организациях отмечается большой поток пациентов, что делает невозможным использование многоэтапных современных методов лечения кариеса и его осложнений. Многоэтапные методы лечения, направленные на процессы регенерации тканей зуба, по большей части используют в коммерческих структурах здравоохранения.

Лечение детей в условиях наркоза и седации — требование времени, которое нельзя игнорировать. Недопустима ситуация, когда львиную долю санации в условиях седации или наркоза оказывают частные стоматологические клиники. Поэтому в Омске необходимо организовать доступную санацию детей в условиях наркоза в рамках обязательного медицинского страхования (ОМС) либо за счет других источников финансирования из федерального или регионального бюджета.

Для повышения качества оказания стоматологической помощи детям г. Омска необходимо на более высоком уровне проводить мероприятия по повышению квалификации (ПК) врачей-стоматологов детских. Для этого курсы ПК для врачей необходимо проводить только на базах медицинских университетов, а не на базах сомнительных организаций, получивших лицензии для осуществления подобного рода деятельности.

Нельзя забывать о том, что детская стоматология является социально значимой специальностью среди всех специальностей стоматологического профиля.

Только возрождение в полном объеме диспансеризации детского населения у стоматолога в формате совершенствования школьной стоматологической службы на территории Российской Федерации может привести к снижению высокой заболеваемости кариесом и болезнями пародонта у детей [6]. Проблему внедрения на местах первичной профилактики стоматологических

заболеваний у детей может решить только разработка и утверждение на федеральном уровне программы профилактики с эскалацией ее в регионы [7].

Поступила/Received: 03.12.2024

Принята в печать/Accepted: 26.08.2025

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Скрипкина Г.И., Авраамова О.Г., Бурнашова Т.И., Горячева В.В. Роль школьной стоматологии в снижении стоматологической заболеваемости детей Омска. — *Стоматология*. — 2019; 3: 80—82. [eLibrary ID: 39131037](#)
2. Леус П.А., Кисельникова Л.П., Терехова Т.Н. Выявление факторов риска кариеса зубов на основе сравнения индикаторов стоматологического здоровья у детей школьного возраста в Минске и Москве. — *Стоматология*. — 2017; 4: 52—57. [eLibrary ID: 29910293](#)
3. Guidance and training manual to accompany the Full Standard Clinical Survey Form. — In: Topping G., Bonner B., Pitts N. European global oral health indicators development project (EGOHID WP7 Final Report). — EC, 2008. — 68 p.
4. World health organization. Oral health surveys basic methods. 5th ed. — Geneva: WHO, 2013. — P. 85
5. Гарифуллина А.Ж., Скрипкина Г.И., Бурнашова Т.И. Сравнительная оценка стоматологического здоровья детей школьного возраста г. Омска с помощью европейских индикаторов. — *Проблемы стоматологии*. — 2018; 4: 77—81. [eLibrary ID: 36777712](#)
6. Скрипкина Г.И., Гарифуллина А.Ж. Диспансеризация как основной клинический подход к профилактике кариеса зубов у детей. — *Стоматология*. — 2015; 5: 64—66. [eLibrary ID: 25458536](#)
7. Бурнашова Т.И., Скрипкина Г.И. Авторское научно-обоснованное решение проблемы первичной профилактики стоматологических заболеваний у детей в омском регионе. — *Российская стоматология*. — 2022; 4: 61—63. [eLibrary ID: 49904429](#)

#### REFERENCES:

1. Skripkina G.I., Avraamova O.G., Burnashova T.I., Goryacheva V.V. The role of school dental service in the decrease of oral pathology in Omsk pediatric population. *Stomatology*. 2019; 3: 80—82 (In Russian). [eLibrary ID: 39131037](#)
2. Leus P.A., Kiselnikova L.P., Terekhova T.N. Assessment of caries risk factors among school-age children by comparing EGOHID scores in Minsk and Moscow. *Stomatology*. 2017; 4: 52—57 (In Russian). [eLibrary ID: 29910293](#)
3. Guidance and training manual to accompany the Full Standard Clinical Survey Form. In: Topping G., Bonner B., Pitts N. European global oral health indicators development project (EGOHID WP7 Final Report). EC, 2008. 68 p.
4. World health organization. Oral health surveys basic methods. 5th ed. Geneva: WHO, 2013. P. 85
5. Garifullina A., Skripkina G., Burnashova T. Comparative evaluation of dental health of school age children of omsk with the help of european indicators. *Actual Problems in Dentistry*. 2018; 4: 77—81 (In Russian). [eLibrary ID: 36777712](#)
6. Skripkina G.I., Garifullina A.Zh. Serial clinical examinations as the main approach to dental caries prevention in children. *Stomatology*. 2015; 5: 64—66 (In Russian). [eLibrary ID: 25458536](#)
7. Burnashova T.I., Skripkina G.I. The author's scientifically based solution to the problem of primary prevention of dental diseases in children in the Omsk region. *Russian Stomatology*. 2022; 4: 61—63 (In Russian). [eLibrary ID: 49904429](#)

# Нолатек

## Блоки для CAD/CAM фрезерования

готовые к применению блоки,  
изготовленные на основе полимерного  
светоотверждаемого композита

### НАЗНАЧЕНИЕ

- коронки фронтальных и боковых зубов
- мостовидные протезы фронтальных, боковых зубов реставрации с опорой на имплантаты
- шаблоны для временных реставраций
- вкладки, накладки

### СОСТАВ

- ди-, моно-, многофункциональные метакрилатные олигомеры (Bis-GMA, UDMA, TEGDMA, TMPTMA и др.)
- модифицированные наполнители алюмобарийборсиликатного стекла, коллоидного диоксида кремния

### ПРЕИМУЩЕСТВА

- превосходная прочность, долговечность
- высокая биосовместимость
- прекрасно полируется
- легко фрезеруется
- устойчивость к зубному налету
- цветовая стабильность

### ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

Прочность при изгибе, МПа	> 65
Модуль упругости, МПа	> 2000
Водопоглощение, мкг/мм <sup>3</sup>	< 32
Водорастворимость, мкг/мм <sup>3</sup>	< 1,6

### Аналоги:

«Telio CAD» «Ivoclar Vivadent», Лихтенштейн «artBloc Temp» «Merz Dental GmbH», Германия «LuxaCam PMMA» «DMG Dental», Германия





DOI: 10.37988/1811-153X\_2025\_3\_42

[Л.Р. Колесникова,](#)д.м.н., доцент, зав. кафедрой стоматологии  
детского возраста[М.В. Федотова,](#)к.м.н., ассистент кафедры стоматологии  
детского возраста[Н.Д. Сергеева,](#)к.м.н., доцент кафедры стоматологии  
детского возраста[Е.М. Казанкова,](#)к.м.н., доцент кафедры терапевтической  
стоматологии[О.М. Тирская,](#)к.м.н., доцент, зав. кафедрой  
терапевтической стоматологии[В.М. Галченко,](#)к.м.н., ассистент кафедры терапевтической  
стоматологии[С.Ю. Бывальцева,](#)к.м.н., доцент кафедры терапевтической  
стоматологии

ИГМУ, 664003, Иркутск, Россия

## Профилактика основных стоматологических заболеваний с использованием глицерофосфата кальция, хлорида магния и гелеобразного покрытия на основе повииаргола у подростков с артериальной гипертензией

**Аннотация.** В статье приведены данные, характеризующие стоматологический статус, у подростков с артериальной гипертензией и контрольной группы. В исследование были включены 130 подростков от 10 до 17 лет из числа больных, а также школьники, проходившие плановый медосмотр. **Цель исследования** — изучить состояние стоматологического статуса у подростков с артериальной гипертензией и на основе полученных результатов разработать комплекс лечебно-профилактических мероприятий, позволяющих повысить его уровень. Стоматологическое обследование позволило получить представление о частоте встречаемости основных заболеваний полости рта в сравниваемых группах подростков. Можно заметить, что стоматологическое здоровье пациентов с артериальной гипертензией было значительно хуже такового в группе контроля.

**Ключевые слова:** подростки, кариес зубов, заболевания пародонта, артериальная гипертензия, глицерофосфат кальция, хлорид магния, повииаргол

### ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ:

Колесникова Л.Р., Федотова М.В., Сергеева Н.Д., Казанкова Е.М., Тирская О.М., Галченко В.М., Бывальцева С.Ю. Профилактика основных стоматологических заболеваний с использованием глицерофосфата кальция, хлорида магния и гелеобразного покрытия на основе повииаргола у подростков с артериальной гипертензией. — *Клиническая стоматология*. — 2025; 28 (3): 42—46. DOI: 10.37988/1811-153X\_2025\_3\_42

[L.R. Kolesnikova,](#)Doctor of Science in Medicine, associate  
professor and head of the Pediatric dentistry  
Department[M.V. Fedotova,](#)PhD in Medical Sciences, assistant  
at the Pediatric dentistry Department[N.D. Sergeeva,](#)PhD in Medical Sciences, associate professor  
of the Pediatric dentistry Department[E.M. Kazankova,](#)PhD in Medical Sciences, associate professor  
of the Therapeutic dentistry Department[O.I. Tirskaia,](#)PhD in Medical Sciences, associate professor  
and head of the Therapeutic dentistry  
Department[V.M. Galchenko,](#)PhD in Medical Sciences, assistant  
at the Therapeutic dentistry Department[S.Yu. Bivalentseva,](#)PhD in Medical Sciences, associate professor  
of the Therapeutic dentistry DepartmentIrkutsk State Medical  
University, 664003, Irkutsk, Russia

## Prevention of major dental diseases using calcium glycerophosphate, magnesium chloride and a gel-like coating based on poviargol in adolescents with arterial hypertension

**Summary.** The article presents data characterizing the dental status of adolescents with arterial hypertension and the control group. The study included 130 adolescents aged 10 to 17 years, from among patients who went to the Clinic of the Scientific Center for Emergency Medicine, as well as schoolchildren who underwent a routine medical examination. **The purpose of the study** was to study the state of the dental status of adolescents with arterial hypertension and, based on the results obtained, to develop a set of treatment and preventive measures to increase its level. The dental examination provided an idea of the frequency of occurrence of the main oral diseases in the compared groups of adolescents. It can be seen that the dental health of patients with AG was significantly worse than that of the control group.

**Key words:** adolescents, dental caries, periodontal diseases, arterial hypertension, calcium glycerophosphate, magnesium chloride, poviargol

### FOR CITATION:

Kolesnikova L.R., Fedotova M.V., Sergeeva N.D., Kazankova E.M., Tirskaia O.I., Galchenko V.M., Bivalentseva S.Yu. Prevention of major dental diseases using calcium glycerophosphate, magnesium chloride and a gel-like coating based on poviargol in adolescents with arterial hypertension. *Clinical Dentistry (Russia)*. 2025; 28 (3): 42—46 (In Russian). DOI: 10.37988/1811-153X\_2025\_3\_42

## ВВЕДЕНИЕ

Артериальная гипертензия (АГ), распространенность которой составляет 30–45% во взрослой популяции и около 11,2% среди подростков, является основным фактором риска болезней сердечно-сосудистой системы, с которым ассоциировано 54% инсультов и 47% случаев ишемической болезни сердца [1, 2]. Однако, несмотря на то что АГ является потенциально контролируемым состоянием, недостижение целевых уровней АД остается важнейшей проблемой [1]. Одной из причин этого является высокая частота коморбидности, требующая мультидисциплинарного подхода к пациенту с АГ. Это одинаково справедливо как для взрослых больных, так и для подростков, поскольку кластеризация факторов, ассоциированных с высоким кардиоваскулярным риском, отмечается уже в подростковом возрасте [3]. С другой стороны, этот возраст представляет собой «окно возможностей», когда стабильность коморбидных ассоциаций еще низка и обоснованное применение профилактических мероприятий может привести к снижению кардиоваскулярного риска в дальнейшем онтогенезе.

Ассоциации АГ с ожирением, нарушениями липидного и углеводного обмена хорошо изучены и в основном учитываются при работе с больными [1]. Вместе с тем проблема коморбидности АГ и болезней полости рта привлекла внимание исследователей сравнительно недавно и в настоящее время она активно изучается. Это продиктовано высокой частотой стоматологических заболеваний в популяции, доказанным влиянием пародонтального воспаления на кардиоваскулярный риск и особенно важно в свете недавно опубликованных результатов National Health and Nutrition Examination Survey (2009–2014 гг.), которое показало, что наличие активного пародонтита у больных с АГ сопряжено с худшим профилем артериального давления (АД) на фоне антигипертензивной терапии. И наоборот, хорошее здоровье пародонта ассоциировано с меньшей вероятностью неэффективности лечения [4, 5].

Однако имеющиеся на данный момент результаты исследований связи между АГ и болезнями полости рта носят противоречивый характер и не позволяют выработать согласованное мнение по данной проблеме. Большинство исследований, посвященных изучению связи АГ и стоматологического здоровья, включают взрослых участников, отягощенных множественной коморбидностью, что существенно затрудняет отслеживание и интерпретацию выявленных корреляций. Вместе с тем исследования в подростковой когорте предоставляют уникальную возможность изучения раннего патогенеза заболеваний и могут ответить на вопрос, когда в процессе развертывания кардиометаболического континуума формируются те или иные патологические ассоциации, что может быть важным для определения оптимального времени для проведения профилактических мероприятий.

**Цель работы** — установить наличие значимых ассоциаций между АГ и основными заболеваниями

полости рта у подростков, на основе полученных данных разработать комплекс лечебно-профилактических мероприятий основных стоматологических заболеваний.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В исследование были включены 130 подростков от 10 до 17 лет из числа больных, обратившихся в клинику Научного центра проблем здоровья семьи и репродукции человека (Иркутск), а также школьники, проходившие плановый медицинский осмотр. Из них сформировали 2 группы по 65 человек в каждой:

I — пациенты с АГ;

II — здоровые добровольцы.

*Критерии исключения:* симптоматический характер АГ, тяжелые соматические заболевания, аномалии прикуса, тортоаномалийное положение зубов, проводимое ортодонтическое лечение, сахарный диабет.

Верификацию диагноза «артериальная гипертензия» проводили методом суточного мониторинга АД при уровне систолического (САД) и/или диастолического (ДАД) АД за любой период суток выше 95-го перцентиля для данного возраста, роста и пола или выше уровня, принятого за отрезную точку диагностики АГ у взрослых (24-часовые — 130/80 мм рт. ст., дневные — 135/85 мм рт. ст., ночные — 125/75 мм рт. ст.) [6]. Заключение о нормальном уровне АД делали при уровне САД и /или ДАД ниже 90-го перцентиля для данного возраста, роста и пола или ниже 120/80 мм рт. ст. на основании оценки среднего из двух последних из трех выполненных с интервалом 2–3 минуты офисных измерений [6] при условии, что подросток на момент исследования не получал антигипертензивной терапии и в анамнезе отсутствовали указания на повышение уровня АД.

Степень активности кариеса зубов определялась по методике Т.Ф. Виноградовой (1988), где за основу взяты индекс КПУ (сумма кариозных, пломбированных и удаленных зубов) для постоянного прикуса, индекс КПУ+кпу — для сменного прикуса. Первая степень активности кариеса (компенсированная форма) — состояние зубов, при котором индивидуальные индексы КПУ, КПУ+кпу не превышают показателей средней интенсивности кариеса соответствующей возрастной группы. Вторая степень (субкомпенсированная форма) — состояние зубов, при котором интенсивность кариеса по данным индексам больше среднего значения интенсивности в данной возрастной группе на величину  $M \pm 3\sigma$ . Третья степень активности кариеса (декомпенсированная форма) — дети, имеющие не только КПУ, кп и КПУ+кп больше чем  $M \pm 3\sigma$ , но и очаговую деминерализацию.

Протяженность и тяжесть десневого воспаления оценивали с помощью папиллярно-маргинально-альвеолярный индекса (индекса гингивита, РМА), выраженного в процентах (модификация Парма), где воспаление сосочка (Р) оценивается в 1 балл, воспаление маргинального края десны (М) — в 2 балла, воспаление альвеолярной десны (А) — в 3 балла. Индекс определялся

как отношение суммы оценок каждого зуба к общему числу зубов.

Для оценки состояния пародонта применяли комплексный пародонтальный индекс (КПИ) при обследовании зубов: 16, 11, 26, 31, 36, 46. Давали оценку каждого зуба по следующей шкале: 0 баллов — отсутствие зубного налета и признаков поражения пародонта; 1 балл — любое количество мягкого белого налета, определяемое зондом на поверхности коронки, в межзубных промежутках или преддесневой области; 2 балла — кровотечение при легком зондировании зубодесневого желобка (кармана); 3 балла — любое количество твердых отложений (зубного камня) в поддесневой области зуба; 4 балла — пародонтальный карман, определяемый зондом; 5 баллов — патологическая подвижность зуба 2–3-й степени. При наличии нескольких признаков регистрировали более высокий балл, характеризующий более тяжелое поражение тканей пародонта. Индивидуальные значения КПИ рассчитывали по формуле (П.А. Леус, 1988):

$$\text{КПИ} = \frac{\text{сумма кодов}}{\text{количество зубов}}.$$

## РЕЗУЛЬТАТЫ

Стоматологическое обследование позволило получить представление о частоте встречаемости основных заболеваний полости рта в сравниваемых группах (см. таблицу).

### Частота заболеваний зубочелюстной системы и уровень гигиены полости рта у подростков с АГ и в группе контроля

Frequency of diseases of the dental system and the level of oral hygiene in adolescents with hypertension and in the control group

Показатель	Подростки с АГ (n=65)		Здоровые подростки (n=65)		p
	абс.	%	абс.	%	
Кариес зубов					
1-я степень активности	21	32	9	14	0,012*
2-я степень активности	19	29	14	21	0,314
3-я степень активности	10	15	9	14	0,804
Всего	50	77	32	49	0,001*
Состояние тканей десневого края					
Легкая степень гингивита	20	31	23	35	0,576
Средняя и тяжелая степень гингивита	12	19	2	3	0,009*
Всего	32	49	25	39	0,216
Состояние тканей пародонта					
Риск заболевания	30	46	32	49	0,725
Легкая степень	21	32	6	9	0,001*
Средняя степень	5	8	0	0	0,058
Всего	56	86	38	59	<0,001*
Уровень гигиены полости рта					
Хороший	8	12	23	35	0,002*
Удовлетворительный	29	44	28	43	0,860
Неудовлетворительный	21	32	10	15	0,024*
Плохой	7	11	4	6	0,344

Можно заметить, что стоматологическое здоровье пациентов с АГ было значительно хуже такового в группе контроля. Так, только у 15 (23%) из них не было кариеса зубов, тогда как у подростков с нормальным АД интактный зубной ряд имели 33 (51%) обследованных. При внимательном рассмотрении видно, что эти различия реализуются за счет большей частоты у подростков с АГ кариеса 1-й степени активности, тогда как частота кариеса 2-й и 3-й степени активности в обеих группах была сопоставима.

Воспаление десневого края диагностировано примерно с одинаковой частотой у нормо- и гипертонзивных подростков, но больным с АГ было более свойственно воспаление средней и тяжелой степени, тогда как у подростков с нормальным уровнем АД обнаружены преимущественно легкие проявления гингивита.

Изменения в тканях пародонта обнаружили у 26 (40%) больных с АГ и только у 6 (9%) подростков в группе контроля ( $\chi^2=15$ ;  $p<0,001$ ).

Обращает на себя внимание то, что среди больных с АГ было значительно больше подростков с неудовлетворительным уровнем гигиены ротовой полости.

По данным, представленным в таблице, можно сделать вывод, что подростки с АГ составляют группу, уязвимую по формированию основных заболеваний полости рта — кариеса зубов и состоянию тканей пародонта. В свете известной сопряженности пародонтального

воспаления с частотой цереброваскулярных заболеваний, ишемической болезнью сердца, хроническими заболеваниями почек и смертностью полученные результаты оправдывают включение стоматологического осмотра с обязательной оценкой состояния пародонта и уровня гигиены полости рта как компонента синергического подхода к медицинскому сопровождению подростков с АГ, направленного на снижение кардиоваскулярного риска в долгосрочной перспективе.

Таким образом, полученные результаты свидетельствуют о том, что подростки с АГ представляют собой группу повышенного риска для формирования кариеса зубов и заболеваний пародонта. Следовательно, для данных пациентов необходимо разработать дополнительные профилактические мероприятия, направленные на предупреждение появления и прогрессирования имеющихся стоматологических заболеваний.



## ПРОФИЛАКТИЧЕСКИЕ МЕРОПРИЯТИЯ

Нами был разработан комплекс профилактических мероприятий. Перед их назначением всем пациентам была проведена профессиональная гигиена полости рта. Кроме того, подростки были обучены индивидуальному стандартному методу чистки зубов. Предлагаемая нами схема включает следующие этапы:

- 1) Осмотр стоматологом 3 раза в год.
- 2) Плановая санация полости рта.
- 3) Профессиональная гигиена полости рта с обучением и коррекцией индивидуальной гигиены полости рта.
- 4) После проведения профессиональной гигиены полости рта использовался биодеградируемый гидрогель.
- 5) Подбор средств гигиены с учетом состояния эмали зуба и тканей пародонта.

В настоящее время представлен широкий ассортимент средств по гигиеническому уходу за полостью рта. Рекомендуются нами средства были подобраны с учетом процессов созревания и формирования тканей в подростковом возрасте:

- **Зубная паста R.O.C.S. PRO Teens 8–18 «Ягодная свежесть»** для двухразовой чистки зубов. Использование данной пасты оказывает положительное влияние на незрелую эмаль зуба, увеличивая минерализационную функцию ротовой жидкости, а также способствуя сокращению сроков образования зубного налета, благоприятно воздействует на ткани пародонта.
- **Гель R.O.C.S. Medical Minerals Fruit** — аппликации в течение 15 минут утром и вечером после чистки зубов. Является источником легкоусвояемых соединений кальция, фосфора и магния, обладает адгезивными свойствами, позволяющими продлить время экспозиции активных компонентов. Введенный в его состав ксилит повышает реминерализующий потенциал и подавляет активность кариесогенных микроорганизмов.
- **Гель «Аргакол»** — этим препаратом обрабатывали слизистую оболочку полости рта после профессиональной гигиены, нанося его тонким слоем. «Аргакол» — это биодеградируемый гидрогель, коллоидная композиция, которая при высыхании образует на поверхности раны эластичную

воздухо- и водонепроницаемую пленку, легко удаляемую физиологическим раствором или водой. «Аргакол» в своем составе содержит белковый гидролизат, альгинат натрия, глицерин, повидон, диоксидин, катапол, консерванты нипагин и нипазол, димексид, раствор натрия гипохлорита. Альгинат натрия придает препарату вязкие свойства и структуру геля, а также сорбционные свойства, благоприятно влияющие на течение раневого процесса. Антибактериальный эффект обеспечивают препараты широкого спектра действия — повидон, диоксидин, катапол. Раствор натрия гипохлорита, используемый в хирургии для антисептической обработки, промывания или дренирования ран, дополняет действие этих препаратов. Димексид оказывает противовоспалительное, местноанестезирующее, анальгезирующее и противомикробное действие, улучшает течение метаболических процессов в очаге воспаления. Важным представляется гипоаллергенность геля «Аргакол», отсутствие токсического и местно-раздражающего действия, а также обусловленное его многокомпонентным составом активное антимикробное, противовоспалительное и ранозаживляющее действие [7–9].

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Полученные данные свидетельствуют о том, что подростков с АГ характеризуют плохие показатели гигиены полости рта и значительно большая частота основных стоматологических заболеваний: кариеса и пародонтита. Это обосновывает выделение подростков с АГ в группу, уязвимую как по развитию новых, так и по прогрессированию имеющихся заболеваний зубочелюстной системы, что в свете современных представлений может оказывать существенное ухудшающее влияние на кардиоваскулярное здоровье. Все это диктует необходимость разработки системы профилактических действий, которые должны строиться на основании междисциплинарного подхода с активным участием специалистов соматического и стоматологического профиля.

Поступила/Received: 20.07.2025

Принята в печать/Accepted: 22.08.2025

## ЛИТЕРАТУРА:

1. Williams B., et al. 2018 ESC/ESH Guidelines for the management of arterial hypertension. — *Eur Heart J.* — 2018; 39 (33): 3021—3104. [PMID: 30165516](#)
2. de Moraes A.C.F., Lacerda M.B., Moreno L.A., Horta B.L., Carvalho H.B. Prevalence of high blood pressure in 122,053 adolescents: a systematic review and meta-regression. — *Medicine (Baltimore)*. — 2014; 93 (27): e232. [PMID: 25501086](#)
3. Федотова М.В., Иншаков Д.В., Бывальцева С.Ю., Шкавро Т.К., Галченко В.М., Колесникова Л.Р., Евдокимова Ю.А. Синергический подход к оценке эффективности глицерофосфата

## REFERENCES:

1. Williams B., et al. 2018 ESC/ESH Guidelines for the management of arterial hypertension. *Eur Heart J.* 2018; 39 (33): 3021—3104. [PMID: 30165516](#)
2. de Moraes A.C.F., Lacerda M.B., Moreno L.A., Horta B.L., Carvalho H.B. Prevalence of high blood pressure in 122,053 adolescents: a systematic review and meta-regression. *Medicine (Baltimore)*. 2014; 93 (27): e232. [PMID: 25501086](#)
3. Fedotova M.V., Inshakov D.V., Byvaltseva S.Yu., Shkavro T.K., Galchenko V.M., Kolesnikova L.R., Evdokimova Yu.A. Synergistic approach to evaluating the effectiveness of calcium

- кальция и хлорида магния в профилактике кариеса зубов у подростков с соматическими заболеваниями. — *Российский вестник перинатологии и педиатрии*. — 2022; 1: 139—144. [eLibrary ID: 48505733](#)
4. Piepoli M.F., Hoes A.W., Agewall S., Albus C., Brotons C., Catapano A.L., Cooney M.T., Corrà U., Cosyns B., Deaton C., Graham I., Hall M.S., Hobbs F.D.R., Løchen M.L., Löllgen H., Marques-Vidal P., Perk J., Prescott E., Redon J., Richter D.J., Sattar N., Smulders Y., Tiberi M., van der Worp H.B., van Dis I., Verschuren W.M.M., Binno S., ESC Scientific Document Group 2016 European Guidelines on cardiovascular disease prevention in clinical practice: The Sixth Joint Task Force of the European Society of Cardiology and other societies on cardiovascular disease prevention in clinical practice (constituted by representatives of 10 societies and by invited experts) Developed with the special contribution of the European Association for Cardiovascular Prevention & Rehabilitation (EACPR). — *Eur Heart J.* — 2016; 37 (29): 2315—2381. [PMID: 27222591](#)
5. Pietropaoli D., Del Pinto R., Ferri C., Wright J.T. Jr, Giannoni M., Ortu E., Monaco A. Poor oral health and blood pressure control among US hypertensive adults. — *Hypertension*. — 2018; 72 (6): 1365—1373. [PMID: 30540406](#)
6. Lurbe E., Agabiti-Rosei E., Cruickshank J.K., Dominiczak A., Erdine S., Hirth A., Invitti C., Litwin M., Mancia G., Pall D., Rascher W., Redon J., Schaefer F., Seeman T., Sinha M., Stabouli S., Webb N.J., Wühl E., Zanchetti A. 2016 European Society of Hypertension guidelines for the management of high blood pressure in children and adolescents. — *J Hypertens*. — 2016; 34 (10): 1887—920. [PMID: 27467768](#)
7. Афиногенов Г.Е., Афиногенова А.Г., Мадай Д.Ю., Крылов К.М., Крылов П.К., Биктинилов Е.Е., Мадай О.Д. Современный антисептический гидрогель в лечении инфекционных осложнений ран в хирургии. — *Вестник хирургии им. И.И. Грекова*. — 2016; 3: 26—31. [eLibrary ID: 26129120](#)
8. Нейзберг Д.М., Акулович А.В., Матело С.К. Новый пленкообразующий биodeградируемый гель с антимикробными и ренозаживляющими свойствами для полости рта. — *Пародонтология*. — 2017; 4 (85): 64—67. [eLibrary ID: 32619750](#)
9. Сапронова О.Н., Афиногенов Г.Е., Трезубов В.В., Афиногенова А.Г., Кузевский Л.Я., Привалов А.В. Исследование эффективности антисептического препарата "Аргакол" при лечении поражений слизистой оболочки полости рта протетической этиологии. — *Ученые записки СПбГМУ им. акад. И.П. Павлова*. — 2010; 2: 31—33. [eLibrary ID: 21949074](#)
- glycerophosphate and magnesium chloride in the prevention of dental caries in adolescents with somatic diseases. *Russian Bulletin of Perinatology and Pediatrics*. 2022; 1: 139—144 (In Russian). [eLibrary ID: 48505733](#)
4. Piepoli M.F., Hoes A.W., Agewall S., Albus C., Brotons C., Catapano A.L., Cooney M.T., Corrà U., Cosyns B., Deaton C., Graham I., Hall M.S., Hobbs F.D.R., Løchen M.L., Löllgen H., Marques-Vidal P., Perk J., Prescott E., Redon J., Richter D.J., Sattar N., Smulders Y., Tiberi M., van der Worp H.B., van Dis I., Verschuren W.M.M., Binno S., ESC Scientific Document Group 2016 European Guidelines on cardiovascular disease prevention in clinical practice: The Sixth Joint Task Force of the European Society of Cardiology and other societies on cardiovascular disease prevention in clinical practice (constituted by representatives of 10 societies and by invited experts) Developed with the special contribution of the European Association for Cardiovascular Prevention & Rehabilitation (EACPR). *Eur Heart J.* 2016; 37 (29): 2315—2381. [PMID: 27222591](#)
5. Pietropaoli D., Del Pinto R., Ferri C., Wright J.T. Jr, Giannoni M., Ortu E., Monaco A. Poor oral health and blood pressure control among US hypertensive adults. *Hypertension*. 2018; 72 (6): 1365—1373. [PMID: 30540406](#)
6. Lurbe E., Agabiti-Rosei E., Cruickshank J.K., Dominiczak A., Erdine S., Hirth A., Invitti C., Litwin M., Mancia G., Pall D., Rascher W., Redon J., Schaefer F., Seeman T., Sinha M., Stabouli S., Webb N.J., Wühl E., Zanchetti A. 2016 European Society of Hypertension guidelines for the management of high blood pressure in children and adolescents. *J Hypertens*. 2016; 34 (10): 1887—920. [PMID: 27467768](#)
7. Afinogenov G.E., Afinogenova A.G., Maday D.Yu., Krylov K.M., Krylov P.K., Biktinirov E.E., Maday O.D. Modern antiseptic hydrogel in treatment of infectious complications of wounds in surgery. *Grekov's Bulletin of Surgery*. 2016; 3: 26—31 (In Russian). [eLibrary ID: 26129120](#)
8. Neyzberg D.M., Akulovich A.V., Matelo S.K. A new film-forming biodegradable gel with antimicrobial and wound healing properties for the oral cavity. *Parodontologiya*. 2017; 4 (85): 64—67 (In Russian). [eLibrary ID: 32619750](#)
9. Saponova O.N., Afinogenov G.E., Trezubov V.V., Afinogenova A.G., Kusevitsky L.J., Priualou A.V. Research into efficiency of antiseptic preparation "Argacol" in treatment of the oral mucosa lesions of prosthodontic etiology. *The Scientific Notes of the Pavlov University*. 2010; 2: 31—33 (In Russian). [eLibrary ID: 21949074](#)

# НАУЧНО ОБОСНОВАННЫЙ ПОДХОД К ПРОФИЛАКТИКЕ КАРИЕСА

## ЗУБНАЯ ПАСТА

### R.O.C.S. PRO TEENS ЯГОДНАЯ СВЕЖЕСТЬ

Активные ингредиенты: биодоступные соединения минералов (calcium glycerophosphate, magnesium chloride), ксилит (10%), растительный фермент (bromelain), экстракт жимолости японской, таурин, очищающие гранулы диоксида кремния (silica)



Защищает от кариеса при регулярном использовании\*. Нормализует состав микрофлоры рта\*. Обеспечивает комплексную защиту десен и быстро уменьшает их воспаление и кровоточивость\*



Реминерализует эмаль зубов\*, повышает кислотоустойчивость эмали\* и восстанавливает минерализующий потенциал слюны\*.



Обеспечивает качественное очищение зубов от налета\* и задерживает его формирование, предотвращая адгезию патогенных бактерий к тканям полости рта\*.

## РЕМИНЕРАЛИЗУЮЩИЙ ГЕЛЬ

### R.O.C.S. MEDICAL MINERALS

Активные ингредиенты: биодоступные соединения минералов (calcium glycerophosphate, magnesium chloride), ксилит (10%), полимерная композиция

#### Показания к применению:

- Профилактика кариеса, в том числе в группах повышенного риска. Лечение кариеса в стадии локальной деминерализации\*
- Профилактика и лечение очаговой деминерализации эмали (белых пятен) в процессе и по завершении ортодонтического лечения\*
- Лечение молярно-резцовая гипоминерализации\*
- Укрепление твердых тканей и снижение чувствительности зубов в плане лечения эстетических дефектов при некариозных поражениях зубов\*

\*Подтверждено клиническими исследованиями и лабораторными тестами

\*\* Федотова М.В. с соавт., 2025



НЕ СОДЕРЖИТ  
ФТОРИДЫ



НЕ СОДЕРЖИТ  
ЛАУРИЛСУЛЬФАТ  
НАТРИЯ



НЕ СОДЕРЖИТ  
ПАРАБЕНОВ



НЕ СОДЕРЖИТ  
ДИОКСИД  
ТИТАНА

**BIO**  
friendly

РЕГУЛЯРНОЕ СОВМЕСТНОЕ ПРИМЕНЕНИЕ УКАЗАННЫХ СРЕДСТВ ИМЕЕТ ГОДОВОЙ  
КАРИЕС-ПРОФИЛАКТИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ, СОПОСТАВИМЫЙ С ГЕРМЕТИЗАЦИЕЙ ФИССУР\*\*



**Personal-Care.ru**  
ОФИЦИАЛЬНЫЙ ИНТЕРНЕТ-МАГАЗИН



сайт для  
профессионалов  
rocs.pro

НА ПРАВАХ РЕКЛАМЫ. ООО «ДИАРСИ ЦЕНТР» ОГРН 1067746306495, ЮР. АДРЕС: 142813, РОССИЯ, МОСКОВСКАЯ ОБЛАСТЬ, Г. СТУПИНО, СЕЛО СТАРАЯ СИТНЯ, КИЛОМЕТР 5-й (АВТОДОРОГА СТУПИНО-МАЛИНО ТЕР.), ВЛ. 1, СТР. 1.



WWW.ROCS.RU



DOI: 10.37988/1811-153X\_2025\_3\_48

[О.П. Галкина,](#)д.м.н., доцент, зав. кафедрой пропедевтики  
стоматологии[А.В. Грохотова,](#)аспирант кафедры пропедевтики  
стоматологииКрымский федеральный  
университет им В.И. Вернадского,  
295006, Симферополь, Россия

## Характеристика микробного пейзажа грамположительных бактерий в ротовой жидкости у ВИЧ-инфицированных больных с диагностированным кандидозом ротовой полости

**Реферат.** Здоровье орального микробиома играет важную роль в поддержании общего состояния организма у ВИЧ-инфицированных пациентов. Изменение оральной микрофлоры является основным фактором, способствующим развитию орального кандидоза. Современные исследования ограничиваются описанием микробных изменений, не давая целостного понимания их клинических последствий, что указывает на необходимость комплексных исследований для выявления специфических паттернов взаимодействия и оценки их влияния на течение заболеваний. **Цель работы** — определение количественного и качественного состава грамположительных бактерий в ротовой жидкости у ВИЧ-инфицированных больных с диагностированным оральным кандидозом. **Материалы и методы.** В исследовании принял участие 31 больной ВИЧ с установленным оральным кандидозом (группа наблюдения) и 35 практически здоровых людей (группа контроля). Микробиом нестимулированной ротовой жидкости изучали методом газовой хромато-масс-спектрометрии по Г.А. Осипову. **Результаты.** У больных ВИЧ отмечено значительное повышение колонизационной плотности *Enterococcus spp.* (157,8%), *Streptococcus spp.* (102%), *Streptococcus mutans* (85,4%), *Staphylococcus epidermidis* (100%), *Staphylococcus aureus* (303,5%), *Peptostreptococcus anaerobius* (21,6%), *Propionibacterium acnes* (127,2%) и *Eubacterium spp.* (122,8%). Повышение популяций этих таксонов, коррелирующих с ростом *Candida spp.*, объясняется их способностью формировать смешанные биопленки и выделять ферменты и органические кислоты, меняющие pH и состав субстратов, что облегчает колонизацию грибами и повышает риск развития кариеса. Одновременно зафиксировано резкое снижение либо полная элиминация

*Bacillus cereus* (–100%), *Clostridium spp.* (–88,4%), *Nocardia spp.* (–86,4%), *Lactobacillus spp.* (–66,1%), *Bifidobacterium spp.* (–72,9%) и *Actinomyces spp.* (–100%). Снижение данных бактериальных консорциумов обусловлено тем, что в норме они продуцируют органические кислоты, метаболиты и бактериоцины, сдерживающие рост *Candida*. Их полная элиминация ослабляет экосистему, способствуя колонизации и размножению грибов. **Заключение.** ВИЧ-инфицированные пациенты с диагностированным оральным кандидозом имеют выраженный дисбиоз ротовой полости. В ротовой жидкости в микробиологическом пейзаже грамположительных бактерий наблюдается критическое снижение ряда таксонов (включая *Bacillus cereus*, *Clostridium spp.*, *Nocardia spp.*, *Rhodococcus spp.*, *Corynebacterium spp.*, *Propionibacterium jensenii*, *Clostridium perfringens*, *Clostridium ramosum*) вплоть до полной элиминации. У больных ВИЧ-инфекцией с оральным кандидозом отмечается увеличение доли оппортунистических патогенов, таких как *Staphylococcus spp.*, *Streptococcus spp.*, *Enterococcus spp.* и *Peptostreptococcus anaerobius*, а также грибов рода *Candida*.

**Ключевые слова:** оральный кандидоз, ВИЧ-инфекция

### ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ:

Галкина О.П., Грохотова А.В. Характеристика микробного пейзажа грамположительных бактерий в ротовой жидкости у ВИЧ-инфицированных больных с диагностированным кандидозом ротовой полости. — *Клиническая стоматология*. — 2025; 28 (3): 48—54. DOI: 10.37988/1811-153X\_2025\_3\_48

[O.P. Galkina,](#)PhD in Medicine, associate professor and head  
of the Propaedeutics dentistry Department[A.V. Grokhotova,](#)postgraduate at the Propaedeutics dentistry  
DepartmentCrimean Federal University,  
295006, Simferopol, Russia

## Characterization of the gram-positive bacterial profile in the oral fluid of HIV-infected patients diagnosed with oral candidiasis

**Abstract.** The health of the oral microbiome plays a crucial role in maintaining the overall health of HIV-infected patients. Alterations in the oral microbiota constitute a key factor contributing to the development of oral candidiasis. Contemporary studies have largely focused on describing microbial changes without providing an integrated understanding of their clinical implications, highlighting the need for comprehensive research to identify specific interaction patterns and assessing their

impact on disease progression. **The aim of this study** is to determine the quantitative and qualitative composition of Gram-positive bacteria in the oral fluid of HIV-infected patients with diagnosed oral candidiasis. **Materials and methods.** The study enrolled 31 HIV-positive patients with confirmed oral candidiasis (study group) and 35 apparently healthy individuals (control group). The microbiome of unstimulated whole saliva was analyzed by gas chromatography—mass spectrometry (GC—MS)

as described by G.A. Osipov. **Results.** In HIV-positive patients, the colonization density was markedly increased for *Enterococcus spp.* (157.8%), *Streptococcus spp.* (102%), *Streptococcus mutans* (85.4%), *Staphylococcus epidermidis* (100%), *Staphylococcus aureus* (303.5%), *Peptostreptococcus anaerobius* (21.6%), *Propionibacterium acnes* (127.2%), and *Eubacterium spp.* (122.8%). The expansion of these taxa, which correlated with the overgrowth of *Candida spp.*, is explained by their capacity to form mixed biofilms and to secrete enzymes and organic acids that modify pH and substrate composition, thereby facilitating fungal colonization and increasing the risk of dental caries. Concomitantly, a sharp decline or complete elimination was recorded for *Bacillus cereus* (–100%), *Clostridium spp.* (–88.4%), *Nocardia spp.* (–86.4%), *Lactobacillus spp.* (–66.1%), *Bifidobacterium spp.* (–72.9%), and *Actinomyces spp.* (–100%). The reduction of these bacterial consortia likely reflects the loss of normally produced organic acids, metabolites, and bacteriocins that restrain *Candida* growth; their removal weakens the ecosystem, promoting fungal colonization and proliferation. **Conclusion.** HIV-infected patients with

diagnosed oral candidiasis exhibit pronounced dysbiosis of the oral cavity. In the microbial landscape of Gram-positive bacteria in the oral fluid, there is a critical reduction of several taxa—including *Bacillus cereus*, *Clostridium spp.*, *Nocardia spp.*, *Rhodococcus spp.*, *Corynebacterium spp.*, *Propionibacterium jensenii*, *Clostridium perfringens*, and *Clostridium ramosum*—up to complete elimination. Additionally, HIV-infected patients with oral candidiasis show an increased proportion of opportunistic pathogens such as *Staphylococcus spp.*, *Streptococcus spp.*, *Enterococcus spp.*, and *Peptostreptococcus anaerobius*, as well as *Candida* genus.

**Key words:** oral candidiasis, HIV infection

**FOR CITATION:**

Galkina O.P., Grokhotova A.V. Characterization of the gram-positive bacterial profile in the oral fluid of HIV-infected patients diagnosed with oral candidiasis. *Clinical Dentistry (Russia)*. 2025; 28 (3): 48—54 (In Russian). DOI: 10.37988/1811-153X\_2025\_3\_48

## ВВЕДЕНИЕ

Здоровье орального микробиома играет важную роль в поддержании общего состояния организма, особенно у ВИЧ-инфицированных пациентов [1]. Оральный микробиом представляет собой сложную экосистему, поддерживающую баланс между патогенными и комменсальными бактериями. Это обеспечивает здоровье ротовой полости [2]. Однако у ВИЧ-инфицированных пациентов данный баланс часто нарушается, приводя к дисбиозу [1]. Изменение оральной микробиоты является основным фактором, способствующим развитию орального кандидоза. Это заболевание встречается практически у 95% пациентов с ВИЧ на разных этапах развития фонового заболевания [3].

Известно, что у ВИЧ-инфицированных больных иммуносупрессия по CD4<sup>+</sup>-Т-клеток, сопровождается не только снижением общей сопротивляемости организма, но и изменением состава микробиоты ротовой полости [1, 2]. Также это приводит к снижению разнообразия бактериальных сообществ и увеличению популяций патогенных грибов, таких как *Candida spp.* Дисбиотический сдвиг усиливается на фоне антиретровирусной терапии, которая уменьшает частоту оппортунистических инфекций [2]. Однако полностью восстановления баланса микробиома не происходит. Таким образом, сформированный дисбиоз негативно влияет на общее состояние здоровья ротовой полости и способствует частым рецидивам кандидоза [1].

Несмотря на значительное внимание к данной проблеме, до сих пор недостаточно ясно, какие именно изменения в микробиоте оказывают наибольшее влияние на развитие кандидоза и других заболеваний ротовой полости у ВИЧ-инфицированных пациентов [1]. Современные исследования в основном ограничиваются описанием изменений микробиоты и не дают целостного понимания их клинических последствий и характерных паттернов взаимодействия [4]. Таким образом, существует потребность в комплексных исследованиях, которые позволили бы не только выявить специфические изменения в микробиоме, но и оценить их влияние на течение заболеваний.

**Цель работы** — определение количественного и качественного состава грамположительных бактерий в ротовой жидкости у ВИЧ-инфицированных больных с оральным кандидозом.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследование выполнялось на базе Городской инфекционной больницы (Севастополь) и Крымского центра профилактики и борьбы со СПИДом (Симферополь). В исследовании принял участие 31 больной ВИЧ (15 мужчин и 16 женщин) в возрасте от 35 до 44 лет (средний возраст —  $40,5 \pm 3,0$  года) с диагнозом «оральный кандидоз» (B37.0), которые составили I группу. Пациенты находились на стадии 4A ВИЧ-инфекции с неопределяемой вирусной нагрузкой (менее 50 копий/мл) и получали антиретровирусную терапию.

Контрольную II группу составили из 35 здоровых добровольцев (17 мужчин и 18 женщин) в возрасте от 35 до 44 лет (средний возраст —  $39,2 \pm 2,7$  года). Набор добровольцев осуществляли в тех же учреждениях, что и пациентов I группы.

В обеих группах проводили микробиологическое исследование ротовой жидкости. Сбор слюны (5–10 мл) осуществлялся с 8 до 11 часов утра натощак путем сплевывания в стерильный контейнер без предварительной стимуляции слюноотделения.

Состав микробиома ротовой жидкости определяли с использованием газовой хроматомасс-спектрометрии по методу Г.А. Осипова (сертифицирован Росздравнадзором 24.02.2010) [5]. Анализ микробиомных профилей выполняли на приборе Agilent 5973N (Agilent Technologies, США) с использованием программного обеспечения ChemStation для идентификации и количественной оценки бактериальных сообществ.

По данным микробиологических исследований определяли колонизационную плотность грамположительных кокков и палочек, рассчитывали относительные изменения (в %) и вычисляли коэффициенты корреляции между показателями. При этом в качестве нормы брали средние значения, полученные в контрольной группе.

При статистической обработке данных межгрупповые различия оценивали на основе относительного изменения показателей в группе наблюдения по сравнению с контрольной группой и *t*-критерий Стьюдента. Степень взаимосвязи между показателями определяли по коэффициенту корреляции Пирсона.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

### Грамположительные кокки

Полученные данные свидетельствовали о значимой дисрегуляции микробного гомеостаза ротовой полости у больных ВИЧ по сравнению с контрольной группой. При этом отмечались существенные изменения видового состава грамположительных кокков. Результаты корреляционного анализа указывают на значимые ассоциативные связи между определенными видами бактериальных таксонов и грибами рода *Candida* (табл. 1).

Таким образом, выявленные взаимосвязи являются отражением сложного характера взаимодействий в оральном микробиоценозе у ВИЧ-инфицированных пациентов с оральным кандидозом.

В I группе отмечалось существенное повышение колонизационной плотности *Streptococcus spp.* на 102% и *Enterococcus spp.* на 157%. У обоих бактериальных таксонов наблюдалась положительная корреляция с ростом грибов рода *Candida* ( $r=0,74$  и  $0,66$  соответственно,  $p<0,05$ ), что указывало на возможное взаимное усиление колонизации в ротовой полости. На морфологическом уровне стрептококки и энтерококки способствовали формированию смешанных биопленок, упрощающих прикрепление микотических клеток к слизистой оболочке рта и поверхностям зубов [6]. На метаболическом уровне эти бактерии выделяют ферменты и органические кислоты, изменяющие локальные условия, такие как pH и состав питательных субстратов.

**Таблица 1. Колонизационная плотность грамотрицательных кокков и их корреляция с грибами рода *Candida* у ВИЧ-инфицированных пациентов с оральным кандидозом и у практически здоровых добровольцев**

Table 1. Colonization density of gram-positive cocci and their correlation with *Candida spp.* in HIV-infected patients with oral candidiasis compared to practically healthy individuals

Род/вид	Пациенты с ВИЧ, КОЕ/мл $\times 10^5$	Контрольная группа, КОЕ/мл $\times 10^5$	$\Delta$ , %	$r$
<i>Enterococcus spp.</i>	81,90 $\pm$ 22,15 <sup>†</sup>	31,89 $\pm$ 26,72	157,8	0,74
<i>Streptococcus spp.</i>	642,08 $\pm$ 153,2 <sup>†</sup>	317,86 $\pm$ 253,47	102,0	0,69*
<i>Streptococcus mutans</i>	259,13 $\pm$ 82,18*	139,77 $\pm$ 58,97	85,4	0,57
<i>Staphylococcus epidermidis</i>	108,13 $\pm$ 38,53 <sup>†</sup>	0	100,0	1*
<i>Staphylococcus aureus</i>	238,4 $\pm$ 190,11 <sup>†</sup>	59,09 $\pm$ 41,1	303,5	0,50*
<i>Peptostreptococcus anaerobius</i> 18623	522,06 $\pm$ 107,36*	429,23 $\pm$ 94,54	21,6	0,49

Примечание.  $\Delta$  — относительная разница с контрольной группой,  $r$  — коэффициент корреляции Пирсона. Отличие от контрольной группы статистически достоверно значимо: \* —  $p<0,05$ ; <sup>†</sup> —  $p<0,001$ .

Учитывая, что подобные изменения среды благоприятствуют адгезии грибов, можно предположить, что *Candida spp.* получают преимущество в колонизации слизистой оболочки. И тогда усиленная грибковая инвазия способна еще более выраженно смещать микробный баланс, приводя к формированию устойчивых биопленок и развитию кандидоза [7, 8]. Можно предположить, что в результате такой трансформации грибы рода *Candida* могли успешнее колонизировать и сохраняться в ротовой полости. Согласно данным литературы, на иммунологическом уровне наличие обширных бактериально-грибковых ассоциаций еще больше снижает эффективность локальных и системных защитных механизмов, которые у пациентов с ВИЧ-инфекцией ослаблены вследствие фоновой патологии и базовой терапии [8, 9]. В результате этого повышается количество органических кислот, вырабатываемых *Candida spp.* и *Streptococcus spp.*, как следствие в ротовой полости формируется кариесогенная ситуация. Таким образом, сочетающееся увеличение *Streptococcus spp.* и *Enterococcus spp.* в условиях иммунодефицита усиливает бактериально-грибковой дисбиоз, усложняет течение лечения орального кандидоза, повышает риск возникновения кариеса.

Колонизационная плотность *Streptococcus mutans* (*Str. mutans*) в группе ВИЧ-инфицированных больных превысила показатели контрольной группы на 85,4%. Коэффициент корреляции с *Candida spp.* составил  $r=0,51$  ( $p<0,05$ ), что отражает положительную связь между этими микроорганизмами. Рост *Str. mutans* может быть обусловлен сочетанием иммуносупрессии и большого потребления сахаров пациентами, которые стимулируют метаболическую активность данного таксона и повышают синтез органических кислот, повреждающих эмаль зуба. Положительная корреляция *Str. mutans* с *Candida spp.* может объясняться конкуренцией за углеводы (из пищевых остатков) и усилением адгезии грибов к слизистой оболочке рта под действием кислой среды, формируемой данным кариесопатогеном. Подобные выводы встречаются и в других работах, где указывается на вклад *Str. mutans* в колонизацию *Candida spp.* при нарушенном микробном равновесии [8]. Данные изменения подчеркивают значимость тщательного контроля гигиены ротовой полости и коррекции метаболических нарушений у ВИЧ-позитивных пациентов. Рост *Str. mutans* и тесное взаимодействие с *Candida spp.* повышают вероятность развития кариеса и усугубляют течение кандидоза.

В группе ВИЧ-позитивных пациентов колонизационная плотность *Staphylococcus epidermidis* превысила показатели здоровых лиц на 100% ( $p<0,001$ ). Положительная корреляция с грибами рода *Candida* ( $r=0,54$ ;  $p<0,05$ ) указывает на их коагрегацию и возможную взаимную устойчивость к антимикробным препаратам. Известно, что в норме *Staphylococcus epidermidis* способствует гомеостазу, конкурируя с патогенами. Однако при дисбиозе и слабом иммунном ответе он может проявлять оппортунистические



свойства. Формирование совместных биопленок с *Candida spp.* может повышать патогенность обоих микроорганизмов и затруднять противогрибковую терапию. Рост *Staphylococcus epidermidis* в ротовой полости, вероятно, связан с нарушением барьерных функций слизистой оболочки рта и иммуносупрессией, характерной для ВИЧ-положительных пациентов. Ослабление местного иммунитета облегчает колонизацию стафилококка на слизистой оболочке рта и приводит к формированию устойчивых биопленок. Подобное взаимодействие *Staphylococcus epidermidis* и *Candida spp.* повышает риск рецидивов орального кандидоза и может приводить к распространению инфекции за орофациальные пределы.

Колонизационная плотность *Staphylococcus aureus* в группе ВИЧ-инфицированных пациентов увеличилась на 303,5%. Положительная корреляция с *Candida spp.* ( $r=0,5$ ;  $p<0,05$ ) свидетельствует о совместном повышении патогенности. Рост данного вида бактерий может быть связан с механическими повреждениями слизистой оболочки рта и локальной иммуносупрессией. Кроме того, *Candida albicans* выделяет метаболиты (молочная и уксусная кислоты, этанол) и сигнальные молекулы (тиросол), которые стимулируют рост *Staphylococcus aureus* и его адгезию к слизистой оболочке [10]. Согласно литературным данным, полная нормализация иммунитета зачастую не приводит к существенному снижению колонизационной плотности этой бактерии [11]. Представленный микроорганизм способен формировать биопленки вместе с *Candida albicans*, усиливая их вирулентность и устойчивость к антимикробным препаратам [10]. Подобное взаимодействие повышает риск воспалительных осложнений и может привести к развитию системных инфекций.

В группе ВИЧ-положительных больных колонизационная плотность *Peptostreptococcus anaerobius* выросла на 21,6%. Положительная корреляция с *Candida spp.* ( $r=0,54$ ;  $p<0,05$ ) подтверждает одновременный рост обоих таксонов. Увеличение колоний *Peptostreptococcus anaerobius* может объясняться благоприятными анаэробными условиями, возникающими при снижении локального иммунитета. Данный бактериальный таксон поддерживает низкую концентрацию кислорода в микросреде, способствуя развитию *Candida spp.* Подобные процессы участвуют в формировании пародонтальных патологий у пациентов с иммунодефицитом. Сочетанный рост *Peptostreptococcus anaerobius* и *Candida spp.* усиливает воспалительные реакции в ротовой полости, повышает риск пародонтита и утяжеляет течение орального кандидоза [12].

### Грамположительные палочки

В группе пациентов с ВИЧ наблюдался выраженный дисбаланс оральной микробиоты, сопровождающийся глубокой перестройкой популяций грамположительных палочек. Полностью отсутствовал ряд бактериальных сообществ (*Actinomyces viscosus*, *Bacillus cereus*), которые раньше поддерживали биоразнообразие микробиоты (табл. 2).

В контрольной группе выявлялся *Bacillus cereus*, тогда как у ВИЧ-инфицированных пациентов этот вид не обнаруживался. Данный аэробный таксон в норме способствует метаболической стабильности и конкурирует с грибами рода *Candida* за субстраты. Его исчезновение в ротовой жидкости ВИЧ-инфицированных

**Таблица 2. Колонизационная плотность грамположительных палочек и их корреляция с грибами рода *Candida* у ВИЧ-инфицированных пациентов с диагностированным оральным кандидозом по сравнению с практически здоровыми добровольцами**

Table 2. Colonization density of gram-positive bacilli and their correlation with *Candida spp.* in HIV-infected patients diagnosed with oral candidiasis compared to practically healthy individuals

Род, вид	Пациенты с ВИЧ, КОЕ/мл $\times 10^5$	Контрольная группа, КОЕ/мл $\times 10^5$	$\Delta$ , %	$r$
<i>Actinomyces viscosus</i>	0	3,13 $\pm$ 1,12	-100	—
<i>Bacillus cereus</i>	0*	20,09 $\pm$ 12,53	-100	1*
<i>Bacillus megaterium</i>	90,90 $\pm$ 48,01	68,00 $\pm$ 27,49	33,7	0,32
<i>Bifidobacterium spp.</i>	79,19 $\pm$ 39,55	292,46 $\pm$ 81,92	-72,9	-0,69*
<i>Blautia coccooides spp.</i>	18,70 $\pm$ 8,95*	36,00 $\pm$ 17,25	-48,1	-0,60*
<i>Clostridium spp.</i> (группа <i>C. tetani</i> )	97,10 $\pm$ 60,30†	840,37 $\pm$ 474,80	-88,4	-0,54*
<i>Clostridium propionicum</i>	82,74 $\pm$ 51,44†	342,80 $\pm$ 242,50	-75,9	-0,10
<i>Clostridium perfringens</i>	22,42 $\pm$ 17,72†	57,51 $\pm$ 18,73	-61,0	0,06
<i>Clostridium ramosum</i>	1335,52 $\pm$ 264,70†	2929,11 $\pm$ 369,46	-54,4	-0,11
<i>Corynebacterium spp.</i>	3,06 $\pm$ 0,22†	22,31 $\pm$ 16,13	-86,3	0,03
<i>Eggerthella lenta</i>	64,16 $\pm$ 12,27	62,26 $\pm$ 34,25	3,1	0,59*
<i>Eubacterium spp.</i>	142,96 $\pm$ 76,3†	64,16 $\pm$ 34,25	122,8	0,66*
<i>Lactobacillus spp.</i>	331,07 $\pm$ 49,64†	977,26 $\pm$ 146,61	-66,1	-0,51*
<i>Mycobacterium spp.</i>	0	0	—	—
<i>Nocardia spp.</i>	33,29 $\pm$ 15,50†	244,86 $\pm$ 121,7	-86,4	-0,57*
<i>Nocardia asteroides</i>	16,90 $\pm$ 6,50*	33,43 $\pm$ 25,05	-49,4	0,14
<i>Propionibacterium spp.</i>	86,03 $\pm$ 41,46†	37,86 $\pm$ 23,4	127,2	0,45
<i>Propionibacterium jensenii</i>	4,77 $\pm$ 5,10*	13,66 $\pm$ 9,84	-65,1	0,07
<i>Propionibacterium acnes</i>	86,03 $\pm$ 41,46†	37,86 $\pm$ 23,4	127,2	0,59*
<i>Propionibacterium freudenreichii</i>	289,32 $\pm$ 65,53	352,74 $\pm$ 199,86	-18,0	0,53*
<i>Pseudonocardia spp.</i>	9,13 $\pm$ 5,95	10,26 $\pm$ 7,57	-11,0	-0,07
<i>Rhodococcus spp.</i>	19,94 $\pm$ 11,49†	133,14 $\pm$ 70,35	-85,0	0,11
<i>Streptomyces spp.</i>	190,68 $\pm$ 44,73	177,46 $\pm$ 51,57	7,4	0,62
<i>Streptomyces farmamarensis</i>	0	0	—	—

Примечание.  $\Delta$  — относительная разница с контрольной группой,  $r$  — коэффициент корреляции Пирсона. Отличие от контрольной группы статистически достоверно значимо: \* —  $p<0,05$ ; † —  $p<0,001$ .

больных отражало нарушение аэробно-анаэробного равновесия и ослабление противомикотического барьера. Это создает благоприятные условия для развития орального кандидоза [13].

Ряд бактериальных таксонов у пациентов с ВИЧ значительно снижали свою колонизационную плотность. Популяционная плотность *Clostridium spp.* (группа *C. tetani*) уменьшилась на 88,4%. При этом регистрировалась отрицательная корреляция с уровнем *Candida spp.* ( $r=-0,54$ ;  $p<0,05$ ). В норме эти анаэробные бактерии ферментируют углеводы и создают стабильные анаэробные условия, что сдерживает разрастание грибковых таксонов. У пациентов с ВИЧ иммунная система ослаблена, а метаболические параметры и питательные субстраты изменяются. В результате *Candida spp.* легче колонизировать на слизистой оболочке рта. Как правило, уменьшение *Clostridium spp.* приводит к усилению грибковой инвазии и усложняет контроль инфекции. Поэтому выявленное изменение можно рассматривать как неблагоприятный прогностический признак прогрессирования орального кандидоза у ВИЧ-инфицированных больных.

Колонизационная плотность *Nocardia spp.* в группе ВИЧ-позитивных пациентов снижалась на 86,3% и отрицательно коррелировала с грибами рода *Candida* ( $r=-0,57$ ;  $p<0,05$ ). Эти бактерии синтезируют соединения, ингибирующие рост патогенных таксонов, и утилизируют метаболиты, которые могут служить питательным субстратом для *Candida spp.* Утрата этих функций приводит к уменьшению конкуренции в микробиоме и снижению микробного разнообразия. В результате этого колонизация рта *Candida spp.* увеличивается. Клинически снижение *Nocardia spp.* ослабляло барьер против грибковой инфекции и уменьшало эффективность противогрибковой терапии.

У *Rhodococcus spp.* и *Corynebacterium spp.* колонизационная плотность сокращалась более чем на 80%. Данное снижение отражало потерю комменсальных видов, которые участвуют в синтезе и метаболизме аминокислот, важных для сохранения бактериального биоразнообразия. Дефицит питательных субстратов (аминокислот, короткоцепочечных жирных кислот, железа) и уменьшение pH ротовой жидкости могут формировать менее благоприятные условия для этих бактерий, что, в свою очередь, способствует росту *Candida spp.* Подобное падение концентрации *Rhodococcus spp.* и *Corynebacterium spp.* усиливает предрасположенность к фунгальной колонизации, усложняет профилактику и терапию орального кандидоза [13].

Колонизационная плотность *Lactobacillus spp.* в группе ВИЧ-позитивных пациентов снизилась на 66,1% и имела отрицательную корреляцию с *Candida spp.* ( $r=-0,51$ ;  $p<0,05$ ). Данная ситуация может быть вызвана нарушением диеты, антибиотикотерапией или недостаточным количеством питательных субстратов [3]. Уменьшение этого бактериального сообщества ослабляет ферментацию углеводов, снижает синтез молочной кислоты и смещает pH ротовой жидкости в более кислую сторону [14], что также объясняет рост *Candida spp.* у ВИЧ-инфицированных больных. Как известно, фунгальные метаболиты, используемые

в терапии иммунодефицитных состояний, могут подавлять *Lactobacillus spp.* [7]. Таким образом, нарушение микробного равновесия в ротовой полости у данного контингента становится еще более выраженным, подтверждалось полученными нами данными.

Колонизационная плотность *Bifidobacterium spp.* в ротовой жидкости больных ВИЧ уменьшалась более чем на 70% по сравнению с группой контроля. Коэффициент корреляции ( $r=-0,69$ ;  $p<0,05$ ) отражал выраженную отрицательную связь между *Bifidobacterium spp.* и грибами рода *Candida*, что указывало на потерю регуляторного баланса. На метаболическом уровне бифидобактерии синтезируют молочную и уксусную кислоты, а также иные низкомолекулярные метаболиты, поддерживающие pH в ротовой полости и затрудняющие рост фунгальных таксонов. Сокращение бифидобактерий также снижает продукцию бактериоцинов и других антимикробных субстанций, которые могут подавлять развитие грибов. В результате этого у обследуемого контингента возрастают риски глубокой инвазии грибов рода *Candida* в слизистую оболочку рта, а также возникновения и прогрессирования воспалительных процессов, транслокации грибковой инфекции.

Колонизационная плотность *Actinomyces spp.* в исследуемой среде уменьшилась на 100% и имела отрицательную корреляцию с *Candida spp.* ( $p<0,05$ ). Падение концентрации *Actinomyces spp.* ослабляет стабилизирующий эффект на микробиом. Эти бактерии поддерживают структуру микробных пленок и препятствуют избыточному росту условно-патогенных таксонов. Их снижение может отражать последствия иммунодефицита, при котором организм утрачивает способность сохранять разнообразие оральной микробиоты [15]. Такая перестройка микробиома ротовой полости повышает риск манифестации имеющейся хронической инфекции и затрудняет выбор оптимальной терапии как фоновой патологии, так и коморбидных состояний.

Определен рост колонизационной плотности *Propionibacterium spp.* у пациентов с ВИЧ-инфекцией на 127,2% ( $p<0,001$ ). Эти бактерии положительно коррелировали с *Candida spp.* ( $r=0,45$ ;  $p<0,05$ ), что указывало на их роль в формировании стойких грибково-бактериальных биопленок. Предположительно увеличение концентрации *Propionibacterium spp.* могло быть связано как с нарушенным бактериальным равновесием, так и с, вероятно, измененной питательной средой, упрощающей колонизацию грибов рода *Candida*.

*Eubacterium spp.* увеличили колонизационную плотность более чем на 122,8% ( $p<0,001$ ) и демонстрировали положительную корреляцию с грибковыми таксонами рода *Candida* ( $r=0,66$ ;  $p<0,05$ ). Этот факт свидетельствовал о модулирующем действии бактериального сообщества на рост и адгезию *Candida*, что повышало эффективность колонизации грибов и способствовало развитию кандидоза.

*Clostridium difficile*, *Mycobacterium spp.* и *Streptomyces farmamarensis* не выявлялись ни в группе ВИЧ-инфицированных пациентов, ни в контрольной группе, что исключает их вклад в формирование различий микробного состава между когортами.

## ВЫВОДЫ

ВИЧ-инфицированные пациенты с диагностированным оральным кандидозом имеют выраженный дисбиоз ротовой полости. В ротовой жидкости в микробиологическом пейзаже грамположительных бактерий наблюдается критическое снижение ряда таксонов (включая *Bacillus cereus*, *Clostridium spp.*, *Nocardia spp.*, *Rhodococcus spp.*, *Corynebacterium spp.*, *Propionibacterium jensenii*, *Clostridium perfringens*, *Clostridium ramosum*) вплоть до полной элиминации. У больных ВИЧ-инфекцией с оральным кандидозом отмечается увеличение доли оппортунистических патогенов, таких как *Staphylococcus spp.*, *Streptococcus spp.*, *Enterococcus spp.* и *Peptostreptococcus anaerobius*, а также грибов рода *Candida*.

Пациенты с оральным кандидозом на фоне ВИЧ-инфекции в ротовой полости имеют сформированную выраженную кариесогенную ситуацию и риск возникновения/прогрессирования воспалительных заболеваний тканей пародонта. Данная группа больных нуждается в регулярных лечебно-профилактических мерах стоматологического профиля.

## ЛИТЕРАТУРА:

1. Чарушин А.О., Еловиков А.М., Чарушина И.П. Новые возможности комплексного лечения орофарингеального кандидоза у ВИЧ-инфицированных пациентов на поздних стадиях заболевания. — *Терапевтический архив*. — 2023; 1: 52—56. [eLibrary ID: 50329840](#)
2. Трофимец Е.К. Эпидемиологические особенности патологии полости рта у вич-инфицированных пациентов. — *Университетская клиника*. — 2017; 4—1 (25): 205—208. [eLibrary ID: 30744593](#)
3. Бекаева У.Б., Галкина О.П., Выдашенко А.В. Оральные кандидозы, сочетанные с COVID-19 (обзор литературы). — *Клиническая стоматология*. — 2022; 3: 104—111. [eLibrary ID: 49514210](#)
4. Brenchley J.M., Serrano-Villar S. From dysbiosis to defense: harnessing the gut microbiome in HIV/SIV therapy. — *Microbiome*. — 2024; 12 (1): 113. [PMID: 38907315](#)
5. Платонова А.Г., Осипов Г.А., Бойко Н.Б., Кириллова Н.В., Родионов Г.Г. Хромато-масс-спектрометрическое исследование микробных жирных кислот в биологических жидкостях человека и их клиническая значимость. — *Клиническая лабораторная диагностика*. — 2015; 12: 46—55. [eLibrary ID: 25304699](#)
6. Li H., et al. Interactions between *Candida albicans* and the resident microbiota. — *Front Microbiol.* — 2022; 13: 930495. [PMID: 36204612](#)
7. Kim D., Lee K.D., Choi C. Role of LAB in silage fermentation: Effect on nutritional quality and organic acid production—An overview. — *AIMS Agriculture and Food*. — 2021; 1: 216—234 (In). [DOI: 10.3934/agrfood.2021014](#)
8. Metwalli K.H., Khan S.A., Krom B.P., Jabra-Rizk M.A. Streptococcus mutans, *Candida albicans*, and the human mouth: a sticky situation. — *PLoS Pathog.* — 2013; 9 (10): e1003616. [PMID: 24146611](#)
9. Sztajer H., Szafranski S.P., Tomasch J., Reck M., Nimtz M., Rohde M., Wagner-Döbler I. Cross-feeding and interkingdom communication in dual-species biofilms of *Streptococcus mutans* and *Candida albicans*. — *ISME J.* — 2014; 8 (11): 2256—71. [PMID: 24824668](#)

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенное исследование подтвердило наличие выраженного дисбиоза ротовой полости у ВИЧ-инфицированных пациентов с оральным кандидозом, который сопровождается существенным увеличением доли оппортунистических патогенов (*Staphylococcus spp.*, *Streptococcus spp.*, *Enterococcus spp.* и *Peptostreptococcus anaerobius*) и критическим снижением ряда комменсальных таксонов (*Bacillus cereus*, *Clostridium spp.*, *Nocardia spp.*, *Rhodococcus spp.*, *Corynebacterium spp.*, *Propionibacterium jensenii*, *Clostridium perfringens*, *Clostridium ramosum*).

У пациентов, страдающих оральным кандидозом на фоне ВИЧ-инфекции, формируется выраженная предрасположенность к кариесу и существенно возрастает вероятность возникновения или обострения воспалительных процессов в тканях пародонта, что обуславливает необходимость регулярного стоматологического наблюдения и комплексной профилактики.

Поступила/Received: 09.02.2025

Принята в печать/Accepted: 11.08.2025

## REFERENCES:

1. Charushin A.O., Elovikov A.M., Charushina I.P. New opportunities for complex treatment of oropharyngeal candidiasis in HIV-infected patients in the later stages of the disease. *Therapeutic Archive*. 2023; 1: 52—56 (In Russian). [eLibrary ID: 50329840](#)
2. Trofymets E.K. Epidemiological peculiarities of the oral cavity pathology of the HIV-infected patients. *University Clinic*. 2017; 4—1 (25): 205—208 (In Russian). [eLibrary ID: 30744593](#)
3. Bekavaeva U.B., Galkina O.P., Vydashenko A.V. Oral candidiasis combined with COVID-19 (literature review). *Clinical Dentistry (Russia)*. 2022; 3: 104—111 (In Russian). [eLibrary ID: 49514210](#)
4. Brenchley J.M., Serrano-Villar S. From dysbiosis to defense: harnessing the gut microbiome in HIV/SIV therapy. *Microbiome*. 2024; 12 (1): 113. [PMID: 38907315](#)
5. Platonova A.G., Osipov G.A., Boiko N.B., Kirillova N.V., Rodionov G.G. The chromatography-mass spectrometry analysis of microbial fatty acids in human biological fluids and their clinical significance. *Russian Clinical Laboratory Diagnostics*. 2015; 12: 46—55 (In Russian). [eLibrary ID: 25304699](#)
6. Li H., Miao M.X., Jia C.L., Cao Y.B., Yan T.H., Jiang Y.Y., Yang F. Interactions between *Candida albicans* and the resident microbiota. *Front Microbiol.* 2022; 13: 930495. [PMID: 36204612](#)
7. Kim D., Lee K.D., Choi C. Role of LAB in silage fermentation: Effect on nutritional quality and organic acid production—An overview. *AIMS Agriculture and Food*. 2021; 1: 216—234 (In). [DOI: 10.3934/agrfood.2021014](#)
8. Metwalli K.H., Khan S.A., Krom B.P., Jabra-Rizk M.A. Streptococcus mutans, *Candida albicans*, and the human mouth: a sticky situation. *PLoS Pathog.* 2013; 9 (10): e1003616. [PMID: 24146611](#)
9. Sztajer H., Szafranski S.P., Tomasch J., Reck M., Nimtz M., Rohde M., Wagner-Döbler I. Cross-feeding and interkingdom communication in dual-species biofilms of *Streptococcus mutans* and *Candida albicans*. *ISME J.* 2014; 8 (11): 2256—71. [PMID: 24824668](#)



10. Bertolini M., Ranjan A., Thompson A., Diaz P.I., Sobue T., Maas K., Dongari-Bagtzoglou A. Candida albicans induces mucosal bacterial dysbiosis that promotes invasive infection. — *PLoS Pathog.* — 2019; 15 (4): e1007717. [PMID: 31009520](#)
11. Kelly A.M., Leech J.M., Doyle S.L., McLoughlin R.M. Staphylococcus aureus-induced immunosuppression mediated by IL-10 and IL-27 facilitates nasal colonisation. — *PLoS Pathog.* — 2022; 18 (7): e1010647. [PMID: 35776778](#)
12. Rossoni R.D., Ribeiro F.D.C., De Barros P.P., Mylonakis E., Junqueira J.C. A Prerequisite for health: Probiotics. — In: Kambouris M.E., Velegaki A. (eds.) Microbiomics. Dimensions, applications, and translational implications of human and environmental microbiome research. — Elsevier, 2020. — Pp. 225—244. [DOI: 10.1016/B978-0-12-816664-2.00011-6](#)
13. Галкина О.П., Грохотова А.В. Применение спрея «Аквабиолис» в лечении орального кандидоза у ВИЧ-инфицированных пациентов. — *Вестник физиотерапии и курортологии.* — 2024; 2: 97. [eLibrary ID: 75175807](#)
14. Mukherjee P.K., Chandra J., Retuerto M., Sikaroodi M., Brown R.E., Jurevic R., Salata R.A., Lederman M.M., Gillevet P.M., Ghanoun M.A. Oral mycobiome analysis of HIV-infected patients: identification of Pichia as an antagonist of opportunistic fungi. — *PLoS Pathog.* — 2014; 10 (3): e1003996. [PMID: 24626467](#)
15. Fidel P.L. Jr, Thompson Z.A., Lilly E.A., Granada C., Treas K., Dubois K.R. 3rd, Cook L., Hashmi S.B., Lisko D.J., Mukherjee C., Vazquez J.A., Hagensee M.E., Griffen A.L., Leys E.J., Beall C.J. Effect of HIV/HAART and other clinical variables on the oral mycobiome using multivariate analyses. — *mBio.* — 2021; 12 (2): e00294—21. [PMID: 33758093](#)
10. Bertolini M., Ranjan A., Thompson A., Diaz P.I., Sobue T., Maas K., Dongari-Bagtzoglou A. Candida albicans induces mucosal bacterial dysbiosis that promotes invasive infection. *PLoS Pathog.* 2019; 15 (4): e1007717. [PMID: 31009520](#)
11. Kelly A.M., Leech J.M., Doyle S.L., McLoughlin R.M. Staphylococcus aureus-induced immunosuppression mediated by IL-10 and IL-27 facilitates nasal colonisation. *PLoS Pathog.* 2022; 18 (7): e1010647. [PMID: 35776778](#)
12. Rossoni R.D., Ribeiro F.D.C., De Barros P.P., Mylonakis E., Junqueira J.C. A Prerequisite for health: Probiotics. In: Kambouris M.E., Velegaki A. (eds.) Microbiomics. Dimensions, applications, and translational implications of human and environmental microbiome research. Elsevier, 2020. Pp. 225—244. [DOI: 10.1016/B978-0-12-816664-2.00011-6](#)
13. Galkina O.P., Grokhotova A.V. Use of the “Akviabiolis” spray in the treatment of oral candidiasis in HIV-infected patients. *Vestnik fizioterapii i kurortologii.* 2024; 2: 97 (In Russian). [eLibrary ID: 75175807](#)
14. Mukherjee P.K., Chandra J., Retuerto M., Sikaroodi M., Brown R.E., Jurevic R., Salata R.A., Lederman M.M., Gillevet P.M., Ghanoun M.A. Oral mycobiome analysis of HIV-infected patients: identification of Pichia as an antagonist of opportunistic fungi. *PLoS Pathog.* 2014; 10 (3): e1003996. [PMID: 24626467](#)
15. Fidel P.L. Jr, Thompson Z.A., Lilly E.A., Granada C., Treas K., Dubois K.R. 3rd, Cook L., Hashmi S.B., Lisko D.J., Mukherjee C., Vazquez J.A., Hagensee M.E., Griffen A.L., Leys E.J., Beall C.J. Effect of HIV/HAART and other clinical variables on the oral mycobiome using multivariate analyses. *mBio.* 2021; 12 (2): e00294—21. [PMID: 33758093](#)

# Изолайн

ВВ  
ВЛАДМИВА

подкладочный компомерный  
материал светового отверждения

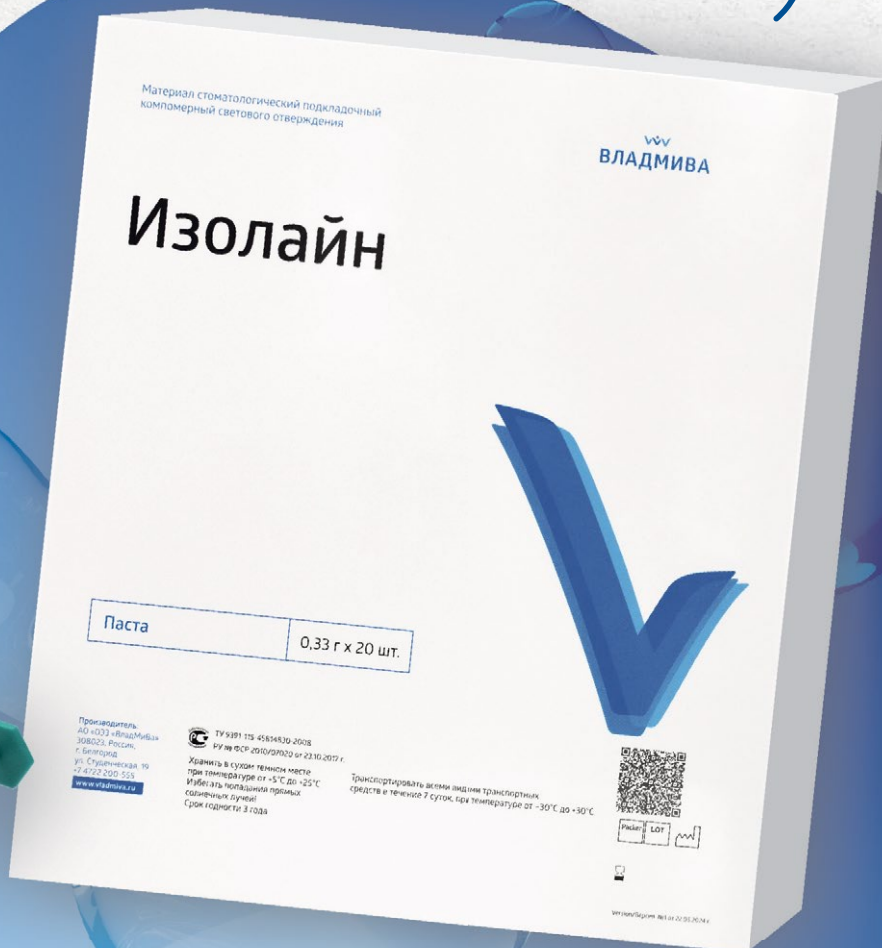
для не прямой изоляции пульпы под композитные реставрации

## Преимущества

- ✓ отличная термоизоляция тканей зуба
- ✓ содержит гидроксиапатит кальция
- ✓ компенсация внутреннего напряжения, возникающего в процессе полимеризационной усадки композитных материалов
- ✓ содержит гидроксиапатит
- ✓ рентгеноконтрастен
- ✓ повышенное фторовыделение
- ✓ низкая растворимость

на правах рекламы

НОВАЯ УДОБНАЯ ФОРМА  
ВЫПУСКА В УНИДОЗАХ!



DOI: 10.37988/1811-153X\_2025\_3\_56

[В.С. Тлустенко,](#)

к.м.н., доцент кафедры стоматологии ИПО

[М.В. Щербаков,](#)

к.м.н., доцент кафедры ортопедической стоматологии

[В.П. Тлустенко,](#)

д.м.н., профессор кафедры ортопедической стоматологии

[В.А. Кошелев,](#)

ассистент кафедры ортопедической стоматологии

[Н.В. Ногина,](#)

к.м.н., доцент кафедры стоматологии ИПО

СамГМУ, 443099, Самара, Россия

## Оценка степени значимости окклюзионных нарушений при заболеваниях пародонта на основе клинико-функционального исследования

**Реферат.** Основным этиологическим фактором пародонтита, по современным представлениям, является бактериальное воздействие с последующим иммунным ответом организма и выработкой провоспалительных цитокинов. Генетическая предрасположенность, образ жизни, сопутствующая патология осложняют течение заболевания. Прочие факторы риска включают окклюзионные нарушения, приводящие к травматической перегрузке пародонта. Однако на сегодняшний день отсутствуют убедительные исследования, раскрывающие роль и характер окклюзионных факторов, влияющих на развитие пародонтита. **Цель исследования** — оценка степени значимости окклюзионных нарушений в развитии хронического генерализованного пародонтита легкой степени тяжести. **Материалы и методы.** Проведено наблюдательное исследование с участием 45 человек в возрасте от 25 до 45 лет с окклюзионными нарушениями по типу суперконтактов в статической и динамической окклюзии. В основную группу включено 25 лиц с хроническим генерализованным пародонтитом легкой степени тяжести, группу сравнения составили 20 человек без патологии пародонта. Для оценки состояния пародонта использовали гигиенические и пародонтальные индексы, проводили окклюзионный анализ, оценивали биоэлектрическую активность жевательных мышц посредством поверхностной электромиографии, исследовали микроциркуляцию в тканях пародонта методом реопародонтографии. **Результаты.** Гигиенические индексы в основной группе отражали неудовлетворительный уровень гигиены полости рта, пародонтальные индексы имели достоверно более высокие значения в основной группе. Реографические характеристики микроциркуляторного русла показали статистически высоко значимые различия между группа-

ми: реографический индекс был ниже в основной группе и составил  $51,2 \pm 20,8$  мОм, в группе сравнения —  $82,5 \pm 14,8$  мОм ( $p < 0,001$ ). Показатель тонуса сосудов и индекс периферического сопротивления были выше в основной группе и составили 19,31 и 96,11% соответственно, в группе сравнения — 14,48 и 76,62% соответственно ( $p < 0,001$ ). По результатам функциональной пробы с максимальным сжатием в привычной окклюзии установлены высокосignимые отличия коэффициентов симметрии разноименных мышц с каждой из сторон в основной группе и группе сравнения: для правой стороны Td/Md составил 0,64 и 0,75 ( $p = 0,009$ ) соответственно, для левой Ts/Ms — 0,68 и 0,79 ( $p = 0,008$ ) соответственно. **Заключение.** Согласно полученным данным, окклюзионные интерференции в ряде случаев вызывают изменения микрогемодинамики интактного пародонта, но в большинстве случаев компенсируются его резервными силами. При наличии воспалительного процесса в пародонте окклюзионные нарушения можно рассматривать как потенциальныйотягающий фактор риска.

**Ключевые слова:** хронический пародонтит, травматическая окклюзия зубов, поверхностная электромиография, микроциркуляция

### ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ:

Тлустенко В.С., Щербаков М.В., Тлустенко В.П., Кошелев В.А., Ногина Н.В. Оценка степени значимости окклюзионных нарушений при заболеваниях пародонта на основе клинико-функционального исследования. — *Клиническая стоматология*. — 2025; 28 (3): 56—62. DOI: 10.37988/1811-153X\_2025\_3\_56

[V.S. Tlustenko,](#)

PhD in Medical sciences, associate professor of the Dentistry department

[M.V. Shcherbakov,](#)

PhD in Medical Sciences, associate professor of the Prosthodontics Department

[V.P. Tlustenko,](#)

Doctor of Science in Medicine, professor of the Prosthodontics Department

[V.A. Koshelev,](#)

assistant at the Prosthodontics Department

[N.V. Nogina,](#)

PhD in Medical sciences, associate professor of the Dentistry department

Samara State Medical University,  
443099, Samara, Russia

## Evaluation of the degree of significance of occlusal disorders in periodontal diseases based on clinical and functional research

**Abstract.** The main etiologic factor of periodontitis according to modern concepts is bacterial action followed by the immune response of the body and the production of proinflammatory cytokines. Genetic predisposition, lifestyle, and concomitant pathology complicate the course of the disease. Other risk factors include occlusal disorders leading to traumatic overload of the periodontium. However, to date, there are no convincing studies revealing the role and nature of occlusal factors influencing the development of periodontitis. **The aim of the study** is to assess the significance of occlusal disorders in the development of chronic generalized periodontitis of mild severity. **Materials and methods.** An observational study was conducted involving 45 people aged 25 to 45 years with identified occlusal disorders of the supercontact type in static and dynamic occlusions. The main group included 25 individuals with occlusal interferences against the background of chronic generalized periodontitis of mild severity, the comparison group consisted of 20 individuals with identified occlusal interferences without established



periodontal pathology. To assess the condition of the periodontium, hygienic and periodontal indices were used, occlusal analysis was performed, the bioelectrical activity of the masticatory muscles was assessed using surface electromyography, and microcirculation in the periodontal tissues was studied using the rheoparodontography method.

**Results.** According to the results of the study, the hygienic indices of individuals in the main group reflected an unsatisfactory level of oral hygiene, periodontal indices had significantly higher values in the main group. Rheographic characteristics of the microcirculatory bed showed statistically highly significant differences between the groups: the rheographic index was lower in the main group and amounted to  $51.2 \pm 20.8$  mΩ, in the comparison group —  $82.5 \pm 14.8$  mΩ ( $p < 0.001$ ). The vascular tone index and the peripheral resistance index were higher in the main group and amounted to 19.31% and 96.11%, respectively, in the comparison group — 14.48% and 76.62% ( $p < 0.001$ ), respectively. According to the results of the functional test with maximum compression in habitual occlusion, highly significant differences in the symmetry coefficients of opposite muscles on each side were established

in the main group and the comparison group: for the right side, Td/Md was 0.64 and 0.75 ( $p = 0.009$ ), respectively, for the left, Ts/Ms was 0.68 and 0.79 ( $p = 0.008$ ), respectively. **Conclusion.** According to the data obtained, occlusal interferences in some cases cause changes in the microhemodynamics of the intact periodontium, but are compensated in most cases by its reserve forces. In the presence of an inflammatory process in the periodontium, occlusal disorders can be considered as a potential aggravating risk factor.

**Key words:** chronic periodontitis, traumatic dental occlusion, surface electromyography, microcirculation

#### FOR CITATION:

\*\*\*\*\*  
Tlustenko V.S., Shcherbakov M.V., Tlustenko V.P., Koshelev V.A., Nogina N.V. Evaluation of the degree of significance of occlusal disorders in periodontal diseases based on clinical and functional research. *Clinical Dentistry (Russia)*. 2025; 28 (3): 56—62 (In Russian). DOI: 10.37988/1811-153X\_2025\_3\_56

## ВВЕДЕНИЕ

Пародонтит является распространенным заболеванием полости рта, поражающим периодонтальную связку и альвеолярную кость. Согласно современным представлениям, основным этиологическим фактором пародонтита является влияние бактерий в зубном налете и последующий иммунный ответ организма с выработкой провоспалительных цитокинов [1—3]. Поскольку к основным условиям, определяющим состояние иммунитета, относят генетику человека, образ жизни, сопутствующие заболевания, развитие патологии пародонта в немалой степени также будет зависеть от указанных факторов [4].

Среди прочих причинных факторов риска, потенциально вносящих вклад в развитие и течение заболевания, можно выделить окклюзионный. Однако современные исследования влияния окклюзии на пародонт, соответствующие принципам доказательной медицины, в большинстве своем проведены на животных. Несмотря на сложность и ряд особенностей экстраполяции на человека данных, получаемых в экспериментальных исследованиях на животных, была показана связь между механическими стимулами под действием окклюзионной нагрузки и биохимическими процессами в пародонте, приводящими к регенеративным процессам периодонтальной связки [5, 6]. Принимая эти данные во внимание, адекватные окклюзионные силы необходимо считать важным фактором нормального функционирования интактного пародонта.

В то же время нарушения окклюзии наиболее целесообразно рассматривать как элемент в комплексе возможных причин, инициирующих заболевания пародонта, либо какотягчающий компонент уже существующей патологии [7, 8]. Избыточные окклюзионные силы, в свою очередь, должны выявляться и устраняться при лечении пародонтита [9]. С этой точки зрения окклюзионные нарушения должны быть источником травматических сил, превышающих адаптивные способности пародонта [10]. Травматическая окклюзия может сопутствовать таким клиническим признакам, как рецессия десны, наличие пародонтальных карманов,

наклон зубов и их подвижность [11, 12]. При этом задача установления причинно-следственных связей данных процессов чрезвычайно сложна, учитывая тот факт, что заболевания пародонта в свою очередь могут обуславливать окклюзионные нарушения [13].

Несбалансированная окклюзия зачастую обуславливает дискоординацию жевательной мускулатуры, выявляемую при электромиографических исследованиях [14]. При воспалительных процессах в пародонте неизбежно меняется состояние микроциркуляции крови в его тканях. Происходит снижение скорости кровотока, связанное с утратой способности к активному сокращению вследствие спазма артериол и венозного застоя в микроциркуляторном русле с выраженными реологическими нарушениями и стазом [15]. При проведении реопародонтографии установлено превышение индекса периферического сопротивления току крови по причине стойкого снижения эластичности сосудистой стенки у пациентов с артериальной гипертензией и хроническим пародонтитом [16]. У лиц с хроническим генерализованным пародонтитом в большинстве случаев наблюдается значительное количество артериовенозных анастомозов с беспорядочным током крови, а также выявляются поврежденные капилляры с неровными краями и элементами периваскулярного отека, что свидетельствует о нарушении проницаемости сосудов [17]. Однако стоит учитывать, что указанные сосудистые реакции в большей степени являются результатом прямого и косвенного воздействия пародонтопатогенов.

Объективная оценка степени воздействия травматического окклюзионного компонента на воспаленные ткани, окружающие зуб, с помощью исследования кровообращения в микроциркуляторном русле представляет собой сложную задачу. Показана роль увеличения концентрации нагрузки на зубы с заболеваниями пародонта в изменениях показателей реопародонтографии, заключающихся в более высоких значениях показателя тонуса сосудов и индекса периферического сопротивления [18]. Получить представление о механизме влияния высоких окклюзионных сил на микроциркуляцию представляется возможным в исследованиях с интактным пародонтом, так как все изменения в данных

случаях не будут зависеть от пародонтопатогенной микрофлоры [19]. Предполагаемым эффектом от сдавления периодонтальных связок в зоне травматической окклюзии является нарушение микроциркуляции, меняющее клеточный метаболизм в результате снижения уровня оксигенации и последующей гипоксии сжатых связок [20]. Несмотря на это, остается неопределенным, какой величины окклюзионные силы и при каких сопутствующих факторах становятся катализатором воспалительно-деструктивных процессов в пародонте.

**Цель исследования** — оценка значимости окклюзионных нарушений в развитии хронического генерализованного пародонтита легкой степени тяжести.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Проведено обсервационное исследование типа «случай–контроль» с участием 45 человек в возрасте от 25 до 45 лет (средний возраст —  $31,0 \pm 3,2$  года) с хроническим генерализованным пародонтитом легкой степени и окклюзионными нарушениями по типу суперконтактов.

**Критерии включения:** наличие не более 3 одиночных ортопедических конструкций; физиологические виды прикуса; артериальное давление в пределах нормы. **Критерии не включения:** наличие в полости рта ортопедических конструкций на имплантатах; ортодонтическое лечение в анамнезе; тяжелые сопутствующие заболевания; внутрисуставные нарушения височно-нижнечелюстного сустава.

В соответствии с целью исследования пациенты набирались в 2 группы:

- 1) основную — 25 человек с окклюзионными интерференциями на фоне хронического генерализованного пародонтита легкой степени тяжести;
- 2) сравнения — 20 человек с окклюзионными интерференциями без установленной патологии пародонта.

Для выявления окклюзионных нарушений проводился анализ функциональной окклюзии в артикуляторе «Stratos 300» (Ivoclar, Германия). Для маркировки суперконтактов использовали артикуляционную бумагу толщиной 200 и 40 мкм, металлизированную артикуляционную фольгу толщиной 12 мкм.

Преждевременными принимались контакты не только в положении центральной окклюзии, но и выявляемые при эксцентрических движениях нижней челюсти (передняя и латеральные окклюзии).

Для оценки состояния пародонта использовались гигиенические и пародонтальные индексы: индекс гигиены полости рта Грина–Вермильона (ОHI-S), индекс зубного налета Силнесс–Лоэ (PLI), пародонтальный индекс Рассела (PI), индекс кровоточивости десневой борозды Мюллеманна–Коуэлла (SBI). Кроме того, исследовался пародонт в 6 точках вокруг каждого зуба с помощью пародонтального зонда; подвижность зубов определялась по шкале S.C. Miller (1938) в модификации T.J. Flezar (1980). Анализ состояния костной ткани проводился по данным ортопантомографии.

Регистрацию биоэлектрической активности жевательных мышц осуществляли путем проведения пробы

максимального волевого сжатия челюстей в положении максимального фиссурно-бугоркового контакта длительностью 5 секунд. С этой целью проводили поверхностную электромиографию с использованием накожных электродов посредством 4-канального электронейромиографа «Синапсис» («Нейротех», Россия). Количественному анализу подвергались следующие показатели: средняя амплитуда биопотенциалов правой височной мышцы (Td), левой височной мышцы (Ts), правой собственно жевательной мышцы (Md), левой собственно жевательной мышцы (Ms); соотношения средних амплитуд биопотенциалов разноименных мышц с одной стороны и одноименных мышц с двух сторон (Td/Md, Ts/Ms, Td/Ts, Md/Ms).

Микроциркуляцию в тканях пародонта исследовали методом реопародонтографии с использованием аппаратно-программного реографического комплекса «Мицар-РЕО» («Мицар», Россия). Получены и рассчитаны следующие показатели: реографический индекс (РИ); время быстрого кровенаполнения ( $\alpha_1$ ); время медленного кровенаполнения ( $\alpha_2$ ); показатель тонуса сосудов (ПТС); индекс периферического сопротивления (ИПС).

При статистическом анализе данных для межгруппового сравнения применяли критерий Манна–Уитни. Взаимосвязи исследовали с помощью корреляционного анализа Спирмена. Результаты считали статистически значимыми при  $p < 0,05$ .

## РЕЗУЛЬТАТЫ

Значения индексов ОHI-S и PLI статистически значимо отличались у пациентов основной группы в большую сторону, составив 2,48 и 2,81 соответственно, от таковых в группе сравнения, составивших 0,49 ( $p < 0,001$ ) и 0,73 ( $p = 0,002$ ) соответственно. Индексы PI и SBI также достигли более высоких значений в основной группе — 2,41 и 1,85 соответственно, высокозначимо отличаясь от показателей в группе сравнения — 0,34 и 0,26 ( $p < 0,001$ ) соответственно (табл. 1).

По результатам функциональной пробы с максимальным сжатием в привычной окклюзии установлена более низкая биоэлектрическая активность m. temporalis и m. masseter с обеих сторон пациентов основной группы по отношению к группе сравнения. Для правой височной мышцы биоэлектрическая активность составила в среднем 614,5 мкВ, выявлены выраженные высокозначимые отличия от группы сравнения, где биоэлектрическая активность составила 677,5 мкВ ( $p < 0,001$ ).

**Таблица 1. Индексная оценка уровня гигиены полости рта и состояния пародонта**

Table 1. Index assessment of the level of oral hygiene and periodontal condition

Индекс	Основная группа	Группа сравнения	p
ОHI-S	$2,48 \pm 0,26$	$0,49 \pm 0,06$	$< 0,001$
PLI	$2,81 \pm 0,55$	$0,73 \pm 0,07$	0,002
PI	$2,41 \pm 0,52$	$0,34 \pm 0,05$	$< 0,001$
SBI	$1,85 \pm 0,17$	$0,26 \pm 0,01$	$< 0,001$

Для левой височной мышцы основной группы также выявлена более низкая биоэлектрическая активность по отношению к группе сравнения — 598,7 и 663,6 мкВ соответственно ( $p<0,001$ ). Для собственно жевательной мышцы в пробе с максимальным сжатием найдены высокосignификантные отличия для основной группы в меньшую сторону по отношению к группе сравнения. Так, биоэлектрическая активность правой собственно жевательной мышцы у пациентов основной группы составила 639,3 мкВ и была ниже, чем у пациентов группы сравнения, — 695,1 мкВ ( $p=0,007$ ). Схожие показатели биоэлектрической активности и статистических различий между группами получены и для левой собственно жевательной мышцы — 635,4 и 699,7 мкВ ( $p=0,003$ ) соответственно (табл. 2).

Коэффициенты симметрии одноименных пар мышц не доходили до референсных значений ( $<70\%$ ) в основной группе и составили: для mm. temporalis — 0,69, для mm. masseter — 0,66. Несмотря на несколько более высокие аналогичные показатели в группе сравнения: для mm. temporalis — 0,76, для mm. masseter — 0,71, между группами статистических различий не найдено ( $p=0,403$  и  $p=0,611$ ). Что касается коэффициентов симметрии разноименных мышц с каждой стороны, выявлены высокосignификантные отличия основной группы и группы сравнения. Так, для правой стороны Td/Md составил 0,64 и 0,75 ( $p=0,009$ ) соответственно, для левой Ts/Ms — 0,68 и 0,79 ( $p=0,008$ ) соответственно.

Анализ гемодинамики тканей пародонта выявил статистически высокосignификантные различия между группами. Реографический индекс в основной группе составил 51,2 мОм, что было меньше аналогичного показателя в группе сравнения на 34%, — 82,5 мОм ( $p<0,001$ ). Стоит отметить, что у 3 (15%) пациентов группы сравнения РИ также оказался понижен в среднем на  $28\pm 17$  мОм. Время быстрого кровенаполнения  $\alpha_1$  оказалось несколько выше в основной группе и составило 59,1 мс, в группе сравнения — 48,8 мс ( $p<0,001$ ). Время медленного кровенаполнения  $\alpha_2$ , определяемое эластичностью стенок сосудов микроциркуляторного русла, было значительно выше в основной группе, составив 85,5 мс ( $p<0,001$ ), в группе сравнения показатель  $\alpha_2$  — 49 мс. Примечательно, что высокие цифры времени медленного кровенаполнения зарегистрированы не только у всех лиц основной группы, но и у 2 (10%)

**Таблица 2. Показатели электромиографии жевательных мышц при максимальном сжатии челюстей**

Table 2. Electromyography indices of masticatory muscles during maximum jaw compression

	Основная группа	Группа сравнения	$p$
Правая височная мышца, мкВ	614,5 $\pm$ 59,2	677,5 $\pm$ 61,6	$<0,001$
Левая височная мышца, мкВ	598,7 $\pm$ 57,1	663,6 $\pm$ 64,1	$<0,001$
Правая собственно жевательная мышца, мкВ	639,3 $\pm$ 62,6	695,1 $\pm$ 65,2	0,007
Левая собственно жевательная мышца, мкВ	635,4 $\pm$ 62,1	699,7 $\pm$ 68,2	0,003
Td/Ts	0,69 $\pm$ 0,1	0,76 $\pm$ 0,2	0,403
Md/Ms	0,66 $\pm$ 0,1	0,71 $\pm$ 0,2	0,611
Td/Md	0,64 $\pm$ 0,1	0,75 $\pm$ 0,2	0,009
Ts/Ms	0,68 $\pm$ 0,2	0,79 $\pm$ 0,2	0,008

**Таблица 3. Реографические показатели**

Table 3. Rheographic indicators

	Основная группа	Группа сравнения	$p$
Реографический индекс, мОм	51,2 $\pm$ 20,8	82,5 $\pm$ 14,8	$<0,001$
Время быстрого кровенаполнения, мс	59,1 $\pm$ 13,6	48,8 $\pm$ 9,1	$<0,001$
Время медленного кровенаполнения, мс	85,5 $\pm$ 13,9	49,0 $\pm$ 10,2	$<0,001$
Показатель тонуса сосудов, %	19,31 $\pm$ 3,24	14,48 $\pm$ 2,41	$<0,001$
Индекс периферического сопротивления, %	96,11 $\pm$ 21,08	76,62 $\pm$ 8,04	$<0,001$

человек в группе сравнения. Показатель тонуса сосудов и индекс периферического сопротивления оказались выше в основной группе — 19,31 и 96,11% соответственно ( $p<0,001$ ), в группе сравнения — 14,48 и 76,62% соответственно (табл. 3).

Исследования взаимосвязей между всеми изученными реографическими показателями выявили тесные обратные взаимосвязи между реографическим индексом и остальными показателями реографии в обеих группах (табл. 4 и 5).

Так, коэффициент корреляции Спирмена между РИ и  $\alpha_1$  в основной группе равнялся  $-0,55$  ( $p<0,001$ ), в группе сравнения —  $r=-0,57$  ( $p=0,009$ ). Аналогичный характер зависимости выявлен для РИ и  $\alpha_2$ . В основной группе

**Таблица 4. Корреляционный анализ реографических показателей основной группы**

Table 4. Correlation analysis of rheographic indicators of the main group

	РИ		$\alpha_1$		$\alpha_2$		ПТС		ИПС	
	$r$	$p$	$r$	$p$	$r$	$p$	$r$	$p$	$r$	$p$
РИ	—	—	-0,545*	$<0,001$	-0,408*	0,004	-0,609*	$<0,001$	-0,702*	$<0,001$
$\alpha_1$	-0,545*	$<0,001$	—	—	0,686*	$<0,001$	0,581*	$<0,001$	0,795*	$<0,001$
$\alpha_2$	-0,408*	0,004	0,686*	$<0,001$	—	—	0,682*	$<0,001$	0,724*	$<0,001$
ПТС	-0,609*	$<0,001$	0,581*	$<0,001$	0,682*	$<0,001$	—	—	0,755*	$<0,001$
ИПС	-0,702*	$<0,001$	0,795*	$<0,001$	0,724*	$<0,001$	0,755*	$<0,001$	—	—

Примечание: \* — корреляция значима на уровне 0,01 (двухсторонняя).



Таблица 5. Корреляционный анализ реографических показателей группы сравнения  
Table 5. Correlation analysis of rheographic indices of the comparison group

	РИ		$\alpha_1$		$\alpha_2$		ПТС		ИПС	
	$r$	$p$	$r$	$p$	$r$	$p$	$r$	$p$	$r$	$p$
РИ	—	—	−0,568*	0,009	−0,652*	0,002	−0,737*	<0,001	−0,488†	0,029
$\alpha_1$	−0,568*	0,009	—	—	0,633*	0,003	0,389	0,090	0,441	0,052
$\alpha_2$	−0,652*	0,002	0,633*	0,003	—	—	0,396	0,084	0,435	0,055
ПТС	−0,737*	<0,001	0,389	0,090	0,396	0,084	—	—	0,260	0,268
ИПС	−0,488†	0,029	0,441	0,052	0,435	0,055	0,260	0,260	—	—

Примечание: \* — корреляция значима на уровне 0,01 (двухсторонняя); † — корреляция значима на уровне 0,05 (двухсторонняя).

$r=-0,41$  ( $p=0,004$ ), в контрольной —  $r=-0,65$  ( $p=0,002$ ). Для РИ и ПТС в основной группе  $r=-0,61$  ( $p<0,001$ ), в группе сравнения  $r=-0,74$  ( $p<0,001$ ); для РИ и ИПС в основной группе  $r=-0,71$  ( $p<0,001$ ), в группе сравнения —  $r=-0,49$  ( $p=0,028$ ).

ОБСУЖДЕНИЕ

Определение причинно-следственной связи окклюзионных нарушений при возникновении заболеваний пародонта по-прежнему остается сложной задачей, так как отсутствует понимание того, какие именно окклюзионные взаимоотношения потенциально опасны для пародонта. Наиболее важным клиническим признаком, свидетельствующим о наличии патологии пародонта, является прогрессирующая подвижность зубов. Однако крайне сложно установить, что является первичным в конкретной клинической ситуации — развитие пародонтита вследствие различных этиологических факторов, не связанных с окклюзией, и приведших к подвижности зубов, либо окклюзионная травма как фактор риска, действующая на фоне бактериальной этиологии или аутоиммунных процессов. Подобные противоречия обуславливают трудности при определении реального клинического воздействия травматической окклюзии, а существующие на настоящее время методы окклюзионной терапии имеют эмпирическую основу. Так, М. Kaku и соавт. (2021), L.J. Li и соавт. (2022), С. Li и соавт. (2025) проводили комплексное лечение хронического генерализованного пародонтита, включающее ортодонтическое лечение и зубное протезирование, направленные на устранение окклюзионной травмы. По результатам проведенной терапии достигнуто значительное улучшение состояния тканей пародонта в долгосрочном периоде. Однако стоит учитывать, что данные исследования представляют собой описания клинических случаев и не имеют надежной доказательной базы [21–23].

В настоящем исследовании мы получили данные о стойких нарушениях микроциркуляции в зоне воспаленного пародонта при одновременном наличии окклюзионных нарушений. В то же время в группе сравнения при аналогичных изменениях окклюзионной поверхности зубов пародонт выглядел клинически здоровым, а реографические характеристики отличались в лучшую сторону. На наш взгляд, такие результаты

не опровергают окклюзионный фактор риска в генезе заболеваний пародонта, а напротив, подчеркивают полиэтиологичность данных состояний и значимость адаптационно-компенсаторных возможностей пародонта противодействия окклюзионным перегрузкам при прочих благоприятных условиях. Согласно данным И.И. Синева и соавт. (2020), улучшения показателей микроциркуляции тканей пародонта в свою очередь происходят после устранения травматической окклюзии методом шинирования зубов, что подтверждено проведением реопародонтографии [24]. Таким образом, термин «травматические окклюзионные силы» необходимо использовать исключительно в контексте всех показателей пародонтального комплекса.

В основной группе гигиенические индексы свидетельствовали о неудовлетворительной гигиене полости рта, у пациентов группы сравнения отмечен хороший уровень гигиены. Пародонтальный индекс отражает степень вовлеченности структур пародонта в воспалительный процесс и соответствует степени тяжести пародонтита. У пациентов с хроническим генерализованным пародонтитом в основной группе индекс РИ соответствовал легкой степени патологии пародонта. Индекс кровоточивости SBI также имел достоверно более высокие значения в основной группе. Такие результаты оценки гигиены и состояния пародонта позволяют отделить окклюзионные нарушения, как самостоятельный фактор риска, не связанный напрямую с воспалительными явлениями в тканях пародонта, так как в группе сравнения при аналогичной окклюзионной патологии рассматриваемые индексы приближались к нормальным значениям.

Нарушения окклюзионного баланса неизбежно отражаются на изменении активности жевательных мышц, а при сопутствующих заболеваниях пародонта указанные изменения выражены в еще большей степени. А.К. Lamba и соавт. (2020) и V.E. Santosh и соавт. (2022) установили значимые различия активности височных и жевательных мышц, заключающиеся в снижении электромиографических показателей у лиц с хроническим пародонтитом по сравнению с группами лиц со здоровым пародонтом [25, 26]. Полученные нами данные поверхностной электромиографии жевательных мышц также выявили статистически значимые отличия между группами при сравнении средних амплитуд биопотенциалов *mm. temporalis* и *mm. masseter*. Так, в среднем

биоэлектрическая активность в основной группе оказалась на 8–12% ниже, чем группе сравнения. Возможная причина такой разницы может состоять в начинающихся нарушениях амортизирующей функции пародонтальных связок, имеющей место при хроническом генерализованном пародонтите легкой степени тяжести. Данное предположение могут подтверждать и в большей степени отличные от референсных значений коэффициенты симметрии как одноименных, так и разноименных пар мышц в основной группе. Снижение устойчивости зуба к окклюзионным нагрузкам вызывает с одной стороны дискомфорт для пациента, выражаемый субъективно, а с другой — формирование обходных путей нейромышечной системой для избегания препятствий, что находит отражение в асимметричных показателях ЭМГ. В группе сравнения при отсутствии клинических признаков пародонтита окклюзионные интерференции еще не достигли способности оказывать разрушающее действие на пародонт с физической точки зрения, однако уже подтверждаются сниженными коэффициентами симметрии жевательных мышц, хотя и в несколько меньшей степени (в среднем на 7–8%), чем в основной группе.

#### ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES:

- Breivik T.J., Gjermo P., Gundersen Y., Opstad P.K., Murison R., Hugoson A., von Hörsten S., Frstad I. Microbiota-immune-brain interactions: A new vision in the understanding of periodontal health and disease. — *Periodontol 2000*. — 2024; 96 (1): 20—41. PMID: 39233381
- Neurath N., Kesting M. Cytokines in gingivitis and periodontitis: from pathogenesis to therapeutic targets. — *Front Immunol*. — 2024; 15: 1435054. PMID: 39253090
- Han N., Liu Y., Du J., Xu J., Guo L., Liu Y. Regulation of the Host Immune Microenvironment in Periodontitis and Periodontal Bone Remodeling. — *Int J Mol Sci*. — 2023; 24 (4): 3158. PMID: 36834569
- Loos B.G., Van Dyke T.E. The role of inflammation and genetics in periodontal disease. — *Periodontol 2000*. — 2020; 83 (1): 26—39. PMID: 32385877
- Zhao Y., Zhang S., Cheng B., Feng F., Zhu Y., Liu Y., Wang J., Zou D., Ma H., Xu F., Zhang M. Mechanochemical coupling of MGF mediates periodontal regeneration. — *Bioeng Transl Med*. — 2024; 9 (1): e10603. PMID: 38193124
- Damanaki A., Beisel-Memmert S., Nokhbehsaim M., Abedi A., Rath-Deschner B., Nogueira A.V.B., Deschner J. Influence of Occlusal Hypofunction on Alveolar Bone Healing in Rats. — *Int J Mol Sci*. — 2023; 24 (11): 9744. PMID: 37298695
- Fan J., Caton J.G. Occlusal trauma and excessive occlusal forces: Narrative review, case definitions, and diagnostic considerations. — *J Clin Periodontol*. — 2018; 45 Suppl 20: S199-S206. PMID: 29926498
- Inchingolo A.D., Di Cosola M., Inchingolo A.M., Greco Lucchina A., Malcangi G., Pettini F., Scarano A., Bordea I.R., Hazballa D., Lorusso F., Inchingolo F., Dipalma G. Correlation between occlusal trauma and oral microbiota: a microbiological investigation. — *J Biol Regul Homeost Agents*. — 2021; 35 (2 Suppl. 1): 295—302. PMID: 34281326
- Nalini M.S., Sinha M., Thumati P., Raghunath A. Evaluation of the effect of occlusal calibration in periodontitis patients with occlusal trauma using T-Scan. — *Indian J Dent Res*. — 2024; 35 (1): 23—27. PMID: 38934744
- Jepsen S., Caton J.G., Albandar J.M., Bissada N.F., Bouchard P., Cortellini P., Demirel K., de Sanctis M., Ercoli C., Fan J., Geurs N.C., Hughes F.J., Jin L., Kantarci A., Lalla E., Madianos P.N., Matthews D., McGuire M.K., Mills M.P., Preshaw P.M., Reynolds M.A., Sculean A., Susin C., West N.X., Yamazaki K. Periodontal manifestations of systemic diseases and developmental and acquired conditions: Consensus report of workgroup 3 of the 2017 World Workshop on the Classification of Periodontal and Peri-Implant Diseases and Conditions. — *J Clin Periodontol*. — 2018; 45 Suppl 20: S219-S229. PMID: 29926500
- Chen M., Chen X., Sun L., Zhao B., Liu Y. Sequential soft- and hard-tissue augmentation after clear aligner-mediated adjustment of traumatic occlusion: A case report. — *J Am Dent Assoc*. — 2022; 153 (6): 572—581.e1. PMID: 35241272
- Dewake N., Miki M., Ishioka Y., Nakamura S., Taguchi A., Yoshinari N. Association between clinical manifestations of occlusal trauma and magnetic resonance imaging findings of periodontal ligament space. — *Dentomaxillofac Radiol*. — 2023; 52 (8): 20230176. PMID: 37772599
- Доменюк Д.А., Давыдов Б.Н., Кочконян Т.С., Кокарева А.В., Глушанян Ж.И., Иванюта О.О., Доменюк С.Д. Нейрофизиологическая оценка состояния жевательной группы мышц у пациентов с нарушениями окклюзии и хроническим генерализованным пародонтитом. — *Медицинский алфавит*. — 2024; 11: 81—91. [Domenyuk D.A., Davydov B.N., Kochkonyan T.S., Kokareva A.V., Glushanyan Z.I., Ivanyuta O.O., Domenyuk S.D. Neurophysiological assessment of the condition of the masticatory muscle group in patients with occlusion disorders and chronic generalized periodontitis. — *Medical alphabet*. — 2024; 11: 81—91 (In Russian)]. eLibrary ID: 67203279

#### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Выраженные изменения микроциркуляции наблюдались только в группе с хроническим пародонтитом и окклюзионными нарушениями. Тем не менее у нескольких лиц без клинических признаков заболеваний пародонта, но с окклюзионными интерференциями в группе сравнения выявлены начальные изменения гемодинамики. Исходя из этого наличие в группе сравнения лиц с отсутствующими воспалительными явлениями пародонта, подвижностью зубов, с нормальными гигиеническими и пародонтальными индексами, но в то же время с очевидными признаками окклюзионного и мышечного дисбаланса может свидетельствовать о наличии резервных (компенсаторных) возможностях пародонта.

Дизайн настоящего исследования имеет известные ограничения, поэтому необходимо проведение дальнейших работ для оценки степени негативного воздействия окклюзионного фактора и определения условий, при которых окклюзионные нарушения могут влиять на течение пародонтита.

Поступила/Received: 05.03.2025

Принята в печать/Accepted: 10.08.2025

14. Zhang Y., Liu K., Shao Z., Lyu C., Zou D. The effect of asymmetrical occlusion on surface electromyographic activity in subjects with a chewing side preference: A preliminary study. — *Healthcare (Basel)*. — 2023; 11 (12): 1718. [PMID: 37372836](#)
15. Dzampaeva Z.V., Datieva F.S., Esenova Z.S., Takoeva E.A. Efficacy of Complex Phytoadaptogens as an Adjunct to Non-surgical Treatment of Chronic Periodontitis: A Randomized Clinical Trial. — *J Int Soc Prev Community Dent*. — 2021; 11 (3): 348—356. [PMID: 34268198](#)
16. Янушевич О.О., Васюк Ю.А., Арутюнов С.Д., Ермольев С.Н., Шупенина Е.Ю., Богатырева Р.М. Клинико-инструментальные взаимосвязи показателей суточного мониторингирования артериального давления и регионарного кровотока при заболеваниях пародонта. Часть 2. — *Российская стоматология*. — 2019; 1: 3—8.  
[Yanushevich O.O., Vasyuk Yu.A., Arutyunov S.D., Ermoljev S.N., Shupenina E.Yu., Bogatyreva R.M. Clinical and instrumental interrelations between the indicators of 24-hour blood pressure monitoring and regional blood flow in diseases of periodontal tissue. Part 2. — *Russian Stomatology*. — 2019; 1: 3—8 (In Russian)]. [eLibrary ID: 39256685](#)
17. Eldzharov A., Kabaloeva D., Nemeryuk D., Goncharenko A., Gatsalova A., Ivanova E., Kostritskiy I., Carrouel F., Bourgeois D. Evaluation of microcirculation, cytokine profile, and local antioxidant protection indices in periodontal health, and stage II, stage III periodontitis. — *J Clin Med*. — 2021; 10 (6): 1262. [PMID: 33803774](#)
18. Гаража С.Н., Амхадова М.А., Гришилова Е.Н., Хубаев З.С.С., Рахаева Д.Ю., Хачатуров С.С., Музаева З.Р. Гемодинамические изменения при комплексном лечении заболеваний пародонта и частичной потере зубов. — *Российский стоматологический журнал*. — 2018; 6: 288—291.  
[Garazha S.N., Amhadova M.A., Grishilova E.N., Hubayev Z.S., Rakhaeva D.Yu., Khachaturov S.S., Muzaeva Z.R. Hemodynamic changes in the complex treatment of periodontal diseases, and partial loss of teeth. — *Russian Journal of Dentistry*. — 2018; 6: 288—291 (In Russian)]. [eLibrary ID: 38512275](#)
19. Komaki S., Ozaki H., Takahashi S.S., Wada-Takahashi S., Fushima K. Gingival blood flow before, during, and after clenching, measured by laser Doppler blood flowmeter: A pilot study. — *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. — 2022; 161 (1): 46—52. [PMID: 34509331](#)
20. Passanezi E., Sant'Ana A.C.P. Role of occlusion in periodontal disease. — *Periodontol 2000*. — 2019; 79 (1): 129—150. [PMID: 30892765](#)
21. Kaku M., Matsuda S., Kubo T., Shimoe S., Tsuga K., Kurihara H., Tanimoto K. Generalized periodontitis treated with periodontal, orthodontic, and prosthodontic therapy: A case report. — *World J Clin Cases*. — 2021; 9 (21): 6110—6124. [PMID: 34368333](#)
22. Li L.J., Yan X., Yu Q., Yan F.H., Tan B.C. Multidisciplinary non-surgical treatment of advanced periodontitis: A case report. — *World J Clin Cases*. — 2022; 10 (7): 2229—2246. [PMID: 35321158](#)
23. Li C., Yuan X., Ren D. Orthodontic treatment of adult occlusal traumatic periodontitis using a twin block appliance: a case report. — *BMC Oral Health*. — 2025; 25 (1): 1044. [PMID: 40604833](#)
24. Синева И.И., Нестеров А.М., Садыков М.И., Хаикин М.Б. Новая шина в комплексном лечении пациентов с хроническим локализованным пародонтитом средней степени тяжести. — *Медико-фармацевтический журнал Пульс*. — 2020; 1: 86—92.  
[Sinev I.I., Nesterov A.M., Sadykov M.I., Khaikin M.B. New splint in complex treatment of patients with chronic localized periodontitis of medium severity. — *Medical and pharmaceutical journal Pulse*. — 2020; 1: 86—92 (In Russian)]. [eLibrary ID: 41804274](#)
25. Lamba A.K., Tandon S., Faraz F., Garg V., Aggarwal K., Gaba V. Effect of periodontal disease on electromyographic activity of muscles of mastication: A cross-sectional study. — *J Oral Rehabil*. — 2020; 47 (5): 599—605. [PMID: 32048743](#)
26. Santosh V.E., Konathala R.S.V., Penmetsa G.S., Gottumukula S.N.V.S., Pasupuleti M.K., Jaswitha V. Electromyographic evaluation of masseter and temporalis muscle activity after periodontal surgery: A prospective clinical trial. — *J Taibah Univ Med Sci*. — 2023; 18 (2): 356—365. [PMID: 37102081](#)



# Компоцем

## паста-паста

гибридный композит химического  
отверждения на полимерной основе

Предназначен для  
пломбирования кариозных  
полостей I-V класса по Блеку,  
временного закрытия  
дефектов, работы  
с молочными зубами  
и фиксации шин

### Преимущества

- равномерное  
и одновременное отверждение  
всей массы материала,  
независимо от конфигурации  
полости и размеров пломбы
- высокая пластичность  
и широкие возможности  
моделирования
- легко адаптируется к тону  
зуба (эффект хамелеона)
- оптимальная вязкость  
для удобства работы
- отлично полируется
- хорошая адгезия  
к твёрдым тканям зуба
- высокая износостойкость
- содержит в своём составе  
разноразмерный  
нанокластерный  
наполнитель



DOI: 10.37988/1811-153X\_2025\_3\_64

А.И. Захарова,  
аспирант отделения клинической  
и экспериментальной имплантологии

[А.И. Грудянов](#),

д.м.н., профессор, зав. отделением  
пародонтологии

[В.А. Бадалян](#),

д.м.н., профессор, ведущий научный  
сотрудник отделения клинической  
и экспериментальной имплантологии

[Ф.Ф. Лосев](#),

д.м.н., профессор, директор

Г.С. Пашкова,

к.м.н., пародонтолог

[Л.Е. Смирнова](#),

д.м.н., ученый секретарь

[А.В. Васильев](#),

д.м.н., начальник управления научных  
лабораторных исследований

ЦНИИСиЧЛХ, 119021, Москва, Россия

## Индивидуальный подбор межзубных ершиков с применением веб-сервиса

**Реферат.** Цель исследования — оценить клиническую эффективность веб-сервиса INTERDENTALBRUSHES.ONLINE для индивидуального подбора межзубных ершиков у пациентов с хроническим пародонтитом. **Материалы и методы.** В рандомизированное контролируемое исследование были включены 42 пациента в возрасте от 35 до 65 лет с хроническим пародонтитом средней и тяжелой степени, разделенных на 4 группы: I — индивидуально подобранные межзубные ершики с применением веб-сервиса ( $n=12$ ); II — самостоятельно подобранные ершики ( $n=10$ ); III — без применения ершиков, только зубная щетка, нить и ирригатор ( $n=10$ ); IV — индивидуально подобранные ершики с использованием традиционного бумажного носителя ( $n=10$ ). Подбор ершиков осуществляли с использованием зонда IAP (Interdental Access Probe) с цветовой кодировкой. Оценка клинической эффективности проводили с помощью индексов OHI-S, Мюллмана и Рассела через 2 недели, 1 и 3 месяца после начала исследования, а также оценивали затраты времени на подбор ершиков и приверженность пациентов к выполнению рекомендаций. **Результаты.** Через 3 месяца в I группе наблюдалось статистически значимое снижение всех индексов по сравнению с другими группами: OHI-S — с 2,5 до 0,5, индекса Мюллмана — с 2,1 до 0,4 и индекса Рассела — с 4,5 до 1,2 ( $p<0,001$ ). Применение веб-сервиса сократило время подбора ершиков с 7,6 до 3,1 минуты ( $p<0,001$ ) и повысило приверженность пациентов к выполнению рекомендаций до 83% против 60% при использовании традиционного бумажного носителя ( $p<0,05$ ). **Заключение.** Применение веб-сервиса для индивидуального подбора межзубных ершиков позволяет значительно повысить эффективность лечебно-профилактических мероприятий у пациентов с хроническим пародонтитом за счет сокращения времени подбора средств гигиены, повышения приверженности пациентов к выполнению рекомендаций и улучшения клинических показателей состояния тканей пародонта.

**Ключевые слова:** межзубные ершики, веб-сервис, индивидуальная гигиена, пародонтит, приверженность к лечению, персонализированная медицина

[A.I. Zakharova](#),

postgraduate at the Clinical and experimental  
implantology Division

[A.I. Grudyanov](#),

Doctor of Science in Medicine, full professor  
of the Periodontology Department

[V.A. Badalyan](#),

Doctor of Science in Medicine, professor,  
leading researcher at the Clinical and  
experimental implantology Division

[F.F. Losev](#),

Doctor of Science in Medicine, professor,  
director

[G.S. Pashkova](#),

PhD in Medical Sciences, periodontist

[L.E. Smirnova](#),

Doctor of Science in Medicine,  
scientific secretary

[A.V. Vasilyev](#),

Doctor of Science in Medicine,  
head of Scientific laboratorial research Office

Central Research Institute  
of Dental and Maxillofacial Surgery,  
119021, Moscow, Russia

## Individual selection of interdental brushes using a web service

**Abstract.** The aim of the study was to evaluate the clinical effectiveness of the INTERDENTALBRUSHES.ONLINE web service for individual selection of interdental brushes in patients with chronic periodontitis. **Materials and methods.** The randomized controlled trial included 42 patients with mild to moderate chronic periodontitis aged 35 to 65 years, divided into 4 groups: I — individually selected interdental brushes using the web service ( $n=12$ ); II — self-selected brushes ( $n=10$ ); III — without using brushes, only toothbrush, floss, and irrigator ( $n=10$ ); IV — individually selected brushes using traditional paper-based recommendations ( $n=10$ ). Brush selection was carried out using an IAP (Interdental Access Probe) with color coding. Clinical effectiveness was assessed using OHI-S, Mühlemann, and Russell indices at 2 weeks, 1 and 3 months after starting the study. Time spent on brush selection and patient adherence to recommendations were also evaluated. **Results.** After 3 months, Group I showed a statistically significant reduction in all indices compared to other groups: OHI-S from  $2.5\pm0.3$  to  $0.5\pm0.2$ , Mühlemann index from  $2.1\pm0.8$  to  $0.4\pm0.1$ , and Russell index from  $4.5\pm0.9$  to  $1.2\pm0.3$  ( $p<0.001$ ). The use of the web service reduced brush selection time from  $7.6\pm1.2$  to  $3.1\pm0.7$  minutes ( $p<0.001$ ) and increased patient adherence to recommendations to 83% versus 60% when using traditional paper-based recommendations ( $p<0.05$ ). **Conclusion.** The use of a web service for individual selection of interdental brushes significantly improves the effectiveness of therapeutic and preventive measures in patients with chronic periodontitis by reducing the time spent on selecting hygiene products, increasing patient adherence to recommendations, and improving clinical indicators of periodontal tissue health.

**Key words:** interdental brushes, web service, individual hygiene, periodontitis, treatment adherence, personalized medicine



## ВВЕДЕНИЕ

Согласно данным Всемирной организации здравоохранения, до 70% лиц старше 35 лет имеют признаки заболеваний пародонта [1]. Эта проблема сохраняет высокую социальную и медицинскую значимость, поскольку воспалительные заболевания пародонта могут приводить к потере зубов и негативно влиять на качество жизни пациентов.

Одной из основных причин развития воспалительных процессов является неэффективная индивидуальная гигиена, особенно в межзубных промежутках [2, 3]. Исследования показывают, что межзубные пространства остаются недостаточно очищенными при использовании только зубной щетки, в то время как они представляют собой основные очаги скопления патогенной микрофлоры [4]. По данным F.A. van der Weijden и соавт. (2015), зубная щетка удаляет лишь около 60% зубного налета, оставляя межзубные пространства практически незатронутыми [5].

Несмотря на доказанную эффективность межзубных ершиков, их неправильный выбор и применение пациентами существенно снижает результативность профилактических мероприятий. Современные исследования демонстрируют, что индивидуально подобранные межзубные ершики значительно эффективнее устраняют биопленку и снижают признаки воспаления, чем зубная нить или иные средства гигиены [6, 7]. В метаанализе S. Sälzer и соавт. (2020) было показано, что межзубные ершики, подобранные в соответствии с анатомическими особенностями пациента, способны снижать индекс кровоточивости десен на 35–46% по сравнению с использованием только зубной щетки [8].

В существующей клинической практике процесс подбора ершиков сталкивается с рядом затруднений: отсутствие стандартизированного подхода к выбору размеров, затраты времени на документирование рекомендаций, сложности при последующем контроле соблюдения пациентами назначенных средств, а также отсутствие наглядных персонализированных инструкций. Кроме того, подчеркивается необходимость разработки новых методов повышения приверженности пациентов к использованию дополнительных средств гигиены [9].

В исследовании L. Trombelli и соавт. (2020) отмечено, что пациенты часто приобретают не подходящие по размеру ершики, что не только снижает их эффективность, но и может приводить к травмированию тканей пародонта [10]. Согласно данным F. Graziani и соавт. (2018), до 65% пациентов, использующих межзубные ершики, выбирают их неправильно или применяют нерегулярно, что обусловлено отсутствием четких персонализированных рекомендаций [11].

Актуальность разработки цифрового инструмента для индивидуального подбора ершиков обусловлена необходимостью повышения качества индивидуальной гигиены и оптимизации рабочего процесса врача-стоматолога [12]. Цифровизация медицинских услуг в стоматологии является современным трендом, который позволяет повысить эффективность работы специалистов и улучшить взаимодействие с пациентами [13].

**Цель исследования** — оценить эффективность разработанного веб-сервиса для индивидуального подбора межзубных ершиков и сравнить его с традиционными методами формирования рекомендаций с точки зрения влияния на гигиенический статус, состояние тканей пародонта, затраты времени врача и приверженность пациентов к выполнению рекомендаций.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В исследование были включены 42 пациента (18 мужчин и 24 женщины) с хроническим пародонтитом средней и тяжелой степени от 35 до 65 лет (средний возраст —  $47,3 \pm 8,2$  года). *Критерии включения:* наличие не менее 20 зубов, отсутствие системных заболеваний, влияющих на состояние тканей пародонта. *Критерии невключения:* беременность и лактация; активное курение (более 10 сигарет в день); прием антибиотиков в течение 3 месяцев до начала исследования; проведение профессиональной гигиены полости рта в течение 1 месяца до начала исследования. *Критерии исключения:* несоблюдение пациентом протокола исследования; возникновение острых воспалительных заболеваний полости рта, требующих дополнительного медикаментозного лечения; необходимость назначения антибактериальной терапии по поводу общесоматических заболеваний в период проведения исследования.

На первом этапе всем пациентам проводили профессиональную гигиену полости рта и обучали стандартной технике чистки зубов. После этого пациентов случайным образом поделили на 4 группы в зависимости от способа индивидуальной гигиены:

- I — 12 пациентов (5 мужчин и 7 женщин, средний возраст —  $46,8 \pm 7,9$  года), использующие индивидуально подобранные ершики с применением веб-сервиса, — основная группа;
- II — 10 пациентов (4 мужчины и 6 женщин, средний возраст —  $48,2 \pm 8,5$  года), самостоятельно подобравшие ершики, — группа сравнения для оценки результатов самостоятельного выбора ершиков пациентами без профессиональной помощи, что отражает реальную клиническую ситуацию, когда пациенты приобретают средства гигиены самостоятельно;
- III — 10 пациентов (5 мужчин и 5 женщин, средний возраст —  $47,6 \pm 8,0$  года), которые не использовали ершики, а применяли мягкие щетки, гигиенической пасты, нити и ирригаторы — контрольная группа для оценки эффективности стандартной гигиены полости рта, которую применяет большинство пациентов, и определения дополнительного эффекта от применения межзубных ершиков;
- IV — 10 пациентов (4 мужчин и 6 женщин, средний возраст —  $46,5 \pm 8,7$  года), использовавших индивидуально подобранные ершики с традиционным бумажным носителем, — группа сравнения для оценки эффективности традиционного метода оформления индивидуальных рекомендаций без применения цифровых технологий.

Пациенты I группы применяли подобранные ершики при каждой чистке зубов не менее 2 раз в день.



Пациентам раздавали памятку в виде изображения из веб-сервиса с маркировкой нужного размера на каждый промежуток, что способствовало соблюдению точности. Пациенты II группы самостоятельно выбирали еррики без консультации. Пациенты III группы использовали зубную щетку 3 минуты 2 раза в день минимум по 20 движений на каждую зону, ирригатор и гигиеническую зубную пасту.

Процесс индивидуального подбора межзубных ерриков осуществляли с применением калибровочного зонда IAP (Interdental Access Probe), имеющего цветовую кодировку, соответствующую размерам межзубных ерриков: от самого тонкого CPS 06 (бирюзовый) до самого широкого CPS 11 (зеленый), а также применение пародонтальных ерриков от самого тонкого 405 (бордовый), до самого широкого 410 (синий; рис. 1).



Рис. 1. Межзубные еррики и калибровочные зонды по размеру от самого тонкого до самого широкого  
Fig. 1. Interdental brushes and calibration probes by size from the thinnest to the widest

Зондирование промежутка осуществляли введением цветокодированного калибровочного зонда в область межзубного пространства до ощущения легкого сопротивления зонда. Цвет, который визуализировали на зонде, соответствовал цвету индивидуального межзубного еррика. Данные заносили в веб-сервис (рис. 2).

Технику применения ерриков подробно разъясняли пациентам перед началом их применения. Основные рекомендации включали:

- **Еррик должен проходить в межзубный промежуток с легким сопротивлением, без приложения сильного давления. Движение должно быть плавным. Если при продвижении еррика ощущается усилие, возникает**

**боль или еррик заметно сгибается, это указывает на неправильный подбор размера. Согласно лабораторным данным, при тестировании размеров с помощью цветокодированного зонда IAP используется давление около 50 Н/см<sup>2</sup>, это эквивалентно силе примерно 5 кг на 1 см<sup>2</sup> площади. В реальной жизни при чистке такую силу применять нельзя: еррик должен проходить мягко и без травмы для десен.**

- Пациентам демонстрировали правильное введение еррика в межзубный промежуток, а затем просили повторить эти действия под контролем врача. При необходимости проводили коррекцию техники (рис. 3, 4).
- Движение должно быть плавным, без чрезмерного давления: при правильном подборе еррик проходит с легким сопротивлением.
- Движения проводят вперед и назад дважды (2 цикла) в каждом межзубном промежутке.
- После применения еррик промывают под проточной водой и высушивают. Замену ерриков проводят не реже одного раза в неделю либо при появлении первых признаков деформации.

Для контроля правильности выполнения рекомендаций пациентам предлагали продемонстрировать применение ерриков на контрольных визитах через 2 недели, 1 и 3 месяца. При выявлении неточностей в технике проводили повторное обучение.

Для упрощения процесса индивидуального подбора ерриков был разработан веб-сервис. Это сайт <https://interdentalbrushes.online>, позволяющий в интерактивном режиме документировать размеры подобранных ерриков для каждого межзубного промежутка и формировать персонализированные рекомендации для пациентов.

Алгоритм работы с сервисом включает следующие этапы:

- 1) Перед измерением всех межзубных промежутков врач открывает веб-сервис [interdentalbrushes.online](https://interdentalbrushes.online) на компьютере или на планшете.
- 2) На очном приеме специалист проводит оценку межзубных промежутков пациента с помощью цветокодированного калибровочного зонда IAP. Зонд вводится в каждый межзубный промежуток до появления легкого сопротивления, фиксируется соответствующий цвет, указывающий на необходимый размер еррика. Также специалист фиксирует такие параметры, как кровоточивость, наличие

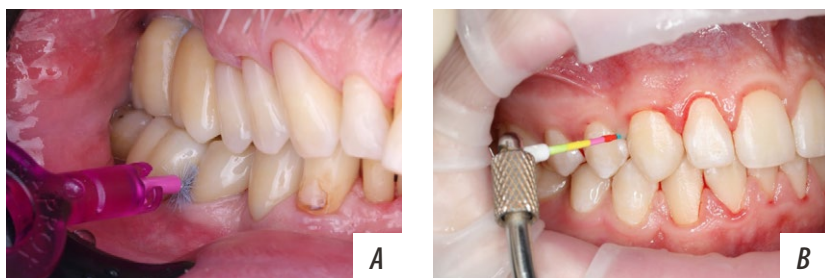


Рис. 2. Зондирование межзубного пространства (А) и индивидуально подобранный пародонтологический межзубный еррик (В)  
Fig. 2. Probing of interdental space (А) and individually selected periodontal interdental brush (В)



Рис. 3. Правильно подобранный межзубный еррик  
Fig. 3. Properly selected interdental brush

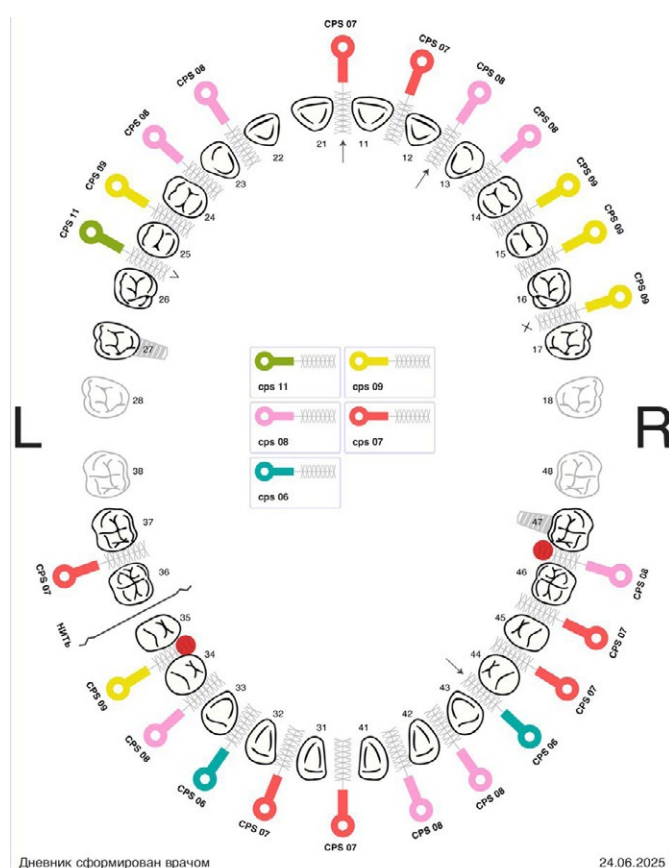


Рис. 4. Пример заполненной карты подбора межзубных ершиков и клиническая проверка их соответствия в виде фото и ортопантомограммы

Fig. 4. Example of completed interstitial brush selection chart and clinical verification of their compliance with photos and orthopantomogram

имплантатов, отсутствие зубов, участки применения только зубной нити при невозможности применения межзубного ершика.

- 3) В веб-сервисе вручную вводятся результаты измерений: для каждого межзубного промежутка указывается определенный цвет/размер согласно шкале IAP (рис. 5).
- 4) Сервис автоматически формирует индивидуальную карту пациента с указанием:
  - размеров ершиков для каждого промежутка;
  - рекомендаций по частоте и технике применения;
  - напоминаний о сроках замены ершиков;
  - рекомендаций по использованию средств гигиены, таких как зубная щетка, зубная паста, флосс, ирригатор и другие.
- 5) Полученная карта выгружается в виде PNG-файла и передается пациенту. Пациент получает персонализированные рекомендации, включающие размеры ершиков для каждого межзубного промежутка (с указанием цветовой кодировки), рекомендации по частоте применения (не менее 2 раз в день при каждой чистке зубов), инструкции по технике использования (плавные движения вперед-назад без чрезмерного давления), напоминания о сроках замены ершиков (не реже одного раза в неделю), дополнительные рекомендации по использованию зубной щетки, пасты, флосса и ирригатора.
- 6) Копия карты сохраняется в личном кабинете врача для последующего контроля соблюдения рекомендаций на этапах динамического наблюдения.

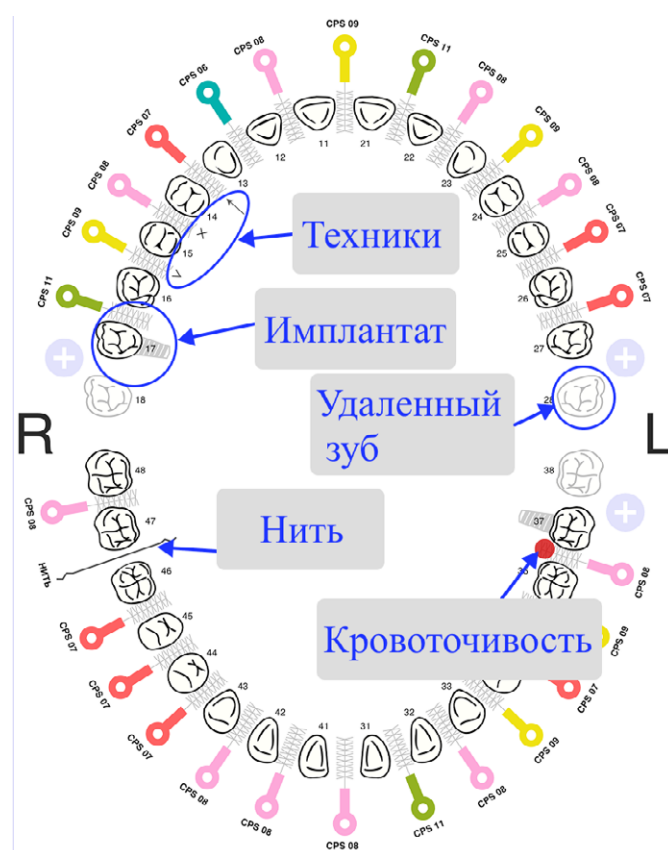


Рис. 5. Возможности веб-сервиса по индивидуальному подбору ершиков

Fig. 5. Web service capabilities for individual brush selection



Интерфейс модуля «Рекомендации» структурирован в виде интерактивной формы, включающей несколько тематических блоков для всестороннего планирования индивидуальной гигиены. Блок «Гигиена полости рта» содержит разделы для рекомендаций по основным средствам гигиены, включая зубную щетку, монопучковую щетку, скребок для языка и зубную пасту. Центральным компонентом модуля является блок «Местное лечение», где врач может детализировать схемы применения лекарственных препаратов и лечебных средств. Блок «Общее лечение» предназначен для системных рекомендаций, включая назначение витаминных комплексов и пробиотиков. В разделе «Дополнительно» врач может внести любые специфические рекомендации, не охваченные стандартными блоками формы.

В исследование дополнительно была включена группа пациентов, которым подбирали межзубные ершики с использованием бумажного носителя. В этом случае врач вручную заполнял таблицу с размерами ершиков на бумажной форме, а пациенту выдавали распечатанную памятку.

Для оценки приверженности пациентов к выполнению рекомендаций проводили анкетирование на контрольных визитах. Анкета включала вопросы о регулярности применения рекомендованных средств гигиены, частоте применения межзубных ершиков, удобстве полученных рекомендаций и наличии затруднений при их выполнении. Степень приверженности оценивали по 3-балльной шкале: полное соблюдение рекомендаций (3 балла), частичное соблюдение (2 балла) и несоблюдение рекомендаций (1 балл).

Затраты времени на подбор межзубных ершиков и оформление рекомендаций оценивали с применением секундомера. Отсчет начинали с момента начала осмотра межзубных промежутков и заканчивали после завершения оформления рекомендаций. Измерения проводили для каждого пациента I группы (с применением веб-сервиса) и IV группы (с применением бумажного носителя).

При оценке состояния полости рта применяли индекс гигиены (ОНИ-S) для оценки количества зубного

налета и зубного камня, индекс кровоточивости Мюллемана — для оценки степени воспаления десны, пародонтальный индекс Рассела (PI) — для комплексной оценки состояния тканей пародонта.

Индексную оценку проводили до начала исследования, через 2 недели, 1 и 3 месяца после включения пациентов в исследование. Измерения выполнял один калиброванный исследователь, не информированный о принадлежности пациента к определенной группе.

При статистической обработке данных нормальность распределения проверяли с помощью критерия Шапиро—Уилка. Для сравнения показателей между группами использовали однофакторный дисперсионный анализ (ANOVA) с последующим применением post-hoc теста Тьюки для множественных сравнений. При отсутствии нормального распределения применяли непараметрический критерий Краскела—Уоллиса с последующим применением критерия Данна для множественных сравнений. Для сравнения категориальных переменных использовали  $\chi^2$ -критерий или точный тест Фишера. Различия считали статистически значимыми при  $p < 0,05$ .

## РЕЗУЛЬТАТЫ

Группы были сопоставимы по возрасту, полу, степени тяжести пародонтита и исходным показателям гигиенических и пародонтологических индексов.

При сравнении исходных показателей между группами не выявлено статистически значимых различий по индексам ОНИ-S, Мюллемана и Рассела ( $p > 0,05$  для всех сравнений), что свидетельствует о сопоставимости групп на момент начала исследования (табл. 1).

Через 3 месяца наблюдения индекс ОНИ-S в I группе составил 0,5, что было достоверно ниже, чем во II, III ( $p < 0,001$ ) и IV группе ( $p < 0,01$ ). Индекс кровоточивости Мюллемана уменьшился до 0,4 в I группе, что также было значимо ниже показателей II, III ( $p < 0,001$ ) и IV группы ( $p < 0,05$ ). Индекс Рассела в I группе ( $1,2 \pm 0,3$ ) был достоверно ниже, чем во II, III ( $p < 0,001$ ) и IV группе ( $p < 0,05$ ; табл. 2).

Таблица 1. Средние значения гигиенических индексов в начале исследования

Table 1. Mean values of hygiene indices at baseline

Показатель	I группа		II группа		III группа		IV группа	
	M±m	95% ДИ	M±m	95% ДИ	M±m	95% ДИ	M±m	95% ДИ
ОНИ-S	2,5±0,3	2,2–2,8	2,4±0,3	2,1–2,7	2,5±0,3	2,2–2,8	2,5±0,4	2,1–2,9
Индекс Мюллемана	2,1±0,8	1,3–2,9	2,0±0,7	1,3–2,7	2,2±0,8	1,4–3,0	2,1±0,7	1,4–2,8
Индекс Рассела	4,5±0,9	3,6–5,4	4,4±0,8	3,6–5,2	4,6±0,9	3,7–5,5	4,3±0,8	3,5–5,1

Таблица 2. Средние значения гигиенических индексов через 3 месяца

Table 2. Mean values of hygiene indices after 3 months

Показатель	I группа		II группа		III группа		IV группа	
	M±m	95% ДИ	M±m	95% ДИ	M±m	95% ДИ	M±m	95% ДИ
ОНИ-S	0,5±0,2	0,4–0,6	1,1±0,3	0,9–1,3	1,8±0,4	1,5–2,1	1,2±0,3	1,0–1,4
Индекс Мюллемана	0,4±0,1	0,3–0,5	1,0±0,3	0,8–1,2	1,5±0,5	1,2–1,8	0,9±0,2	0,8–1,0
Индекс Рассела	1,2±0,3	1,0–1,4	2,1±0,4	1,8–2,4	3,0±0,6	2,6–3,4	2,0±0,4	1,7–2,3



Также выявлено статистически значимое различие между II и III группой для всех индексов ( $p < 0,01$ ), что подтверждает преимущество даже самостоятельно подобранных ершиков по сравнению с полным отсутствием их применения. Различия между II и IV группой не достигли статистической значимости, хотя показатели в группе IV были несколько лучше.

При анализе временных затрат было установлено, что среднее время, затрачиваемое врачом на подбор межзубных ершиков с применением веб-сервиса, составило  $3,1 \pm 0,7$  минуты (95% ДИ 2,6–3,6 минуты) на одного пациента. При применении традиционного бумажного способа подбора и оформления рекомендаций без веб-сервиса среднее время составляло  $7,6 \pm 1,2$  минуты (95% ДИ 6,8–8,4 минуты;  $p < 0,001$ ). В IV группе с бумажным носителем время достигало  $9,2 \pm 1,5$  минуты, что было обусловлено необходимостью заполнения формы вручную и участием ассистента в оформлении рекомендаций. Таким образом, внедрение цифрового инструмента сокращает продолжительность этапа индивидуального подбора более чем в 2 раза, что имеет существенное значение в условиях амбулаторного приема.

Результаты анкетирования пациентов показали, что в I группе полностью следовали рекомендациям 83% пациентов, частично соблюдали — 17%, пациентов с полным несоблюдением рекомендаций не было. Показатели в IV группе составили: полное соблюдение — 60%, частичное — 30%, несоблюдение — 10% ( $p < 0,05$  при сравнении полного соблюдения рекомендаций между I и IV группой). Во II группе (самостоятельный подбор ершиков) регулярность применения составила всего 30%.

В качестве основных причин неполного соблюдения рекомендаций пациенты называли потерю бумажной памятки (в IV группе), забывчивость относительно размеров ершиков (II и IV группы), сложность доступа к некоторым участкам полости рта и дискомфорт при использовании ершиков неподходящего размера (II группа). Пациенты I группы отмечали удобство применения электронных рекомендаций и возможность в любой момент обратиться к инструкции через полученную ссылку или QR-код.

Сервис позволяет хранить историю подборов в личном кабинете врача с возможностью формирования рекомендаций и отправкой их пациентам в виде изображения, что повышает доступность информации для пациентов и улучшает соблюдение рекомендаций по гигиене полости рта.

Внедрение веб-сервиса упрощает процесс документирования подбора межзубных ершиков и сокращает время их подбора. На методику был получен патент РФ № 2808383 (действ. с 10.03.2023).

## ОБСУЖДЕНИЕ

Результаты исследования подтверждают, что правильный индивидуальный подбор межзубных ершиков значительно улучшает состояние полости рта пациентов. Особенно важно, чтобы размер ершика точно соответствовал размеру межзубного промежутка для

предотвращения травмирования десны и обеспечения эффективного удаления налета.

Применение цифрового веб-сервиса для индивидуального подбора межзубных ершиков демонстрирует ряд преимуществ по сравнению с традиционными методами. Это согласуется с результатами Caton и соавт. (2018), которые показали, что использование цифровых технологий в стоматологии повышает эффективность работы врача и улучшает коммуникацию с пациентами [14].

Индивидуальный подбор с помощью цветокодированного калибровочного зонда IAP и веб-сервиса позволил добиться лучших клинических результатов по сравнению с самостоятельным выбором ершиков пациентами. У пациентов I группы показатели гигиены и состояния пародонта улучшились в наибольшей степени благодаря персонализированным рекомендациям, дополненным визуальными памятками.

Особую значимость имеет уменьшение индексов воспаления в группе пациентов, использующих индивидуально подобранные ершики с помощью веб-сервиса. Это подтверждает выводы F. Schwendicke и соавт. (2020) о том, что точный подбор диаметра межзубного ершика является ключевым фактором в эффективном удалении биопленки из межзубных пространств [15].

Применение веб-сервиса сократило время подбора ершиков с 7,6 до 3,1 минуты на пациента, что особенно важно в условиях высокой загруженности стоматологических клиник. Быстрое оформление рекомендаций также положительно сказалось на приверженности пациентов: 85% пациентов I группы полностью соблюдали рекомендации, что согласуется с данными F. Carrouel и соавт. (2016) о том, что персонализированные цифровые рекомендации повышают приверженность выполнению предписаний врача у пациентов [16].

Наши результаты согласуются с данными Cairo и соавт. (2020), которые в систематическом обзоре и сетевом метаанализе продемонстрировали важность индивидуального подхода в пародонтологических процедурах для достижения оптимальных клинических результатов [17]. В нашем исследовании снижение индекса Мюллемана в I группе составило около 78% от исходного значения.

При самостоятельном подборе ершиков наблюдается некоторое улучшение состояния полости рта, однако эффект был меньше. Без профессионального подбора пациенты часто выбирают неподходящие размеры ершиков, что либо снижает эффективность гигиены, либо приводит к травмированию десен. Похожие результаты получены E. Ng и L.P. Lim (2019), обнаружившими, что до 73% пациентов используют ершики размером, не соответствующие анатомическим особенностям их межзубных промежутков [18].

Группа пациентов с традиционными бумажными рекомендациями (IV группа) показала улучшение клинических показателей, но менее выраженное, чем в I группе. Это объясняется более низкой приверженностью пациентов (62 против 85%) и более высокими временными затратами врача на подготовку рекомендаций.

Одно из основных преимуществ цифрового веб-сервиса — возможность формирования четкой, визуально понятной инструкции для пациента.

Особенно заметное различие между группами наблюдалось через 3 месяца исследования, что указывает на кумулятивный эффект от регулярного применения правильно подобранных межзубных ершиков.

Таким образом, цифровой веб-сервис обеспечивает не только более быстрый и точный подбор межзубных ершиков, но и повышает приверженность пациентов к ежедневной гигиене за счет удобства применения, минимизации ошибок и сохранения рекомендаций в цифровом виде.

Ограничения настоящего исследования — относительно небольшой размер выборки и продолжительность наблюдения, ограниченная 3 месяцами. В будущих исследованиях планируется увеличить количество участников и продолжительность наблюдения до 6—12 месяцев для оценки долгосрочных эффектов применения веб-сервиса.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результаты проведенного исследования доказывают клиническую эффективность применения индивидуально подобранных межзубных ершиков с применением специализированного веб-сервиса. Данный цифровой инструмент позволяет специалистам осуществлять точный подбор размеров ершиков с учетом анатомических особенностей каждого межзубного промежутка, сокращает время приема. В свою очередь, все вышеперечисленное повышает информированность пациентов и способствует более строгому соблюдению гигиенических рекомендаций.

Использование бумажных носителей для рекомендаций также приводило к положительным изменениям, однако уступало веб-сервису по скорости оформления, удобству хранения данных и уровню соблюдения пациентами рекомендаций.

Статистически значимое снижение индексов гигиены (ОИ-С) и воспаления (Мюллемана, Рассела) в группе пациентов, использующих индивидуально подобранные с помощью веб-сервиса межзубные ершики, подтверждают, что персонализированный подход к гигиене с применением цифровых технологий представляет собой эффективную стратегию в комплексной терапии

и профилактике заболеваний пародонта. Внедрение веб-сервиса в ежедневную клиническую практику может повысить качество оказания стоматологической помощи, особенно в рамках поддерживающего этапа лечения.

Преимущества разработанного веб-сервиса заключаются в следующем:

- сокращение времени подбора межзубных ершиков и оформления рекомендаций;
- повышение приверженности пациентов к выполнению рекомендаций по гигиене;
- удобство хранения и доступа к рекомендациям;
- возможность оперативной коррекции рекомендаций при изменении клинической ситуации;
- объективизация и стандартизация процесса подбора средств индивидуальной гигиены.

Необходимо отметить, что для работы с веб-сервисом требуется компьютер, планшет или мобильное устройство и участие ассистента, который будет вносить данные в систему во время проведения врачом измерений межзубных промежутков. Веб-сервис оптимизирован для всех типов устройств, что повышает его доступность и удобство применения в клинической практике. Как показало исследование, эти организационные моменты полностью оправдываются повышением эффективности лечения и экономией времени в перспективе.

Таким образом, внедрение цифрового веб-сервиса для индивидуального подбора межзубных ершиков в клиническую практику рекомендовано как на этапе профилактики и лечения заболеваний пародонта, так и при проведении поддерживающей терапии, поскольку оно обеспечивает стандартизацию подхода к подбору средств индивидуальной гигиены и повышает эффективность лечебно-профилактических мероприятий.

## КОНФИКТ ИНТЕРЕСОВ:

Автор статьи А.В. Захарова является правообладателем веб-сервиса INTERDENTALBRUSHES.ONLINE, эффективность которого изучается в данном исследовании. Веб-сервис является коммерческим продуктом.

## CONFLICT OF INTERESTS:

The author of the article A.V. Zakharova is the owner of the INTERDENTALBRUSHES.ONLINE web service, the effectiveness of which is studied in this research. The web service is a commercial product.

Поступила/Received: 29.04.2025

Принята в печать/Accepted: 08.08.2025

## ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES:

1. Tonetti M.S., Jepsen S., Jin L., Otomo-Corgel J. Impact of the global burden of periodontal diseases on health, nutrition and wellbeing of mankind: A call for global action. — *J Clin Periodontol.* — 2017; 44 (5): 456—462. PMID: 28419559
2. Socransky S.S., Haffajee A.D. Periodontal microbial ecology. — *Periodontol 2000.* — 2005; 38: 135—87. PMID: 15853940
3. Грудянов А.И. Заболевания пародонта. — М.: МИА, 2022. — С. 296—298.  
[Grudyanov A.I. Periodontal diseases. — Moscow: MIA, 2022. — Pp. 296—298 (In Russian)].
4. Marchesan J.T., Morelli T., Moss K., Preisser J.S., Zandona A.F., Offenbacher S., Beck J. Interdental cleaning is associated with decreased oral disease prevalence. — *J Dent Res.* — 2018; 97 (7): 773—778. PMID: 29481764
5. van der Weijden F.A., Slot D.E. Efficacy of homecare regimens for mechanical plaque removal in managing gingivitis a meta review. — *J Clin Periodontol.* — 2015; 42 Suppl 16: S77—91. PMID: 25597787

6. Орехова Л.Ю., Прохорова О.В., Шаламай Л.И., Рачина Д.В., Буренкова Н.Э. Сравнительная характеристика комбинированных способов удаления поддесневых зубных отложений. — *Стоматология детского возраста и профилактика*. — 2020; 2 (74): 109—115.  
[Orekhova L.Yu., Prokhorova O.V., Shalamai L.I., Rachina D.V., Burenkova N.E. Comparative study of combined subgingival plaque removal techniques. — *Pediatric Dentistry and Profilaxis*. — 2020; 2 (74): 109—115 (In Russian)]. [eLibrary ID: 42935529](#)
7. Bourgeois D., Saliasi I., Llodra J.C., Bravo M., Viennot S., Carrouel F. Efficacy of interdental calibrated brushes on bleeding reduction in adults: a 3-month randomized controlled clinical trial. — *Eur J Oral Sci*. — 2016; 124 (6): 566—571. [PMID: 27681016](#)
8. Sälzer S., Graetz C., Dörfer C.E., Slot D.E., Van der Weijden F.A. Contemporary practices for mechanical oral hygiene to prevent periodontal disease. — *Periodontol 2000*. — 2020; 84 (1): 35—44. [PMID: 32844413](#)
9. Slot D.E., Valkenburg C., Van der Weijden G.A.F. Mechanical plaque removal of periodontal maintenance patients: A systematic review and network meta-analysis. — *J Clin Periodontol*. — 2020; 47 Suppl 22: 107—124. [PMID: 32716118](#)
10. Trombelli L., Farina R., Pollard A., Claydon N., Franceschetti G., Khan I., West N. Efficacy of alternative or additional methods to professional mechanical plaque removal during supportive periodontal therapy: A systematic review and meta-analysis. — *J Clin Periodontol*. — 2020; 47 Suppl 22: 144—154. [PMID: 32060940](#)
11. Graziani F., Karapetsa D., Alonso B., Herrera D. Nonsurgical and surgical treatment of periodontitis: how many options for one disease? — *Periodontol 2000*. — 2017; 75 (1): 152—188. [PMID: 28758300](#)
12. Nibali L., Koidou V.P., Hamborg T., Donos N. Empirical or microbiologically guided systemic antimicrobials as adjuncts to non-surgical periodontal therapy? A systematic review. — *J Clin Periodontol*. — 2019; 46 (10): 999—1012. [PMID: 31254278](#)
13. Jepsen S., Blanco J., Buchalla W., Carvalho J.C., Dietrich T., Dörfer C., Eaton K.A., Figuero E., Frencken J.E., Graziani F., Higham S.M., Kocher T., Maltz M., Ortiz-Vigon A., Schmoekel J., Sculean A., Tenuta L.M., van der Veen M.H., Machiulskiene V. Prevention and control of dental caries and periodontal diseases at individual and population level: consensus report of group 3 of joint EFP/ORCA workshop on the boundaries between caries and periodontal diseases. — *J Clin Periodontol*. — 2017; 44 Suppl 18: S85—S93. [PMID: 28266120](#)
14. Caton J.G., Armitage G., Berglundh T., Chapple I.L.C., Jepsen S., Kornman K.S., Mealey B.L., Papapanou P.N., Sanz M., Tonetti M.S. A new classification scheme for periodontal and peri-implant diseases and conditions — Introduction and key changes from the 1999 classification. — *J Clin Periodontol*. — 2018; 45 Suppl 20: S1—S8. [PMID: 29926489](#)
15. Schwendicke F., Samek W., Krois J. Artificial intelligence in dentistry: Chances and challenges. — *J Dent Res*. — 2020; 99 (7): 769—774. [PMID: 32315260](#)
16. Carrouel F., Llodra J.C., Viennot S., Santamaria J., Bravo M., Bourgeois D. Access to interdental brushing in periodontal healthy young adults: A cross-sectional study. — *PLoS One*. — 2016; 11 (5): e0155467. [PMID: 27192409](#)
17. Cairo F., Barootchi S., Tavelli L., Barbato L., Wang H.L., Raspérini G., Graziani F., Tonetti M. Aesthetic and patient-related outcomes following root coverage procedures: A systematic review and network meta-analysis. — *J Clin Periodontol*. — 2020; 47 (11): 1403—1415. [PMID: 32654220](#)
18. Ng E., Lim L.P. An Overview of different interdental cleaning aids and their effectiveness. — *Dent J (Basel)*. — 2019; 7 (2): 56. [PMID: 31159354](#)



DOI: 10.37988/1811-153X\_2025\_3\_72

[А.В. Зорян,](#)

к.м.н., доцент кафедры терапевтической стоматологии

[И.А. Коровкин,](#)

аспирант кафедры терапевтической стоматологии

[А.О. Асланова,](#)

аспирант кафедры терапевтической стоматологии

[Г.С. Колганов,](#)

аспирант кафедры терапевтической стоматологии

РУДН, 117198, Москва, Россия

## ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ:

Зорян А.В., Коровкин И.А., Асланова А.О., Колганов Г.С. Общие инструментальные принципы современной эндодонтии. — *Клиническая стоматология*. — 2025; 28 (3): 72—78.  
DOI: 10.37988/1811-153X\_2025\_3\_72

## Общие инструментальные принципы современной эндодонтии

**Аннотация.** В настоящее время в клинической практике врача — стоматолога-эндодонта для обработки корневых каналов имеются несколько медикаментозных препаратов с различными свойствами и ряд способов механической обработки и активной ирригации, которые помогают повышать качество антисептической обработки. Однако сохраняется неопределенность в выборе эффективного сочетания ирригационных растворов, механической обработки корневого канала, временных пломбировочных материалов и способов активации. Цель обзора — определение наиболее эффективной комбинации временных пломбировочных материалов, ирригационных растворов и инструментов для очистки корневого канала по данным современной научной литературы. Использование в процессе лечения ротационных эндодонтических инструментов снижает риск экструзии дебриса в периапикальную область, а гипохлорит натрия с хелатными агентами в сочетании с инструментальной активацией могут максимально эффективно очистить сложную систему корневых каналов от смазанного слоя и временных пломбировочных материалов. Обзор литературы, в которой рассматривалось применение временных пломбировочных материалов с содержанием гидроксида кальция, показал, что оптимальными антибактериальными свойствами и легкой способностью к извлечению из корневого канала обладают материалы на вязкой основе.

**Ключевые слова:** гипохлорит натрия, ЭДТА, ирригация корневых каналов, гидроксид кальция, активация ирригационных растворов, финишеры

[A.V. Zoryan,](#)

PhD in Medical Sciences, associate professor of the Therapeutic dentistry Department

[I.A. Korovkin,](#)

postgraduate at the Therapeutic dentistry Department

[A.O. Aslanova,](#)

postgraduate at the Therapeutic dentistry Department

[G.S. Kolganov,](#)

postgraduate at the Therapeutic dentistry Department

RUDN University, 117198, Moscow, Russia

## FOR CITATION:

Zoryan A.V., Korovkin I.A., Aslanova A.O., Kolganov G.S. General therapeutic and instrumental principles of modern endodontics. *Clinical Dentistry (Russia)*. 2025; 28 (3): 72—78 (In Russian).  
DOI: 10.37988/1811-153X\_2025\_3\_72

## General therapeutic and instrumental principles of modern endodontics

**Annotation.** Currently, in the clinical practice of an endodontist for root canal treatment, there are several medications with different properties and a number of methods of mechanical treatment and active irrigation that help improve the quality of antiseptic treatment. However, there remains uncertainty about the choice of an effective combination of irrigation solutions, mechanical treatment of the root canal, temporary filling materials and activation methods. Objectives: to review the literature in order to determine the most effective combination of temporary filling materials, irrigation solutions and instruments for root canal cleaning. This analytical analysis and the study of literature sources have shown that the use of rotary endodontic instruments in the treatment process reduces the risk of extrusion of debris into the periapical region, and sodium hypochlorite with chelating agents in combination with instrumental activation can maximally effectively clean the complex root canal system from the lubricated layer and temporary filling materials. A review of the literature, which examined the use of temporary filling materials containing calcium hydroxide, showed that viscous-based materials have optimal antibacterial properties and easy extraction from the root canal.

**Key words:** sodium hypochlorite, EDTA, root canal irrigation, calcium hydroxide, activation of irrigation solutions, finishers

## ВВЕДЕНИЕ

Периодонтит классифицируется по этиологическим факторам на инфекционный, травматический и медикаментозный. Инфекционный периодонтит развивается в результате присутствия микробной пленки в корневом канале и проникновения эндотоксинов из него в около-корневые ткани.

При бактериальном исследовании содержимого корневого канала у пациентов с хроническим апикальным периодонтитом выделяются грамположительные кокки, грамположительные палочки, грамотрицательные кокки, грамотрицательные палочки, дрожжеподобные грибы.

Реакция воспаления в периодонте возникает не из-за прямого присутствия бактерий, а из-за наличия эндотоксинов за апикальным отверстием. Согласно

результатам зарубежных исследований, выявление экстрадикулярной инфекции при различных формах хронического периодонтита носит кратковременный характер и сохраняется до уничтожения бактериальной флоры иммунной системой организма. Стойкое присутствие микрофлоры за апикальным отверстием зуба характеризуется острой симптоматикой периапикального абсцесса или острого апикального периодонтита.

Лечение хронического апикального периодонтита направлено на полное устранение патогенной микрофлоры, извлечение эндотоксинов, удаление остатков пульпы и обеспечение герметичной пломбировки корневого канала. На сегодняшний день нет систематических подходов для очистки корневого канала.

### АНАЛИЗ НАУЧНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Задача механического препарирования представляет собой контролируемый процесс удаления инфицированного дентина из корневого канала и придания ему конической формы, что необходимо для обеспечения эффективной дезинфекции и качественного пломбирования канала.

В современной эндодонтии для обеспечения качественной механической обработки корневых каналов применяются ротационные инструменты. В отличие от ручных, ротационные эндодонтические инструменты изготавливают из никель-титанового (Ni-Ti) сплава, за счет чего они обладают большей гибкостью, чем инструменты из нержавеющей стали, и могут эффективнее обрабатывать корневой канал с наличием изгибов и уменьшать вероятность транспортировки апикального отверстия [1]. Существуют исследования, доказывающие, что вероятность апикальной экструзии инфицированного дентина и патогенной микрофлоры за пределы апикального отверстия гораздо выше при использовании ручных эндодонтических инструментов, а не ротационных [2–4].

Механическая обработка не позволяет полноценно очистить латеральные, дельтовидные ответвления и анастомозы корневых каналов, овальные и гантелеобразные каналы, С-образные каналы, в которых может оставаться значительное количество микроорганизмов и распада пульпы. Во время препарирования образуется так называемый смазанный слой, состоящий из остатков пульпы, дентинных опилок и микроорганизмов, элементов биопленки, которые плотно прикрепляются к стенке корневого канала. Смазанный слой препятствует проникновению лекарственных средств в дентинные каналы [5–8].

Медикаментозная обработка включает в себя непосредственную ирригацию антибактериальными растворами и/или внесение в корневой канал лекарственных препаратов. В качестве ирригационных растворов во время механической обработки применяются различные медикаментозные средства: 3%-ная перекись водорода, 0,5–5%-ный гипохлорит натрия, 2%-ный хлоргексидина биглюконат, 17%-ная этилендиаминтетрауксусная кислота, органические кислоты или раствор этилового спирта.

### ДЕЗИНФИЦИРУЮЩИЕ РАСТВОРЫ

3%-ный водный раствор перекиси водорода ( $H_2O_2$ ) обладает выраженным, но кратковременным воздействием с выделением атомарного кислорода при контакте с тканями зуба. Это позволяет из просвета корневого канала механически удалять дентинные опилки и некротизированные ткани. Помимо этого перекись водорода обладает гемостатическим эффектом, но ее протеолитическое и бактерицидное действие менее выражено в сравнении с гипохлоритом натрия [9].

Гипохлорит натрия (NaOCl) применяется в концентрации 0,5–6%. При его растворении в воде и контакте с мембраной бактериальной клетки происходит смещение кислотно-щелочного баланса, что приводит к образованию хлорноватистой кислоты и гидроксида натрия, которые во время реакции могут образовывать ряд свободнорадикальных соединений, обладающих более сильным дезинфицирующим действием, чем исходный раствор. Растворы гипохлорита натрия обладают высоким бактерицидным свойством в отношении подавления роста многих бактерий, а также ВИЧ, герпеса, ротавирусов, гепатитов А и В. Некоторые исследования указывают на низкую эффективность 0,5–3%-ных растворов гипохлорита натрия в отношении биопленок *Enterococcus faecalis* и *Candida albicans*. В свою очередь, растворы концентрацией выше 5% имеют более выраженные бактерицидные свойства, но обладают протеолитическим действием в отношении коллагена дентина, а при его попадании в периапикальную область или на слизистую оболочку полости рта может возникнуть боль, отек, повреждение тканей вплоть до некроза [10, 11].

Хлоргексидина биглюконат — антимикробный препарат широкого спектра действия, эффективен в отношении многих бактериальных форм, в том числе *C. albicans* и *E. faecalis*. При низкой концентрации (0,2%) оказывает бактериостатическое действие, в концентрации свыше 2% — бактерицидное, которое связано с осаждением цитоплазматического содержимого клетки, что приводит к ее гибели. При соприкосновении с дентином хлоргексидин может соединяться с гидроксиапатитом и оказывать антимикробное действие еще в течение 2–3 суток, а также препятствовать адгезии микроорганизмов к стенке корневого канала [12–14].

В указанных ранее концентрациях растворы гипохлорита натрия, перекиси водорода и хлоргексидина неэффективны в отношении неорганических соединений и смазанного слоя, которые присутствуют в корневом канале наряду с распадом пульпы и компонентами биопленки.

Для растворения минеральных соединений и смазанного слоя необходимо применение хелатирующих агентов.

### ХЕЛАТИРУЮЩИЕ АГЕНТЫ

Хелаты (от лат. *chela* — клешня) — химические соединения металла (микроэлемента) с органическим веществом, которое называется хелатирующим агентом, к ним относятся растворы некоторых кислот

(этилендиаминтетрауксусной, фосфорной, лимонной, малеиновой). Молекулы хелатных соединений способны образовывать несколько химических связей с одним ионом металла, т.е. создавать цикл, подобный органическим соединениям.

ЭДТА — динатриевая соль, которая реагирует с кальцием, при этом достаточно эффективно удаляя неорганические элементы. Часто применяется при обработке труднопроходимых и облитерированных каналов. Производится в эффективной концентрации 17%, оптимальной для качественного удаления смазанного слоя [12, 13, 15].

Лимонная кислота — это слабая органическая кислота, которая раньше применялась в пародонтологии: наносилась на поверхность корня зуба для повышения регенерации пародонтального прикрепления при лоскутных операциях [16]. Эти ирригационные растворы действуют по тому же принципу, что и ЭДТА: они растворяют соединения кальция, связываясь с ним, удаляют смазанный слой и открывают просветы дентинных канальцев, но бактерицидное действие кислот ограничено [17].

Было доказано, что хелатные соединения биосовместимы и влияют на высвобождение фактора роста TGF- $\beta$  из дентина, ускоряют миграцию клеток к очагу заживления, способствуя ускоренной регенерации при эндодонтическом лечении [18, 19].

### АКТИВАЦИЯ ИРРИГАЦИОННЫХ РАСТВОРОВ

Согласно многочисленным исследованиям анатомии зубов, в большинстве случаев различные ответвления и анастомозы корневых каналов располагаются в апикальной трети корня, а традиционные методы ирригации не позволяют обеспечить проникновение ирригационных растворов, лекарственных препаратов и силеров в дентинные канальцы, латеральные и дельтовидные корневые каналы, перешейки и С-образные каналы, где может оставаться патогенная микрофлора [7, 15]. Соответственно, для оптимизации антисептической и дезобтурационной способности медикаментозного раствора необходимо создать условия для достижения им апикальной трети [20, 21].

Для этого в современной эндодонтии применяют ультразвуковую активацию, звуковую активацию, активацию с помощью различных эндодонтических инструментов, таких как XP-endoFinisher. Помимо этого, применяются такие аппараты, как лазер, SAF, GentleWave [17, 22].

Применение ультразвукового метода активации заключается в продуцировании колебательных волн в корневом канале мощностью 30 кГц, что создает акустический поток и вызывает гидродинамические микроударные волны и соноакустический эффект — образование облака пузырьков вокруг работающего инструмента, который провоцирует движение ирриганта вдоль работающего инструмента (краевая кавитация), приводя к качественной очистке стенки канала и продвижению ирригационного раствора по системе корневых каналов [23, 20]. Сам инструмент изготовлен

из нержавеющей стали, что обеспечивает переход кинетической энергии в тепловую, нагревает ирригационный раствор в корневом канале на 1–15°C, усиливая антисептические свойства ирригационного раствора [23]. Для эффективной и безопасной активации необходимо располагать кончик инструмента на расстоянии 2–3 мм от апикального отверстия, использовать файл для активации минимального размера (15–20 по ISO), работать мощностью не более 30% от максимально возможной и не применять ультразвуковую активацию в корневых каналах, которые имеют выраженный изгиб. Эти правила помогут предотвратить образование ступенек, снизить риск поломки инструмента, эрозию или перфорацию стенки корневого канала [17, 24–26].

Звуковой метод активации создает колебания мощностью 10–20 кГц с помощью специальной насадки из полимерного материала. Такая рабочая часть позволяет обрабатывать корневые каналы со сложной анатомией без риска поломки инструмента и повреждения стенки корневого канала, создания ступенек и перфораций [17]. Звуковой метод не производит соноакустический эффект, и его способность кавитации ниже, чем у ультразвукового метода. На данный момент проведено много противоречивых исследований, сравнивающих эти два метода активации, при этом статистически значимой разницы между ними не наблюдалось [17, 27, 28].

Мультизвуковое орошение с отрицательным давлением (GentleWave, США) было предложено в 2014 г. Оно заключается в помещении рабочей части наконечника в пульпарную камеру. Наконечник генерирует акустические колебания и продуцирует кавитацию ирригационного раствора, который одновременно подается через рабочую часть и эвакуируется отрицательным давлением (от –13 до –17 мм рт. ст.), создавая постоянный динамический поток ирриганта [29]. Мультизвуковая ирригация позволяет растворять органические элементы в корневом канале быстрее, чем шприцевое орошение, но эта методика по своей эффективности в конечном итоге сопоставима с остальными методами ирригации [29–31].

Для механической активации ирригационного раствора применяются специальные эндодонтические инструменты (финишеры), такие как XP-endoFinisher, SAF, Gentlefile Brush. При работе этими инструментами используют эндодонтический или механический наконечник. Во время вращения они адаптируются к форме канала за счет гибких свойств сплава и особенности конструкций рабочей части. Инструменты объемного препарирования позволяют совмещать активацию ирригационного раствора и механическое удаление смазанного слоя, тканей пульпы, внутриканальной биопленки, дентинных опилок и временного пломбировочного материала [32–35].

В ряде случаев из-за недостаточности ресурсов или исходя из характера клинической ситуации полноценное эндодонтическое лечение в рамках одного визита может быть затруднено. Для этого предусмотрено временное пломбирование корневых каналов с использованием биоактивных материалов, например гидроксида кальция [36].



## ВИДЫ ВРЕМЕННЫХ ПЛОМБИРОВОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ГИДРОКСИДА КАЛЬЦИЯ

Гидроксид кальция  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  слабо растворим в воде (0,155% при +25°C), при повышении температуры растворимость немного снижается (0,114% при +60°C). В воде ступенчато диссоциирует на ионы  $\text{Ca}^{2+}$  и  $\text{OH}^-$  ( $\text{pH}=12,5-12,8$ ), которые в микробной клетке провоцируют денатурацию белка, нарушение целостности цитоплазматической мембраны, повреждение ДНК бактериальной клетки. Транспортные средства, с которыми смешивается гидроксид кальция, играют важную роль в проявлении его бактерицидных свойств, потому что вязкость готового раствора напрямую влияет на скорость ионной диссоциации молекулы  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ : чем выше вязкость, тем ниже будет ионная диссоциация.

На данный момент применяются три основных вида транспортных средств:

- 1) Водорастворимые вещества: вода, физраствор, раствор анестетиков, хлоргексидин.
- 2) Вязкие носители: глицерин, полиэтиленгликоль (ПЭГ), пропиленгликоль.
- 3) Препараты на масляной основе: оливковое масло, силиконовое масло, камфорное масло, некоторые жирные кислоты, эвгенол.

Водный раствор имеет повышенную текучесть и способствуют быстрому высвобождению ионов. Допустимо использовать хлоргексидин в качестве транспортного средства для гидроксида кальция. Но антимикробная активность хлоргексидина ограничена уровнем  $\text{pH}$  5,5–7,0, поэтому при смешивании с высокощелочным сильным основанием эффективность хлоргексидина резко снижается [37].

Была исследована диссоциация гидроксида кальция с вязкими растворителями. При смешивании порошка гидроксида кальция с 10–30% глицерином или с 10–40% пропиленгликолем раствор будет иметь оптимальную текучесть и эффективность. Вязкие носители медленнее растворяются в воде, что позволяет высвобождаться ионам кальция и гидроксида более длительное время [38].

Транспортные средства на масляной основе имеют аналогичные свойства, что и вязкие. Но извлечение временного пломбировочного материала на масляной основе оказалось гораздо труднее, чем на любой другой. Причиной этому может быть то, что многие ирриганты плохо связываются с масляными растворами в силу их гидрофобности [39, 40].

К тому же результаты множества исследований ставят под сомнение антибактериальный эффект препаратов гидроксида кальция, указывая на то, что данные препараты имеют низкую дезинфицирующую способность, которая ограничена прямым контактом препарата с бактериальной клеткой. И что это не приводит к полному уничтожению микрофлоры в корневом канале. Согласно D. Kim (2015), большинство клинических исследований указывает на то, что лечение периодонтита в одно посещение так же эффективно, как и многоэтапное лечение с использованием временных препаратов на основе гидроксида кальция. Не было

существенной разницы в заживлении периапикальных поражений с применением препаратов гидроксида кальция и без него [41].

## УДАЛЕНИЕ ГИДРОКСИДА КАЛЬЦИЯ

Остатки временного пломбировочного материала во время финальной механической обработки могут перемещаться в сторону апикального отверстия и obturировать корневой канал, создавая апикальную пробку и препятствуя поступлению ирригационных растворов, а также уменьшить объем пенетрации силера [42–44]. Помимо этого, существует химическое взаимодействие между гидроксидом кальция с эвгенолом в постоянном пломбировочном материале с образованием гидроксид-эвгенольного соединения кальция (эвгенолят кальция) [45]. Эвгенолят кальция хорошо растворим, что приводит к быстрому нарушению апикального герметизма внутриканальной пломбы и, соответственно, повышает риск постэндодонтических осложнений [42, 45].

При удалении гидроксида кальция из корневого канала не следует применять растворы, которые нейтральны по отношению к неорганическим компонентам (гипохлорит натрия, хлоргексидин, перекись водорода). В качестве ирригационных растворов предпочтительно использовать хелатные соединения по причине их способности связываться с ионами кальция [46].

Применение ЭДТА в качестве растворителя временного пломбировочного материала на основе жидких транспортных средств в комбинации с ультразвуковой активацией обеспечивает очищение корневого канала на 91,15–94,81%, а при использовании гидроксида кальция на масляной основе корневой канал очищается только на 60–66% [47, 48]. Лимонная кислота удаляет из корневого канала препараты на водной основе в количестве 86%, а на масляной основе — 79% [39, 47].

Помимо этого, для очистки корневого канала могут применяться спиртосодержащие растворы. Раствор ацетона и этилацетата (Hydrol компании Septodont) в комбинации с ультразвуковой активацией способен очищать корневые каналы от масляного раствора на 85,3% [49].

Простая ирригация с использованием эндодонтического шприца и иглы не позволяет качественно очистить корневой канал, поэтому рекомендуется комбинировать его с дополнительными средствами механической активации ирриганта [22, 50, 51].

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Из множества способов хемомеханической обработки каналов во время эндодонтического лечения трудно выбрать самый эффективный. Однако на данный момент во многих исследованиях рекомендуется проводить финальную ирригацию, используя гипохлорит натрия в комбинации с ЭДТА, с применением ультразвукового или звукового методов активации ирригационного раствора [12, 17, 52].

В качестве временного пломбировочного материала предпочтительно использовать гидроксид кальция на вязкой основе.

Ирригация и эффективное удаление гидроксида кальция — важные аспекты, от которых зависит успех эндодонтического лечения. Исходя из анализа зарубежной и отечественной литературы, на данный момент наиболее эффективным способом удаления гидроксида кальция из просвета корневого канала считается сочетание инструментальной активации с хелатирующими агентами.

Несмотря на это, извлечение препаратов гидроксида кальция является актуальным вопросом. Ни один метод ирригации и механической обработки на данный момент не дает 100%-ный результат очистки корневого канала от остатков гидроксида кальция [39, 47].

Поступила/Received: 27.02.2025

Принята в печать/Accepted: 12.08.2025

#### ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES:

1. Ермолаева Л.А., Туманова С.А., Воробьев М.Г., Ильин Ф.Ю., Разгуляева В.Н., Лукичев М.М. Эффективность обработки корневых каналов ручными и машинными инструментами. — *Институт стоматологии*. — 2018; 2 (79): 106—107. [Ermolaeva L.A., Tumanova S.A., Vorobev M.G., Razgulyaeva V.N., Ilyin F.U., Lukichev M.M. Efficiency of root canals processing by hand and machine tools. — *The Dental Institute*. — 2018; 2 (79): 106—107 (In Russian)]. [eLibrary ID: 35340587](#)
2. Suresh B., et al. Comparative evaluation of extrusion of apical debris in primary maxillary anterior teeth using two different rotary systems and hand files: An in vitro study. — *Children (Basel)*. — 2023; 10 (5): 898. [PMID: 37238446](#)
3. Del Fabbro M., et al. In vivo and in vitro effectiveness of rotary nickel-titanium vs manual stainless steel instruments for root canal therapy: Systematic review and meta-analysis. — *J Evid Based Dent Pract*. — 2018; 18 (1): 59—69. [PMID: 29478682](#)
4. Versiani M.A., Martins J., Ordinola-Zapata R. Anatomical complexities affecting root canal preparation: a narrative review. — *Aust Dent J*. — 2023; 68 Suppl 1: S5-S23. [PMID: 37984802](#)
5. Царев В.Н., Подпорин М.С., Ипполитов Е.В. Оценка эффективности эндодонтической дезинфекции корневых каналов зуба с применением сканирующей электронной микроскопии микробной биопленки. — *Бактериология*. — 2017; 1: 6—13. [Tsarev V.T.N., Podporin M.S., Ippolitov E.V. Evaluating of the effectiveness of endodontic disinfection of root channels by using scanning electron microscopy of microbial biofilms. — *Bacteriology*. — 2017; 1: 6—13 (In Russian)]. [eLibrary ID: 35005307](#)
6. Meyappan N., et al. Scanning electron microscopy analysis of smear layer removal ability of conventional endodontic irrigation regimen, MTAD, and QMix™ versus a mixture of Azadirachta indica and Citrus limon: An in vitro study. — *Cureus*. — 2023; 15 (8): e42877. [PMID: 37664257](#)
7. Ozasir T., Eren B., Gulsahi K., Ungor M. The Effect of different final irrigation regimens on the dentinal tubule penetration of three different root canal sealers: A confocal laser scanning microscopy study in vitro. — *Scanning*. — 2021; 2021: 8726388. [PMID: 34737843](#)
8. Глинкин В.В., Клемин В.А., Глинкина В.В. Особенности обработки корневых каналов при лечении хронических форм апикального периодонтита в стадии обострения. — В кн.: Гуляев Г.Ю. (ред.) Инновационное развитие: потенциал науки и современного образования. — Пенза: МЦНС Наука и Просвещение (ИП Гуляев Г.Ю.), 2019. — С. 125—138. [Glinkin V.V., Klyomin V.A., Glinkina V.V. Features of root canal treatment in the treatment of chronic forms of apical periodontitis in the acute stage. — In: Gulyaev G.Yu. (ed.) Innovative development: the potential of science and modern education. — Penza: Science and Education, 2019. — Pp. 125—138 (In Russian)]. [eLibrary ID: 37216292](#)
9. Лоос Ю.Г., Макеева И.М. Лабораторно-клинический анализ эффективности применения раствора для проведения качественной ирригации корневых каналов. — В: сб. матер. международных научно-практических конференций. — М.: Большая книга, 2019. — С. 17—19. [Loos Yu.G., Makeeva I.M. Laboratory and clinical analysis of the efficiency of application of the solution for carrying out qualitative rigue channels irrigation. — In: proceedings of international scientific and practical conferences. — Moscow: Big Book, 2019. — Pp. 17—19 (In Russian)]. [eLibrary ID: 39961821](#)
10. Хабазде З.С., Генералова Ю.А., Шубаева В.С., Исмаилов Ф.Р., Шерозия М.Е., Недашковский А.А., Негорелова Я.А. Анализ бактерицидного действия гипохлорита натрия и хлоргексидина на резистентные микроорганизмы биопленки (E. Faecalis, C. Albicans). — *Эндодонтия Today*. — 2020; 4: 36—43. [Khabadze Z.S., Generalova Yu.A., Shubaeva V.S., Ismailov F.R., Sheroziia M.G., Nedashkovsky A.A., Negorelova Ya.A. Analysis of bactericidal effects of sodium hypochlorite and chlorhexidine on resistantbiofilm microorganisms (E. Faecalis, C. Albicans). — *Endodontics Today*. — 2020; 4: 36—43 (In Russian)]. [eLibrary ID: 46641474](#)
11. Зорян А.В., Асланова А.О., Коровкин И.А., Колганов Г.С. Ирригация корневых каналов в повседневной эндодонтии. — *Медицинский алфавит*. — 2025; 1: 82—87. [Zoryan A.V., Aslanova A.O., Korovkin I.A., Kolganov G.S. Irrigation of root canals in routine endodontics. — *Medical alphabet*. — 2025; 1: 82—87 (In Russian)]. [eLibrary ID: 80493133](#)
12. Арутюнян Л.В., Авакян Н.Э., Бабаджян Г.С., Ераносян С.Г. Ирригация, очистка и стерилизация системы корневых каналов. — *Вестник стоматологии и челюстно-лицевой хирургии*. — 2018; 15 (1—2): 26—33. [Harutyunyan L.V., Avagyan N.E., Babajanyan G.S., Yeranosyan S.G. Irrigation, cleaning and sterilization of root canal system. — *Bulletin of Stomatology and Maxillo-facial Surgery*. — 2018; 15 (1—2): 26—33 (In Russian)]. [eLibrary ID: 42881982](#)
13. Наумова Е.Д., Честных Е.В. Антибактериальная обработка корневого канала в эндодонтии (обзор литературы). — *Тверской медицинский журнал*. — 2019; 6: 40—48. [Naumova E.D., Chestnyh E.V. Antibacterial treatment of the root canal in endo (literature review). — *Medical Journal of Tver*. — 2019; 6: 40—48 (In Russian)]. [eLibrary ID: 41514327](#)
14. Saidin S., Jumat M.A., Mohd Amin N.A.A., Saleh Al-Hammadi A.S. Organic and inorganic antibacterial approaches in combating bacterial infection for biomedical application. — *Mater Sci Eng C Mater Biol Appl*. — 2021; 118: 111382. [PMID: 33254989](#)
15. Сорокоумова Д.В., Лаптева К.А., Шабалина Д.С., Киселева Д.В., Готтман И.А. Оценка эффективности применения различных протоколов удаления смазанного слоя на этапе

- финишной ирригации корневого канала. — *Вестник Уральской медицинской академической науки*. — 2018; 5: 677—683.
- [Sorokoumova D.V., Lapteva K.A., Shabalina D.S., Kiseleva D.V., Gottman I.A. Efficiency evaluation of different protocols for removal of smear layer at the stage finish irrigation of the root canal. — *Journal of Ural medical academic science*. — 2018; 5: 677—683 (In Russian)]. [eLibrary ID: 37154865](#)
16. Machado R., Garcia L.D.F.R., da Silva Neto U.X., Cruz Filho A.M.D., Silva R.G., Vansan L.P. Evaluation of 17% EDTA and 10% citric acid in smear layer removal and tubular dentin sealer penetration. — *Microsc Res Tech*. — 2018; 81 (3): 275—282. [PMID: 29205666](#)
  17. Boutsoukakis C., Arias-Moliz M.T. Present status and future directions — irrigants and irrigation methods. — *Int Endod J*. — 2022; 55 Suppl 3 (Suppl 3): 588—612. [PMID: 35338652](#)
  18. Ivica A., Zehnder M., Mateos J.M., Ghayor C., Weber F.E. Biomimetic conditioning of human dentin using citric acid. — *J Endod*. — 2019; 45 (1): 45—50. [PMID: 30448020](#)
  19. Reis-Prado A.H.D., Toledo P.T.A., Nunes G.P., Ferreira P.A.V., Rahimnejad M., Dal-Fabbro R., Abreu L.G., Bottino M.C., Benetti F. Citric acid conditioning as an alternative to EDTA for growth factors release and stem cell response in regenerative endodontics: A systematic review of in vitro studies. — *J Endod*. — 2024; 50 (2): 129—143. [PMID: 37984798](#)
  20. Зорян А.В. Обзор методик повышения эффективности ирригации системы корневых каналов. — *Клиническая стоматология*. — 2016; 2 (78): 20—25.  
[Zoryan A.V. The review of root canal system irrigation efficiency improvement methods. — *Clinical Dentistry (Russia)*. — 2016; 2 (78): 20—25 (In Russian)]. [eLibrary ID: 26134225](#)
  21. Castelo-Baz P., Martín-Biedma B., Cantatore G., Ruiz-Piñón M., Bahillo J., Rivas-Mundiña B., Varela-Patiño P. In vitro comparison of passive and continuous ultrasonic irrigation in simulated lateral canals of extracted teeth. — *J Endod*. — 2012; 38 (5): 688—91. [PMID: 22515904](#)
  22. Plotino G., Cortese T., Grande N.M., Leonardi D.P., Di Giorgio G., Testarelli L., Gambarini G. New technologies to improve root canal disinfection. — *Braz Dent J*. — 2016; 27 (1): 3—8. [PMID: 27007337](#)
  23. Macedo R.G., et al. Sonochemical and high-speed optical characterization of cavitation generated by an ultrasonically oscillating dental file in root canal models. — *Ultrason Sonochem*. — 2014; 21 (1): 324—35. [PMID: 23735893](#)
  24. Teja K.V., Ramesh S., Battineni G., Vasundhara K.A., Jose J., Janani K. The effect of various in-vitro and ex-vivo parameters on irrigant flow and apical pressure using manual syringe needle irrigation: Systematic review. — *Saudi Dent J*. — 2022; 34 (2): 87—99. [PMID: 35241897](#)
  25. Rhodes S.C. Ultrasonic device complications in endodontics: An analysis of adverse events from the food and drug administration manufacturer and user facility device experience. — *J Patient Saf*. — 2022; 18 (4): 269—275. [PMID: 34508038](#)
  26. Raducka M., Piszko A., Piszko P.J., Jawor N., Dobrzyński M., Grzebieluch W., Mikulewicz M., Skośkiewicz-Malinowska K. Narrative review on methods of activating irrigation liquids for root canal treatment. — *Applied Sciences (Switzerland)*. — 2023; 13: 7733. [DOI: 10.3390/app13137733](#)
  27. Chu X., Feng S., Zhou W., Xu S., Zeng X. Cleaning efficacy of EDDY versus ultrasonically-activated irrigation in root canals: a systematic review and meta-analysis. — *BMC Oral Health*. — 2023; 23 (1): 155. [PMID: 36932445](#)
  28. Paixão S., Rodrigues C., Grenho L., Fernandes M.H. Efficacy of sonic and ultrasonic activation during endodontic treatment: a Meta-analysis of in vitro studies. — *Acta Odontol Scand*. — 2022; 80 (8): 588—595. [PMID: 35430959](#)
  29. Haapasalo M., Shen Y., Wang Z., Park E., Curtis A., Patel P., Vandrangi P. Apical pressure created during irrigation with the Gentle-Wave™ system compared to conventional syringe irrigation. — *Clin Oral Invest*. — 2016; 20 (7): 1525—34. [PMID: 26498770](#)
  30. Liu H., Shen Y., Haapasalo M. Effectiveness of six irrigation techniques with sodium hypochlorite in tissue dissolution. — *Cureus*. — 2023; 15 (5): e39208. [PMID: 37337496](#)
  31. Coaguila-Llerena H., Gaeta E., Faria G. Outcomes of the Gentle-Wave system on root canal treatment: a narrative review. — *Restor Dent Endod*. — 2022; 47 (1): e11. [PMID: 35284323](#)
  32. Hristov K., Gateva N., Stanimirov P., Ishkitiev N., Doitchinova L. Comparative analysis of root dentin loss when using modern mechanical cleaning instruments in immature permanent teeth. — *Folia Med (Plovdiv)*. — 2020; 62 (2): 352—357. [PMID: 32666763](#)
  33. Neelakantan P., Khan K., Li K.Y., Shetty H., Xi W. Effectiveness of supplementary irrigant agitation with the Finisher GF Brush on the debridement of oval root canals instrumented with the Gentlefile or nickel titanium rotary instruments. — *Int Endod J*. — 2018; 51 (7): 800—807. [PMID: 29363136](#)
  34. Poly A., Marques F., Lee J., Setzer F.C., Karabucak B. XP-endo Finisher effectively reduces hard-tissue debris accumulated in root canals with isthmus after preparation with a reciprocating file system. — *Aust Endod J*. — 2023; 49 (2): 279—286. [PMID: 35980742](#)
  35. Silva W.O., Amoroso-Silva P., Olivares P., Alcalde M.P., Alves F.R.F., Marceliano-Alves M.F. Enhancing debris removal in curved canals: a comparative evaluation of XP-endo Finisher and passive ultrasonic irrigation. — *Clin Oral Invest*. — 2023; 27 (12): 7523—7529. [PMID: 37910237](#)
  36. Ordinola-Zapata R., Noblett W.C., Perez-Ron A., Ye Z., Vera J. Present status and future directions of intracanal medicaments. — *Int Endod J*. — 2022; 55 Suppl 3 (Suppl 3): 613—636. [PMID: 35322427](#)
  37. Saatchi M., Shokraneh A., Navaei H., Maracy M.R., Shojaei H. Antibacterial effect of calcium hydroxide combined with chlorhexidine on *Enterococcus faecalis*: a systematic review and meta-analysis. — *J Appl Oral Sci*. — 2014; 22 (5): 356—65. [PMID: 25466470](#)
  38. Eftekhari B., Moghimipour E., Eini E., Jafarzadeh M., Behrooz N. Evaluation of hydroxyl ion diffusion in dentin and injectable forms and a simple powder-water calcium hydroxide paste: an in vitro study. — *Jundishapur J Nat Pharm Prod*. — 2014; 9 (3): e14029. [PMID: 25237642](#)
  39. Raghu R., Pradeep G., Shetty A., Gautham P.M., Puneetha P.G., Reddy T.V.S. Retrievability of calcium hydroxide intracanal medicament with three calcium chelators, ethylenediaminetetraacetic acid, citric acid, and chitosan from root canals: An in vitro cone beam computed tomography volumetric analysis. — *J Conserv Dent*. — 2017; 20 (1): 25—29. [PMID: 28761249](#)
  40. Pedrinha V.F., Cuellar M.R.C., de Barros M.C., Titato P.C.G., Shahbazi M.A., Sharma P.K., de Andrade F.B. The Vehicles of calcium hydroxide pastes interfere with antimicrobial effect, biofilm polysaccharidic matrix, and pastes' physicochemical properties. — *Bio-medicines*. — 2022; 10 (12): 3123. [PMID: 36551879](#)
  41. Kim D., Kim E. Antimicrobial effect of calcium hydroxide as an intracanal medicament in root canal treatment: a literature review — Part II. In vivo studies. — *Restor Dent Endod*. — 2015; 40 (2): 97—103. [PMID: 25984470](#)



42. Kanmaz F., Altunbaş D. Evaluation of the effect of calcium hydroxide paste on sealer penetration into dentinal tubules by confocal laser scanning microscopy. — *Aust Endod J.* — 2022; 48 (1): 82—90. [PMID: 34775668](#)
43. Uzunoglu-Özyürek E., Erdoğan Ö., Aktemur Türker S. Effect of calcium hydroxide dressing on the dentinal tubule penetration of 2 different root canal sealers: A confocal laser scanning microscopic study. — *J Endod.* — 2018; 44 (6): 1018—1023. [PMID: 29680722](#)
44. Escobar P.M., Lopes F.C., Carvalho K., Fretes V., Hadid G.G., Mazzi-Chaves J.F., Sousa-Neto M.D. Influence of different calcium hydroxide removal protocols on the bond strength of epoxy resin-based sealer in long oval root canals. — *Microsc Res Tech.* — 2022; 85 (2): 781—788. [PMID: 34564917](#)
45. Khatod S.S., Ikhar A.D., Nikhade P.P., Chandak M., Motwani N.M., Chandak M.S., Rath C.K., Jaiswal A.S. Removal techniques for intracanal medicament — A review. — *Journal of Evolution of Medical and Dental Sciences.* — 2020; 13: 1097—1101. [DOI: 10.14260/jemds/2020/236](#)
46. Зорян А.В., Коровкин И.А., Комаровских М.Р., Колганов Г.С., Асланова А.О. Сравнительный анализ растворимости препаратов гидроксида кальция. — *Клиническая стоматология.* — 2025; 2: 36—39.  
[Zoryan A.V., Korovkin I.A., Komarovskikh M.R., Kolganov G.S., Aslanova A.O. Comparative analysis of the solubility of calcium hydroxide preparations. — *Clinical Dentistry (Russia).* — 2025; 2: 36—39 (In Russian)]. [eLibrary ID: 82672672](#)
47. Nainan M.T., Nirupama D., Benjamin S. Comparison of the efficacy of ethylene diamine tetraacetic acid and maleic acid in the removal of three calcium hydroxide intra-canal dressings: A spiral computerized tomography volumetric analysis. — *J Conserv Dent.* — 2013; 16 (1): 56—60. [PMID: 23349578](#)
48. Vineeta N., Gupta S., Chandra A. Retrieval of calcium hydroxide intracanal medicament with Chitosan from root canals: An in vitro CBCT volumetric analysis. — *J Conserv Dent.* — 2014; 17 (5): 454—7. [PMID: 25298647](#)
49. Митронин А.В., Русанов Ф.С., Герасимова М.М. Лабораторная оценка влияния качества обработки корневых каналов от гидроксида кальция на адгезию корневых силеров. — *Эндодонтия Today.* — 2013; 1: 21—24.  
[Mitronin A.V., Rusanov F.S., Gerasimova M.M. Laboratory evaluation of influence of quality treating of root canals from calcium hydroxide on adhesion of root sealers. — *Endodontics Today.* — 2013; 1: 21—24 (In Russian)]. [eLibrary ID: 20469344](#)
50. Koprowicz A., Koprowicz P. Efficacy of finisher files in the removal of calcium hydroxide paste from the root canal system — preliminary results. — *Journal of Medical Science.* — 2021; 2: e499. [DOI: 10.20883/medical.e499](#)
51. Nguyen T.A., Kim Y., Kim E., Shin S.J., Kim S. Comparison of the efficacy of different techniques for the removal of root canal filling material in artificial teeth: A micro-computed tomography study. — *J Clin Med.* — 2019; 8 (7): 984. [PMID: 31284630](#)
52. Li Q., Zhang Q., Zou X., Yue L. Evaluation of four final irrigation protocols for cleaning root canal walls. — *Int J Oral Sci.* — 2020; 12 (1): 29. [PMID: 33077718](#)

DOI: 10.37988/1811-153X\_2025\_3\_79

[Ю.В. Луницyna,](#)

к.м.н., доцент кафедры терапевтической стоматологии

[Л.Г. Дворникова,](#)

к.фарм.н., доцент кафедры фармации

[О.Н. Мазко,](#)

к.б.н., доцент кафедры фармакологии

[А.О. Шевякина,](#)

аспирант кафедры терапевтической стоматологии

[О.В. Бондаренко,](#)

к.м.н., доцент кафедры терапевтической стоматологии

[С.И. Токмакова,](#)

д.м.н., профессор, зав. кафедрой терапевтической стоматологии

АГМУ, 656038, Барнаул, Россия

## Перспективы применения бактериальной целлюлозы в стоматологии (обзор зарубежной литературы)

**Аннотация.** Приведен обзор современной научной литературы о бактериальной целлюлозе, которая, будучи природным биополимером, обладает уникальными физико-химическими: высокая степень чистоты, отличная механическая прочность и биосовместимость — и абсорбирующими свойствами, что делает ее востребованной в различных областях медицины: в качестве раневых покрытий, в тканевой инженерии и трансплантации и др. В стоматологии бактериальная целлюлоза проявляет себя в нескольких направлениях. В пародонтологии она используется для регенерации тканей десны и костных структур, в эндодонтии — для сохранения жизнеспособности пульпы, создания эффективных абсорберов и силлеров. В имплантологии бактериальная целлюлоза может применяться в ходе операций синус-лифтинга. Также она эффективна при лечении заболеваний слизистой оболочки полости рта за счет своих барьерных и защитных свойств, способствуя заживлению язв и эрозий. **Заключение.** Статья подчеркивает потенциал и перспективность разработки стоматологических изделий и препаратов на основе бактериальной целлюлозы.

**Ключевые слова:** бактериальная целлюлоза, биоматериал, стоматология, пародонтология, эндодонтия, медицинские изделия, раневые покрытия

### ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ:

Луницyna Ю.В., Дворникова Л.Г., Мазко О.Н., Шевякина А.О., Бондаренко О.В., Токмакова С.И. Перспективы применения бактериальной целлюлозы в стоматологии (обзор зарубежной литературы). — *Клиническая стоматология*. — 2025; 28 (3): 79—83. DOI: 10.37988/1811-153X\_2025\_3\_79

[Yu.V. Lunitsyna,](#)

PhD in Medical Sciences, associate professor of the Therapeutic dentistry Department

[L.G. Dvornikova,](#)

PhD in Pharmacy, associate professor of the Pharmacy Department

[O.N. Mazko,](#)

PhD in Biology, associate professor of the Pharmacology Department

[A.O. Shevyakina,](#)

postgraduate of the Therapeutic dentistry Department

[O.V. Bondarenko,](#)

PhD in Medical Sciences, associate professor of the Therapeutic dentistry Department

[S.I. Tokmakova,](#)

Doctor of Science in Medicine, full professor of the Therapeutic dentistry Department

Altai State Medical University,  
656038, Barnaul, Russia

## Prospects of bacterial cellulose application in dentistry (review of foreign literature)

**Annotation.** The article provides an overview of modern literature sources on bacterial cellulose, which, being a natural biopolymer, has unique physico-chemical properties such as high purity, excellent mechanical strength and biocompatibility, absorbent properties, which makes it in demand in various fields of medicine: as wound coatings, in tissue engineering and transplantation, etc. In dentistry, bacterial cellulose manifests itself in several ways. In periodontics, it is used to regenerate gum tissue and bone structures. In endodontics, to preserve the viability of the pulp, to create effective absorbers and fillers. In implantology, bacterial cellulose can be applied during sinus lifting surgery. It is also effective in the treatment of diseases of the oral mucosa due to its barrier and protective properties, contributing to the healing of ulcers and erosions. **Conclusion.** The article highlights the potential and prospects for the development of dental products and preparations based on bacterial cellulose.

**Key words:** bacterial cellulose, biomaterial, dentistry, periodontics, endodontics, medical devices, wound coverings

### FOR CITATION:

Lunitsyna Yu.V., Dvornikova L.G., Mazko O.N., Shevyakina A.O., Bondarenko O.V., Tokmakova S.I. Prospects of bacterial cellulose application in dentistry (review of foreign literature). *Clinical Dentistry (Russia)*. 2025; 28 (3): 79—83 (In Russian). DOI: 10.37988/1811-153X\_2025\_3\_79

### ВВЕДЕНИЕ

Все больший интерес в медицине приобретают биосовместимые материалы, которые способны имитировать и замещать ткани нашего организма [1]. В соответствии с их химической природой биоматериалы

можно разделить на две основные категории: натуральные (коллаген, шелк, кератин и др.) и синтетические (полимеры, биоккомпозиты и др.). Природные биоматериалы обладают биосовместимостью и не вызывают побочных реакций [2]. В настоящее время активно изучается возможность применения коллагена, хитозана

и целлюлозы [3]. В частности, растет интерес к бактериальной целлюлозе (БЦ) с точки зрения ее использования в различных областях медицины, в том числе в стоматологии [4, 5].

**Цель обзора** — изучить перспективы разработки стоматологических материалов на основе БЦ, обосновать преимущества их применения.

#### БАКТЕРИАЛЬНАЯ ЦЕЛЛЮЛОЗА, ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

О производстве целлюлозы из бактериальных источников впервые сообщил А.Дж. Браун в 1886 г. [6]. Ученый выявил, что грамотрицательная бактерия *Komagataeibacter xylinus* способна производить целлюлозу. На сегодняшний день существует несколько грамотрицательных бактерий, продуцирующих данный биополимер: *Agrobacterium*, *Pseudomonas*, *Rhizobium* и *Escherichia spp.* В подходящей среде в аэробных условиях на границе раздела питательной среды и воздуха эти бактерии образуют обширную трехмерную сеть целлюлозных фибрилл, используя глюкозу и другие сахара в качестве источника углерода. Макроскопически мембраны БЦ похожи на гель, форма и толщина которого зависят от реципиента и времени культивирования [2]. Микроскопически структура БЦ представляет собой взаимосвязанную трехмерную пористую сетчатую структуру, обуславливающую свойства материала [7]. Фибриллы БЦ биосинтезируются в несколько этапов. Водородные связи, обусловленные взаимодействием гидроксильных групп, позволяют изготавливать листы полимера с высокой площадью поверхности и пористостью. Изменяя условия культивирования и методы производства, можно влиять на характеристики получаемого материала [8].

Свойства БЦ достаточно хорошо изучены. Перечислим основные из них, определяющие возможность использования биополимера в медицине [2, 9]:

- 1) возможность стерилизации изделий различными способами (нагревание, пар, окись этилена и облучение) без потери своих физико-химических свойств и структурной целостности материала;
- 2) высокая пористость, высокая влагоудерживающая способность, что позволяет эффективно впитывать и выделять лекарственные вещества;
- 3) высокая чистота и кристалличность;
- 4) хорошая химическая стабильность;
- 5) отличные механические свойства, высокая прочность;
- 6) возможность применения изделий в качестве физического барьера против микробных инфекций;
- 7) биосовместимость — не вызывает аллергии, нетоксична;
- 8) хорошая адгезия к живым тканям;
- 9) регенеративное действие и ранозаживляющий эффект.

#### ПРИМЕНЕНИЕ В СТОМАТОЛОГИИ

Учитывая вышеперечисленные свойства и возможности применения БЦ в медицине, существует большой потенциал для применения биополимера в стоматологии.

Однако сложности использования БЦ в данной области связаны с необходимостью трансформировать биополимер и придать ему свойства биоразложения. С этой целью проведены исследования по разработке биодеградируемых образцов. Еще в 1982 г. М. Singh и соавт. описали селективное окисление целлюлозы периодатом натрия с получением бактериальной диальдегидцеллюлозы. В исследованиях *in vivo* у крыс наблюдалось разложение материала, причем отмечена корреляция между временем биодеградации бактериальной диальдегидцеллюлозы и степенью ее окисления. При этом биополимер не терял свои механические и физико-химические свойства [10]. Позже в исследовании Р. Weyell и соавт. (2019) была подтверждена возможность получения биоразлагаемой БЦ при использовании данного способа [11].

Группа ученых во главе с S.J. An (2017) для получения растворимого материала на основе биополимера использовала электронно-лучевое осаждение. При помощи инфракрасной, сканирующей электронной микроскопии, термогравиметрического анализа и других методов подтверждены свойства получаемых мембран (прочность при растяжении во влажном состоянии, цитосовместимость, эффективное взаимодействие материала с клетками), что в результате способствовало усиленной регенерации тканей [12].

#### БАКТЕРИАЛЬНАЯ ЦЕЛЛЮЛОЗА ПРИ ЛЕЧЕНИИ ЗАБОЛЕВАНИЙ ПАРОДОНТА

Сегодня наиболее активно изучается возможность применения БЦ в пародонтологии [13]. В имеющейся литературе показана хорошая эпителизация раны, описан противовоспалительный эффект при использовании биополимера в качестве пародонтального перевязочного материала [14, 15].

Интересные исследования проведены с целью определения возможности применения БЦ в направленной тканевой регенерации (guided tissue regeneration, GTR) при лечении заболеваний пародонта [2, 16]. Данная хирургическая манипуляция включает использование мембран для предотвращения миграции эпителиальных клеток во время процесса восстановления костной ткани. Мембрана GTR действует как барьер, изолируя дефект кости от окружающей соединительной ткани. В настоящее время доступно несколько коммерческих материалов: нерассасывающиеся мембраны, которые требуют повторного хирургического вмешательства для извлечения, что увеличивает стоимость и длительность лечения; и рассасывающиеся мембраны, которые представляют собой группу природных и биоразлагаемых полимеров (коллаген, полимолочная кислота и др.). Однако есть ограничения в применении последних: эпителиальный рост вдоль мембраны; изменение скорости резорбции под воздействием различных факторов, которые препятствуют широкому клиническому применению. Поэтому потребность в альтернативных материалах остается.

Мембраны БЦ также применяются для направленной костной регенерации (guided bone regeneration, GBR), но скорость пролиферации и дифференциации



клеток по сравнению с коллагеновой мембраной у них меньше. В 1990-х годах была продемонстрирована регенерация фурационных поражений II класса после применения мембраны из БЦ сначала в исследовании на животных, в ходе которого лечили собак с пародонтитом. Несколько позже Новаэс и соавт. (1992, 1993) успешно провели лечение таких поражений у людей с использованием нерассасывающейся мембраны БЦ (Gengiflex) для GBR. Эффективность доказали клинически [17, 18].

Для усиления регенерации костной ткани применяют композиты БЦ с гидроксипатитом, остеопонтином [19–21]. Р. Kraisiyayong и соавт. (2024) разработали мембрану БЦ, получаемую при помощи электроспиннинга, имеющую слой смешанной карбоксиметилцеллюлозы и полиэтиленоксида на поверхности, отвечающую требованиям GBR [22].

Медикаментозные схемы лечения заболеваний пародонта включают применение хлоргексидина в качестве этиотропного препарата. Он также активен в отношении широкого спектра грамположительных и грамотрицательных бактерий с факультативным анаэробным метаболизмом и/или аэробных микроорганизмов, грибов. Не удивительно, что именно данное средство одним из первых стали применять с БЦ. Доказано образование сильной химической связи хлоргексидина с биополимером [9, 23].

Группа исследователей под руководством G. Krasowski в 2019 г. подвергла БЦ химической сорбции с антисептиками, содержащими повидон-йод и полигексанид. В исследованиях *in vitro* была доказана очень высокая эффективность в отношении пародонтопатогенной и условно-патогенной микрофлоры полости рта (*Aggregatibacter actinomycetemcomitans*, *Enterococcus faecalis*, *Candida albicans*, *Streptococcus mutans*, *Staphylococcus aureus* и *Pseudomonas aeruginosa*) [24].

#### ПРИМЕНЕНИЕ БАКТЕРИАЛЬНОЙ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ ДЛЯ РЕГЕНЕРАЦИИ СЛИЗИСТОЙ ОБОЛОЧКИ РТА

Еще одним перспективным направлением применения БЦ в стоматологии является закрытие дефектов слизистой оболочки при аутотрансплантации, удалении зубов и имплантации. В случае закрытия донорского участка при аутотрансплантации мембрана из БЦ может выполнять несколько функций: устранять болезненность донорского участка, снижать риск инфицирования и послеоперационных осложнений, уменьшать длительность хирургического вмешательства [2, 16].

В работе N. Chiaorakobkij и соавт. (2019) были проведены испытания лиофилизированных композитных губок, изготовленных из волокон БЦ и альгината, сшитых хлоридом кальция. Новый материал отличался высокой впитываемостью жидкости и в исследовании *in vitro* с использованием кератиноцитов человека и фибробластов десны показал эффект пролиферации клеток. Разработанный материал, кроме того, отличался уникальным дизайном: наружный слой (более толстый) предотвращал попадание бактерий и механическое загрязнение раны, в то время как внутренний, более пористый слой способствовал отводу экссудата [25].

Р. Weyell и соавт. (2019) использовали в своей работе биоразлагаемую бактериальную диальдегидцеллюлозу, содержащую антибиотик доксициклин. Разработанный материал применяли для закрытия дефекта при удалении зубов или перевязке ран после аутотрансплантации слизистой оболочки. Через 10 ч антибиотик полностью высвобождался из мембраны [11].

K.L. Tovar-Carrillo и соавт. (2024) разработали гидрогели, обогащенные экстрактом виноградных косточек, для лечения повреждений слизистой полости рта. Полученное средство проявило антибактериальные свойства в отношении *Streptococcus mutans*, *Enterococcus faecalis*, *Staphylococcus aureus* и *Pseudomonas aeruginosa*. Поверхность гидрогеля обладала большей клеточной адгезией в течение первых 4 ч культивирования. Это исследование позволило заключить, что гидрогели являются перспективным материалом для проведения дальнейших исследований [26].

#### ПРИМЕНЕНИЕ ДЛЯ РЕГЕНЕРАЦИИ КОСТНОЙ ТКАНИ

Сегодня активно изучается вопрос возможности и применения БЦ в операции синус-лифтинга гайморовой пазухи перед имплантацией зубов. Проведен ряд экспериментальных исследований. Группой ученых под руководством S. Kiliç (2025) выполнено сравнительное исследование на животных по возможности применения каркасов из бактериальной целлюлозы для восполнения костных дефектов верхнечелюстных пазух. Доказан остеотропный эффект, обнаружено усиление регенерации костной ткани [27].

В 2019 г. проведены исследования на кроликах по устранению дефектов лобной кости. В результате материал на основе БЦ, содержащий костный морфогенетический белок-2, обеспечивал постоянное высвобождение белка, способствуя оптимальному формированию кости, что также доказывает возможность применения разработанного изделия для синус-лифтинга перед имплантацией [28].

Что касается восстановления костной ткани, J.M. Lee и его коллеги (2013) в эксперименте на крысах доказали эффективность композита шелк/БЦ, успешно имплантировав их на двусторонние сегментарные дефекты (длиной 2 мм) скуловых дуг. Микрокомпьютерная томография и гистологическое исследование подтвердило полное заживление хирургических ран через 8 недель [29].

#### ПРИМЕНЕНИЕ В ЭНДОДОНТИИ

БЦ становится перспективным материалом в эндодонтии. Первое исследованное направление — применение штифтов из БЦ для высушивания, а также использование их для внесения лекарственных препаратов в корневой канал [30]. В своем исследовании A. Yoshino и соавт. (2013) показали преимущества штифтов из БЦ перед стандартными бумажными абсорберами. Разработанные штифты имели более высокие показатели впитываемости, высокую степень высвобождения лекарственного препарата, что сделало их более эффективными

и имело решающее значение для предотвращения повторного инфицирования. Во влажном состоянии БЦ сохраняет высокую прочность на разрыв даже при намокании, что важно для надежности в процессе обработки. Кроме того, БЦ обладает превосходной биосовместимостью, снижая риск побочных реакций у пациентов [31].

Благодаря своим свойствам БЦ может также применяться для усовершенствования пломбировочных материалов для корневых каналов зубов. В литературе описаны работы по изготовлению нановискеров из БЦ с целью армирования стоматологических материалов. S.I. Jinga с соавт. (2014) использовали нановискеры БЦ в комплексе с минералтриоксидаагрегатом (МТА). Созданный экспериментальный материал исследовали при помощи рентгенографии и данных термического анализа [32]. Ученые пришли к выводу, что присутствие нановискеров БЦ ускоряет процессы твердения цемента МТА, при этом было отмечено уменьшение количества кристаллов гидроксида кальция. Авторы сообщили о том, что нановискеры БЦ способствуют дальнейшему образованию кристаллических гидросиликатов даже после одного дня затвердевания. Созданный композит на основе биополимера может применяться для пломбирования корневых каналов зубов после проведения клинических исследований. Группа ученых под руководством G. Voicu (2017) при помощи золь-гель-метода синтезировала еще один материал, перспективный для пломбирования корневых каналов зубов и перфораций его стенок. Силикатный цемент, разработанный авторами, был получен при помощи добавления порошка измельченной в микрометрические частицы путем гидротермальной обработки БЦ. Физико-химические свойства полученного нанокомпозита были исследованы в лабораторных условиях. Авторы также наблюдали сокращение времени полимеризации материала, что делает его более удобным для клинического применения по сравнению с существующими аналогами. Исследование *in vitro* показало отсутствие цитотоксического действия и наличие выраженного регенеративного действия, а также удовлетворительную адгезию к тканям [33].

Другим направлением применения БЦ в эндодонтии стали исследования возможности ее применения для регенерации и сохранения жизнеспособности пульпы. L.M. Costa и его коллеги (2012) разработали нанокомпозит из отолита и БЦ для прямого покрытия пульпы. Данные получены в эксперименте на собаках. Гистологическое исследование пульпы, проведенное через 21 день после ее прямого покрытия разработанным материалом с применением стеклоиономерного цемента в качестве постоянной пломбы, доказало, что предложенный композит БЦ индуцирует образование тканевого барьера и стимулирует репаративную реакцию пульпы [34].

#### БАКТЕРИАЛЬНАЯ ЦЕЛЛЮЛОЗА ДЛЯ ЛЕЧЕНИЯ АФТОЗНОГО СТОМАТИТА

Некоторые заболевания проявляются возникновением эрозий и язв на слизистой оболочке полости рта. Одним из них является афтозный стоматит, сопровождающийся

возникновением резкоболезненных афт, снижающих уровень жизни пациентов. БЦ, с успехом применяющаяся при лечении дефектов кожи и слизистой оболочки, может быть применена и для лечения данного заболевания.

В 2020 г. группа ученых разработала пластыри, содержащие БЦ, гиалуроновую кислоту и диклофенак, обладающие комплексным действием. Мембраны были изготовлены путем простой диффузии водных растворов препаратов во влажную трехмерную пористую сетку БЦ с последующей термической обработкой при 200°C для получения пластырей. Лабораторные исследования доказали возможность использования предложенных покрытий для уменьшения боли и ускорения эпителизации афт на слизистой полости рта. В искусственной слюне мембраны набухали, происходило высвобождение лекарственного средства [35].

Другой группой авторов разработаны сухие прозрачные пластыри, состоящие из БЦ и фотоактивных биоадгезивов на основе карбена. Матрицы БЦ в данном случае служат структурным компонентом, обеспечивающим целостность во влажной среде, в то время как биоадгезивы на основе карбена обеспечивают адгезию. Структурная целостность разработанного материала сохраняется как минимум в течение 7 дней в водной среде. Пластыри действуют как селективный нанопористый барьер против бактерий [36].

#### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Бактериальная целлюлоза является перспективным биоматериалом для применения в стоматологии благодаря своим превосходным механическим свойствам, биосовместимости, способности поглощать и высвобождать лекарственные вещества. Ее применение в стоматологии охватывает все сферы — от регенерации тканей до систем доставки лекарств, при этом ведутся исследования, направленные на улучшение ее свойств путем различных модификаций. Будучи универсальным и экологически чистым материалом, БЦ обладает значительным потенциалом для будущих достижений в стоматологической терапии. Однако требуется проведение большего количества исследований перед внедрением данного биополимера в широкую клиническую практику.

#### ФИНАНСИРОВАНИЕ:

Грант губернатора Алтайского края в форме субсидий для разработки качественно новых технологий, создания инновационных продуктов и услуг в сферах переработки и производства пищевых продуктов, фармацевтического производства и биотехнологий (соглашение № 30-2024-004258 от 19.11.2024).

#### FUNDING:

Grant from the Governor of the Altai Territory in the form of subsidies for the development of qualitatively new technologies, the creation of innovative products and services in the fields of food processing and production, pharmaceutical production and biotechnology (agreement no. 30-2024-004258 dated November, 19 2024).

Поступила/Received: 22.05.2025

Принята в печать/Accepted: 25.08.2025

## Л И Т Е Р А Т У Р А / R E F E R E N C E S :

1. O'Brien F.J. Biomaterials & scaffolds for tissue engineering. — *Materials Today*. — 2011; 14 (3): 88—95.  
[DOI: 10.1016/S1369-7021\(11\)70058-X](#)
2. de Oliveira Barud H.G., et al. Bacterial nanocellulose in dentistry: Perspectives and challenges. — *Molecules*. — 2020; 26 (1): 49.  
[PMID: 33374301](#)
3. Horue M., Cacicedo M.L., Castro G.R. New insights into bacterial cellulose materials: Production and modification strategies. — *International Journal of Advances in Medical Biotechnology*. — 2018; 1 (2): 44—49.  
[DOI: 10.25061/2595-3931/IJAMB/2018.v1i2.20](#)
4. Popa L., et al. Bacterial cellulose — A remarkable polymer as a source for biomaterials tailoring. — *Materials (Basel)*. — 2022; 15 (3): 1054.  
[PMID: 35160997](#)
5. Choi S.M., Shin E.J. The Nanofication and functionalization of bacterial cellulose and its applications. — *Nanomaterials (Basel)*. — 2020; 10 (3): 406. [PMID: 32106515](#)
6. Brown A.J. On an acetic ferment which forms cellulose. — *Journal of the Chemical Society, Transactions*. — 1886; 49: 432—439.  
[DOI: 10.1039/CT8864900432](#)
7. Ul-Islam M., Khan T., Park J.K. Water holding and release properties of bacterial cellulose obtained by in situ and ex situ modification. — *Carbohydrate Polymers*. — 2012; 88 (2): 596—603.  
[DOI: 10.1016/j.carbpol.2012.01.006](#)
8. Reiniati I., et al. Recent developments in the production and applications of bacterial cellulose fibers and nanocrystals. — *Crit Rev Biotechnol*. — 2017; 37 (4): 510—524. [PMID: 27248159](#)
9. Inoue B.S., et al. Bioactive bacterial cellulose membrane with prolonged release of chlorhexidine for dental medical application. — *Int J Biol Macromol*. — 2020; 148: 1098—1108. [PMID: 31917984](#)
10. Singh M., et al. Biodegradation studies on periodate oxidized cellulose. — *Biomaterials*. — 1982; 3 (1): 16—20. [PMID: 6279192](#)
11. Weyell P., et al. Tailor-made material characteristics of bacterial cellulose for drug delivery applications in dentistry. — *Carbohydr Polym*. — 2019; 207: 1—10. [PMID: 30599988](#)
12. An S.J., et al. Preparation and characterization of resorbable bacterial cellulose membranes treated by electron beam irradiation for guided bone regeneration. — *Int J Mol Sci*. — 2017; 18 (11): 2236. [PMID: 29068426](#)
13. Kadkhodazadeh M., et al. In vitro comparison of biological effects of Coe-Pak and Reso-Pac periodontal dressings. — *J Oral Maxillofac Res*. — 2017; 8 (1): e3. [PMID: 28496963](#)
14. Baghani Z., Kadkhodazadeh M. Periodontal dressing: a review article. — *J Dent Res Dent Clin Dent Prospects*. — 2013; 7 (4): 183—91. [PMID: 24578815](#)
15. Petelin M., et al. Effects of periodontal dressings on fibroblasts and gingival wound healing in dogs. — *Acta Vet Hung*. — 2004; 52 (1): 33—46. [PMID: 15119785](#)
16. Alimardani Y., et al. Prospective and applications of bacterial nanocellulose in dentistry. — *Cellulose*. — 2024; 13: 7819—7839.  
[DOI: 10.1007/s10570-024-06098-y](#)
17. Novaes A.B. jr, Novaes A.B. IMZ implants placed into extraction sockets in association with membrane therapy (Gengiflex) and porous hydroxyapatite: a case report. — *Int J Oral Maxillofac Implants*. — 1992; 7 (4): 536—40. [PMID: 1299651](#)
18. Novaes A.B. jr, Novaes A.B. Bone formation over a TiAl6V4 (IMZ) implant placed into an extraction socket in association with membrane therapy (Gengiflex). — *Clin Oral Implants Res*. — 1993; 4 (2): 106—10. [PMID: 8218743](#)
19. Luz E.P.C.G., et al. Resorbable bacterial cellulose membranes with strontium release for guided bone regeneration. — *Mater Sci Eng C Mater Biol Appl*. — 2020; 116: 111175. [PMID: 32806235](#)
20. Anitasari S., et al. New insight of scaffold based on hydroxyapatite (HAp)/bacteria's nanocellulose (BN) for dental tissue engineering. — *Eur J Dent*. — 2024; 18 (3): 891—897. [PMID: 37995727](#)
21. Klinthoophthamrong N., et al. Bacterial cellulose membrane conjugated with plant-derived osteopontin: Preparation and its potential for bone tissue regeneration. — *Int J Biol Macromol*. — 2020; 149: 51—59. [PMID: 31981668](#)
22. Kraisiyawong P., et al. Functionalizable bacterial cellulose composite membrane for guided tissue regeneration. — *Int J Biol Macromol*. — 2024; 268 (Pt 1): 131655. [PMID: 38636763](#)
23. Lavoine N., et al. Controlled release of chlorhexidine digluconate using  $\beta$ -cyclodextrin and microfibrillated cellulose. — *Colloids Surf B Biointerfaces*. — 2014; 121: 196—205. [PMID: 24984267](#)
24. Krasowski G., et al. Potential of novel bacterial cellulose dressings chemisorbed with antiseptics for the treatment of oral biofilm infections. — *Applied Sciences*. — 2019; 9 (24): 5321. [DOI: 10.3390/app9245321](#)
25. Chiaoprakobkij N., et al. Fabrication and characterization of novel bacterial cellulose/alginate/gelatin biocomposite film. — *J Biomater Sci Polym Ed*. — 2019; 30 (11): 961—982. [PMID: 31043124](#)
26. Tovar-Carrillo K.L., et al. Antibacterial properties of grape seed extract — enriched cellulose hydrogels for potential dental application: In vitro assay, cytocompatibility, and biocompatibility. — *Gels*. — 2024; 10 (9): 606. [PMID: 39330208](#)
27. Cömert Kiliç S., et al. Dispersed bacterial cellulose (DBC) alone graft material and adding DBC or the boric acid-absorbed DBC to xenograft increases the new bone formation during rabbit maxillary sinus augmentation- a pilot study. — *J Stomatol Oral Maxillofac Surg*. — 2025; 102321 (Online ahead of print). [PMID: 40158658](#)
28. Koike T., et al. Efficacy of bacterial cellulose as a carrier of BMP-2 for bone regeneration in a rabbit frontal sinus model. — *Materials (Basel)*. — 2019; 12 (15): 2489. [PMID: 31390730](#)
29. Lee J.M., et al. The fixation effect of a silk fibroin-bacterial cellulose composite plate in segmental defects of the zygomatic arch: an experimental study. — *JAMA Otolaryngol Head Neck Surg*. — 2013; 139 (6): 629—35. [PMID: 23787423](#)
30. Cañas-Gutiérrez A., et al. Bacterial cellulose: a biomaterial with high potential in dental and oral applications. — *Cellulose*. — 2020; 17: 9737—9754. [DOI: 10.1007/s10570-020-03456-4](#)
31. Yoshino A., et al. Applicability of bacterial cellulose as an alternative to paper points in endodontic treatment. — *Acta Biomater*. — 2013; 9 (4): 6116—22. [PMID: 23268234](#)
32. Jingga S.I., et al. Biocellulose nanowhiskers cement composites for endodontic use. — *Digest Journal of Nanomaterials and Biostructures*. — 2014; 9 (2): 543—550
33. Voicu G., et al. Improvement of silicate cement properties with bacterial cellulose powder addition for applications in dentistry. — *Carbohydr Polym*. — 2017; 174: 160—170. [PMID: 28821055](#)
34. Costa L.M., et al. Novel otoliths/bacterial cellulose nanocomposites as a potential natural product for direct dental pulp capping. — *Journal of Biomaterials and Tissue Engineering*. — 2012; 2: 48—53. [DOI: 10.1166/jbt.2012.1031](#)
35. Carvalho J.P.F., et al. Nanocellulose-based patches loaded with hyaluronic acid and diclofenac towards aphthous stomatitis treatment. — *Nanomaterials (Basel)*. — 2020; 10 (4): 628. [PMID: 32231070](#)
36. Singh J., Steele T.W.J., Lim S. Bacterial cellulose adhesive patches designed for soft mucosal interfaces. — *Biomater Adv*. — 2023; 144: 213174. [PMID: 36428212](#)



DOI: 10.37988/1811-153X\_2025\_3\_84

F.R. Ahmedbeyli<sup>1</sup>,

PhD in Restorative dentistry

R.R. Ahmedbeyli<sup>2</sup>,Doctor of Science in Medicine, professor  
of the Therapeutic dentistry DepartmentM. Ersoy<sup>1</sup>,PhD in Conservative Dentistry, assistant  
professor in Restorative dentistry<sup>1</sup>Yeditepe University,  
34728, Istanbul, Turkey<sup>2</sup>Azerbaijan Medical University,  
AZ1022, Baku, Azerbaijan

## FOR CITATION:

Ahmedbeyli F.R., Ahmedbeyli R.R., Ersoy M.  
SEM evaluation of surface roughness variations  
in milled ceramic laminate veneers exposed  
to glazing and thermocycling. *Clinical Dentistry*  
(Russia). 2025; 28 (3): 84—89.  
DOI: 10.37988/1811-153X\_2025\_3\_84

SEM evaluation of surface roughness  
variations in milled ceramic laminate veneers  
exposed to glazing and thermocycling

**Abstract.** CAD/CAM technologies represent one of the most rapidly advancing areas in digital restorative dentistry. This in vitro study aimed to investigate the effects of glazing and thermocycling on the surface roughness characteristics of four distinct milled CAD/CAM ceramic materials. **Aim** —to assess the effects of glazing and thermocycling on the surface roughness of four different types of CAD/CAM ceramic laminate veneers. The null hypothesis was that a statistically significant difference would exist in surface roughness between glazed and unglazed specimens across all four ceramic materials tested. **Materials and methods.** As part of the investigation, 80 CAD/CAM ceramic veneer samples were milled using CAD/CAM system. The processing occurred after scanning of the first right typodont incisor of the upper jaw model prepared with the palatal chamfer preparation design without approximal involvement (KaVo, Germany) via an Omnicam scanner. Four different CAD/CAM ceramic materials were evaluated in this study: lithium disilicate IPS E.max CAD (Ivoclar, Germany), leucite-reinforced ceramic IPS Empress CAD (Ivoclar), feldspathic ceramic Cerec (Dentsply Sirona, Germany), and hybrid ceramic Cerasmart (GC, Japan). The 80 samples were categorized into four groups (20 in each); each group was further subdivided into glazed and non-glazed subgroups, with 10 samples in each subgroup. All specimens underwent 10,000 thermal cycles. The surface roughness values were evaluated at three stages: post-milling, post-glazing, and post-thermocycling. Scanning electron microscope images (magnifications of 100x, 250x, 500x, and 1000x) were captured for each material before glazing and after thermocycling. **Results.** Significant differences in surface roughness values were observed among materials after glazing and thermocycling. Surface roughness notably decreased following glazing. Significantly higher surface roughness values were observed in the Cerec group compared to Cerasmart, Empress, and E.max groups ( $p<0.05$ ). Analysis of the glazed surfaces after thermocycling also revealed significant differences among the groups ( $p<0.05$ ). Tamhane's T2 post-hoc test revealed that the Cerec group exhibited significantly higher surface roughness values compared to Cerasmart, Empress, and E.max after thermocycling ( $p<0.05$ ). For non-glazed samples, thermocycling similarly led to higher surface roughness values in the Cerec group compared to the other three groups ( $p<0.05$ ). These findings highlight the effects of glazing and thermocycling on the surface roughness of CAD/CAM ceramic materials, reflecting their clinical behavior. **Conclusion.** There were statistically significant differences in surface roughness between glazed and non-glazed CAD/CAM materials. Among the tested materials, the Cerec group consistently showed higher roughness values compared to Cerasmart, Empress, and E.max ( $p<0.05$ ). Glazing and thermocycling significantly influenced the surface roughness of all groups.

**Key words:** CAD/CAM ceramic blocks, restorative and digital dentistry, feldspathic ceramics, Cerec, leucite reinforced ceramic, Empress, hybrid ceramic, Cerasmart, lithium disilicate, E.max

Ф.Р. Ахмедбейли<sup>1</sup>,доктор наук по ресторативной  
стоматологии, докторант кафедры  
ресторативной стоматологииР.М. Ахмедбейли<sup>2</sup>,д.м.н., профессор кафедры  
терапевтической стоматологииМ. Эрсой<sup>1</sup>,доктор наук по консервативной  
стоматологии, ассистент кафедры  
ресторативной стоматологииСЭМ-оценка изменений шероховатости  
поверхности фрезерованных  
керамических виниров после  
глазурования и термоциклирования

**Реферат.** CAD/CAM-технологии представляют собой одну из наиболее динамично развивающихся областей цифровой ортопедической стоматологии. Данное in vitro исследование было направлено на изучение влияния глазурования и термоциклирования на характеристики шероховатости поверхности четырех различных фрезерованных керамических материалов CAD/CAM. **Цель работы** — оценить воздействие глазурования и термоциклирования на шероховатость поверхности четырех типов керамических виниров CAD/CAM. Нулевая гипотеза заключалась в предположении, что статистически значимые различия в шероховатости поверхности будут выявлены между глазурованными и неглазурованными образцами во всех четырех исследуемых материалах. **Материалы и методы.** В рамках исследования было

<sup>1</sup> Университет Едитепе,  
34728, Стамбул, Турция<sup>2</sup> Азербайджанский  
медицинский университет,  
AZ1022, Баку, Азербайджан

изготовлено 80 образцов керамических виниров CAD/CAM методом фрезерования. Подготовка осуществлялась после сканирования первого правого резца верхней челюсти на типодонте, препарированного по методике небного шамферного уступа без апроксимального вовлечения (KaVo, Германия), с использованием сканера Omnicam. В исследовании были протестированы четыре различных CAD/CAM-керамики: литий-дисиликат IPS E.max CAD (Ivoclar Vivadent, Германия), лейцит-усиленная керамика IPS Empress CAD (Ivoclar Vivadent), полевошпатная керамика Cerec (Dentsply Sirona, Германия) и гибридная керамика Cerasmart (GC, Япония). Все 80 образцов были разделены на четыре группы (по 20 в каждой), каждая группа была дополнительно подразделена на глазурованные и неглазурованные подгруппы по 10 образцов. Все образцы подвергались 10 000 циклам термоциклирования. Шероховатость поверхности оценивали на трех стадиях: после фрезерования, после глазурирования и после термоциклирования. Для каждого материала были получены изображения с использованием сканирующего электронного микроскопа при увеличениях 100, 250, 500 и 1000 до глазурирования и после термоциклирования. **Результаты.** После глазурирования и термоциклирования выявлены статистически значимые различия в показателях шероховатости поверхности между материалами. Шероховатость поверхности значительно снижалась после глазурирования. Наиболее высокие показатели шероховатости были зарегистрированы в группе Cerec по сравнению с группами Cerasmart, Empress и E.max ( $p<0,05$ ). Анализ глазурованных поверхностей после термоциклирования также показал достоверные различия между группами ( $p<0,05$ ). Пост-хок тест Tamhane T2 выявил, что группа Cerec имела статистически

более высокие показатели шероховатости по сравнению с Cerasmart, Empress и E.max после термоциклирования ( $p<0,05$ ). Для неглазурованных образцов термоциклирование также привело к повышению шероховатости поверхности в группе Cerec по сравнению с тремя другими группами ( $p<0,05$ ). Эти результаты подчеркивают влияние глазурирования и термоциклирования на показатели шероховатости поверхности CAD/CAM-керамики, что отражает их клиническое поведение. **Заключение.** Между глазурованными и неглазурованными образцами CAD/CAM-материалов были выявлены статистически значимые различия в шероховатости поверхности. Среди протестированных материалов группа Cerec стабильно демонстрировала более высокие значения шероховатости по сравнению с Cerasmart, Empress и E.max ( $p<0,05$ ). Глазурирование и термоциклирование оказывали существенное влияние на показатели шероховатости всех исследуемых групп.

**Ключевые слова:** CAD/CAM-керамические блоки, реставрационная и цифровая стоматология, полевошпатная керамика, Cerec, лейцит-усиленная керамика, Empress, гибридная керамика, Cerasmart, литий-дисиликат, E.max

#### ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ:

Ahmedbeyli F.R., Ahmedbeyli R.R., Ersoy M. SEM evaluation of surface roughness variations in milled ceramic laminate veneers exposed to glazing and thermocycling. — *Клиническая стоматология*. — 2025; 28 (3): 84—89. DOI: 10.37988/1811-153X\_2025\_3\_84

## INTRODUCTION

A wide variety of materials is now available for digital milling, expanding the range of options in CAD/CAM treatment planning. However, selecting the most appropriate material for a specific clinical indication remains a challenge. Accordingly, this study aims to provide an overview of the evolution of ceramic CAD/CAM materials, evaluate their individual characteristics, and critically assess recent clinical evidence [1].

In dentistry, the CAD/CAM procedure refers to the fabrication of indirect restorations using computer-aided design (CAD) in combination with computer-aided manufacturing (CAM) through a digital milling process [2]. The first system was developed in 1971 by Duret and colleagues, but due in large part to insufficient digitizing accuracy, insufficient processing power, and other considerations, it was not widely utilized [3]. The development of CAD/CAM technology was driven by the desire to improve the esthetics of restorations, give them a more uniform appearance, ensure the strength of restorations, and simplify, speed up and improve dental procedures [4].

The reliability of CAD/CAM blocks is boosted since they show fewer defects and porosity than hand-built materials do [5]. Dental CAD/CAM technologies are widely recommended for the fabrication of indirect restorations using ceramic or hybrid materials. Recently, ceramic-containing composite materials have been significantly enhanced, offering superior physical and mechanical properties compared

to traditional ceramics [6, 7]. The data acquisition phase of a dental scan varies depending on the CAD/CAM system employed. The scanner interfaces with CAD software, which is typically compatible with multiple components within the CAD/CAM workflow [8, 9]. The digital scanning method makes the process more comfortable for the patient, reducing the time and resources required for classical impression procedures and the preparation of plaster models [10—12]. Users can either select a predefined template provided by the CAD software or modify it to create a customized design. Once the restoration design is finalized, the CAD software converts the virtual model into a format compatible with the CAM system, initiating the milling process [13—15].

This study provides new data characterizing the physical properties of various CAD/CAM materials, which will enable a more rational approach to selecting CAD/CAM blocks for different clinical situations.

**The purpose of the study** — to evaluate the effect of glazing and thermal cycling on the surface roughness values of four different types of ceramic milled CAD/CAM veneers.

## MATERIALS AND METHODS

In this in vitro study, typodont models (Kerr, Germany) were used, each featuring a maxillary central incisor prepared with minimal incisal edge reduction and no proximal intervention, in accordance with standardized guidelines.

Four types of ceramic materials in CAD/CAM block form were employed:

- I — lithium disilicate-based glass ceramics IPS E.max CAD (Ivoclar Vivadent, Germany);
- II — leucite-reinforced glass ceramics Empress CAD (Ivoclar Vivadent);
- III — feldspathic ceramics CEREC (Dentsply Sirona, Germany);
- IV — hybrid nanoceramics Cerasmart (GC, Japan).

To design the restoration, three-dimensional modeling was conducted using CEREC SW 4.6.1 software. The margins of the prepared tooth were initially identified automatically and then manually adjusted (fig. 1). The software then automatically generated the digital shape of the restoration (fig. 2).



Fig. 1. Drawing the margins of the prepared tooth

E.max CAD group were fully crystallized in oven at 850°C, with an initial temperature of 550°C for 20 minutes.

Ten samples each from the IPS Empress CAD and IPS E.max CAD groups were glazed using IPS Ivocolor Glaze Paste (refer to Table 1). These glazed samples were fired for 20 minutes at 840°C, with an initial temperature of 550°C. CEREC samples underwent the glazing process at a temperature of 820°C, with an initial temperature of 550°C.

Cerasmart samples were finished with Optiglaze Col or glaze. The external surface of Cerasmart samples was treated with a steam cleaner for 5 seconds and subsequently sandblasted with aluminum oxide particles sized at 25 µm (0.15 MPa/2.5 bar). After cleaning and drying, Multi Primer was applied to the surface of 10 samples



Fig. 2. Designing and editing the restoration

Twenty laminate-shaped specimens were milled from each material ( $n=20$ ), each measuring 10 mm in length, 0.8 mm in thickness at the middle and incisal thirds, and 0.7 mm in the cervical region. All specimens were divided into four main groups ( $n=20$  per material), and each group was further subdivided into two subgroups: glazed ( $n=10$ ; fig. 3A) and unglazed ( $n=10$ ; fig. 3B).

Milling of the samples was carried out using a milling device CEREC MC XL (Dentsply Sirona). After the appropriate block was fitted into the milling device, it was fixed using a special diameter screwdriver. Three-dimensional modeling for the restoration design was carried out using the CEREC software. Cylindrical burs and step burs were used for the milling process (see table 1).

Before milling, separate burs were dedicated for each group of materials. After milling, the samples were carefully taken and placed into a designated box with identification numbers to prevent mixing. Due to the higher hardness of the E.max block, the milling process took longer compared to the Empress, CEREC, and Cerasmart groups. To achieve final strength, the partially crystallized samples from the IPS

from the Cerasmart group. The samples were then stored in a closed box for 60 seconds. Glaze Opticolor was applied to the surface of the Cerasmart samples. Polymerization was carried out using a polymerization lamp for 40 seconds. Surface roughness measurements were conducted on both sides of each sample using a profilometer.

The samples underwent the thermocycling process in distilled water at temperatures of 5°C and 55°C ( $\pm 2^\circ\text{C}$ ) using 10,000 cycles. It has been noted that 10,000 cycles approximately correspond to one year [14]. The dwell time was set to 10 seconds, and the holding time at each temperature was set to 20 seconds.

Table 1. List of materials used in this study

Material	Materials type	Manufacturer	Part no.
Step Bur 12S	CAD/CAM bur	Dentsply, Sirona, Germany	E72579
Cylinder Pointed Bur 12S	CAD/CAM bur	Dentsply, Sirona, Germany	M71663
IPS Ivocolor Refill	Glaze material—liquid	Ivoclar Vivadent, Germany	Z005KX
IPS Ivocolor Refill	Glaze material—powder	Ivoclar Vivadent, Germany	Z003H6
Glaze mixture	Mixture for glaze from liquid and powder	Ivoclar Vivadent, Germany	Z005KX, Z003H6
Optiglaze Color	Glaze material	GC, Japan	1909141

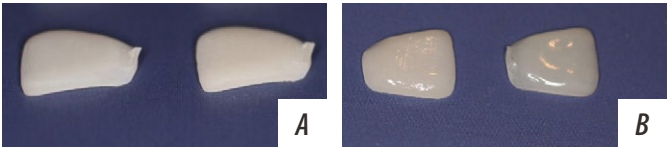


Fig. 3. Samples without (A) and with (B) the application of the glaze layer (B)



The average surface roughness values from each sample were measured three times at three different points using a profilometer Perthometer M1 (Mahr, Germany). Measurements were taken at the incisal edge, in the middle, and cervical areas of the samples. These measurements were performed after milling, after glazing, and after thermocycling.

Surface roughness measurements were performed at three stages: after milling, after glazing, and after thermocycling. Scanning electron microscopy images (at magnifications of 100x, 250x, 500x, and 1000x) were obtained from each material both after milling and after thermocycling.

The Kolmogorov–Smirnov and Shapiro–Wilk tests were used to assess the normality of the data distributions and confirm their suitability. When group variances were homogeneous, the Tukey HSD and Tamhane's T2 tests were applied; otherwise, the oneway ANOVA test was used to compare parameters between material groups. Within-group comparisons before and after thermocycling were conducted using paired sample t-tests. For repeated measurements, ANOVA was employed, followed by post hoc Bonferroni tests to compare values across milling, glazing, and thermocycling periods. The significance level for all analyses was set at  $p < 0.05$ .

## RESULTS

A statistically significant difference in surface roughness values was observed among the different ceramic materials tested. The application of a glaze layer led to a notable reduction in surface roughness across all groups. However, the glazed CEREC group exhibited significantly higher surface roughness compared to the Cerasmart, IPS E.max, and IPS Empress CAD groups ( $p < 0.05$ ).

A statistically significant difference was observed in the surface roughness values of the glazed materials following thermocycling ( $p < 0.05$ ). Similarly, significant differences were noted between materials in terms of mean surface roughness values after milling and glazing ( $p < 0.05$ ). Among the groups, the E.max samples exhibited significantly higher surface roughness after milling compared to the Empress, Cerasmart, and CEREC groups ( $p < 0.05$ ; table 2).

In the unglazed subgroups, a statistically significant difference in surface roughness values was also found after milling ( $p < 0.05$ ). E.max again showed significantly higher roughness values compared to the other materials ( $p < 0.05$ ). Furthermore, in the absence of a glaze layer, thermocycling resulted in statistically significant differences in average surface roughness among the materials ( $p < 0.05$ ). Surface roughness values after thermocycling were highest in the E.max group, significantly exceeding those of the Cerasmart, CEREC, and Empress groups ( $p < 0.05$ ). Overall, surface roughness values after thermocycling were significantly lower than those observed after the milling process across all materials ( $p < 0.05$ ; table 3).

Scanning electron microscope (SEM) analysis revealed that glazed specimens exhibited smoother surface topography compared to their unglazed counterparts. In the Cerasmart group (fig. 4), glazed surfaces showed only minor irregularities. The E.max group presented a glazed

**Table 2. Surface roughness values with glaze layer (in  $\mu\text{m}$ )**

Materials	After milling	After glazing	After thermocycling
Cerasmart	$1.06 \pm 0.07$	$0.31 \pm 0.02^*$	$0.34 \pm 0.02$
E.max	$1.30 \pm 0.06$	$0.16 \pm 0.01^*$	$0.16 \pm 0.01$
Empress	$1.14 \pm 0.04$	$0.19 \pm 0.01^*$	$0.19 \pm 0.01$
Cerec	$0.98 \pm 0.04$	$0.39 \pm 0.01^*$	$0.39 \pm 0.02$
$p^\#$	$< 0.001$	$< 0.001$	$< 0.001$

Remark. \* — Statistically significant differences between the milling and glazing stage ( $p < 0.001$ ); # — oneway ANOVA test.

**Table 3. Surface roughness values without a glaze layer (in  $\mu\text{m}$ )**

Materials	After milling	After thermocycling	$p^*$
Cerasmart	$1.04 \pm 0.06$	$1.29 \pm 0.04$	$< 0.001$
E.max	$1.30 \pm 0.03$	$1.39 \pm 0.02$	$< 0.001$
Empress	$1.14 \pm 0.02$	$1.10 \pm 0.21$	0.543
Cerec	$0.96 \pm 0.06$	$1.24 \pm 0.04$	$< 0.001$
$p^\#$	$< 0.001$	$< 0.001$	

Remark. \* — paired samples t test; # — oneway ANOVA test.

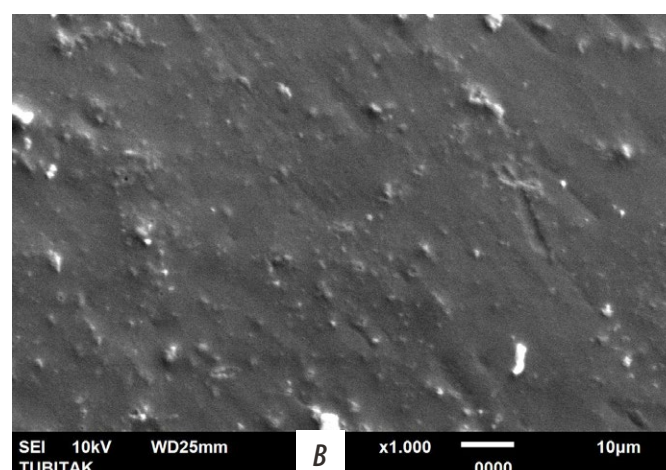
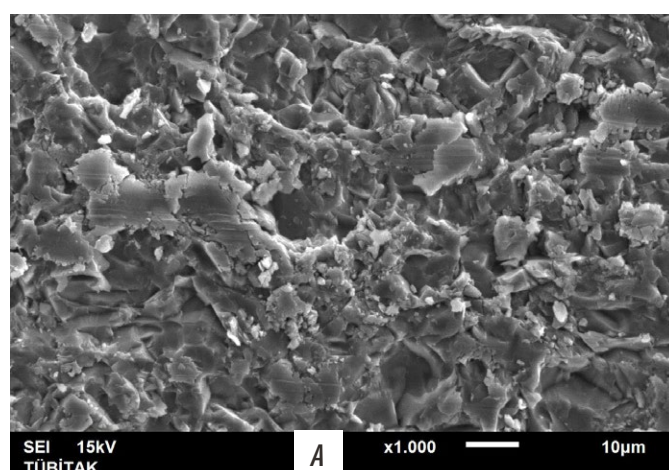


Fig. 4. Surface of Cerasmart sample: A — after milling, B — after glazing and thermocycling (SEM, mag. 1000x)

layer with uneven areas and localized surface irregularities (fig. 5). In contrast, the glazed surface of the CEREC group (fig. 6) appeared more homogeneous and uniform.

The Empress group (fig. 7), however, displayed distinct surface defects, including fuzzy scratches and pronounced, deep irregularities on the glazed layer.

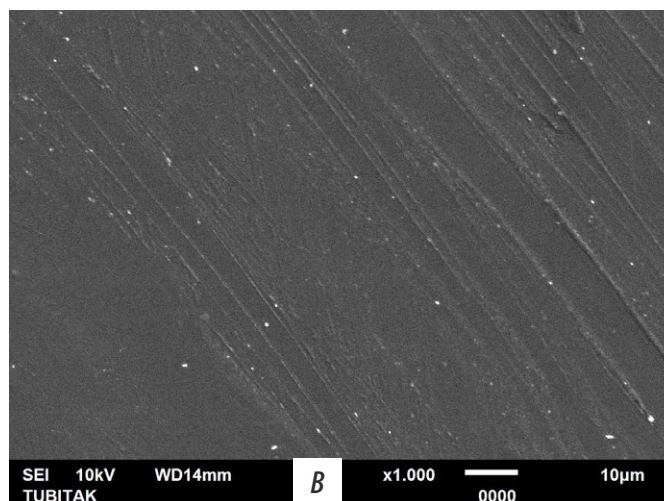
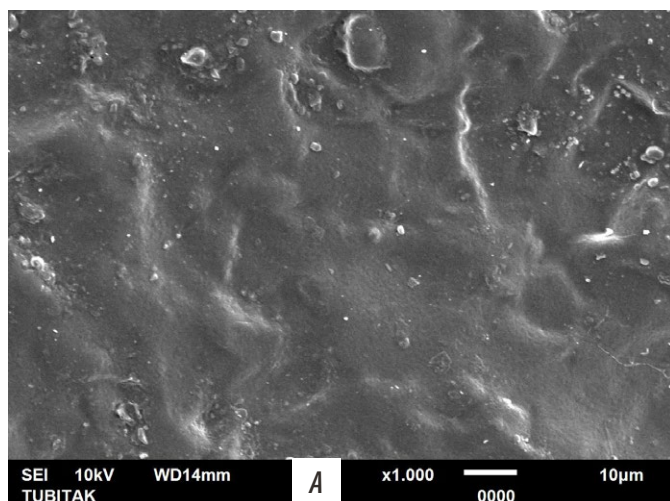


Fig. 5. Surface of E.max sample: A — after milling, B — after glazing and thermocycling (SEM, mag. 1000×)

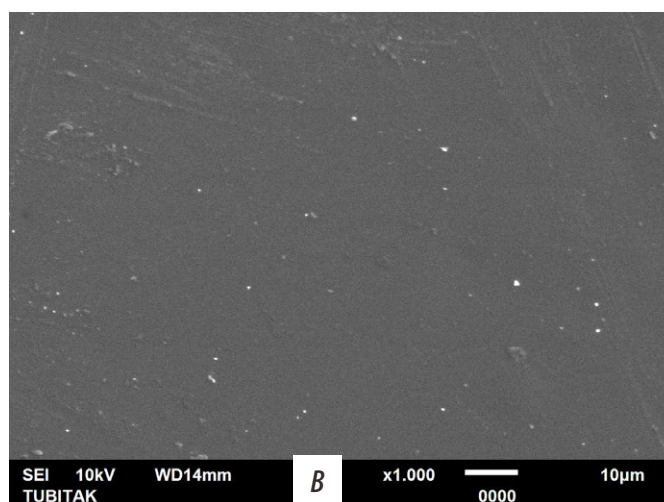
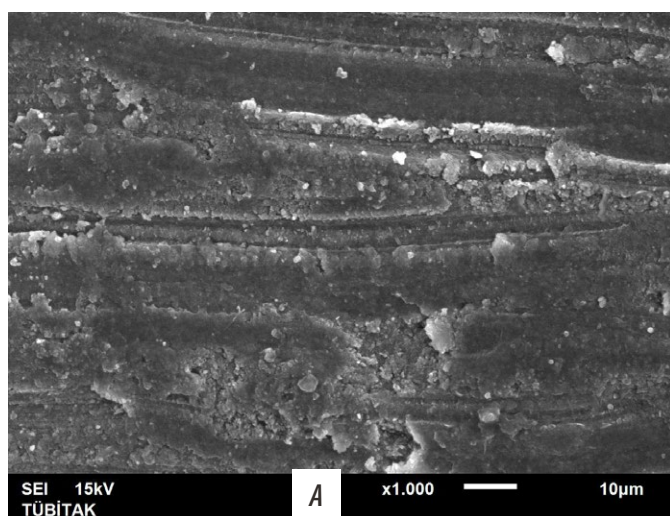


Fig. 6. Surface of Cerec sample: A — after milling, B — after glazing and thermocycling (SEM, mag. 1000×)

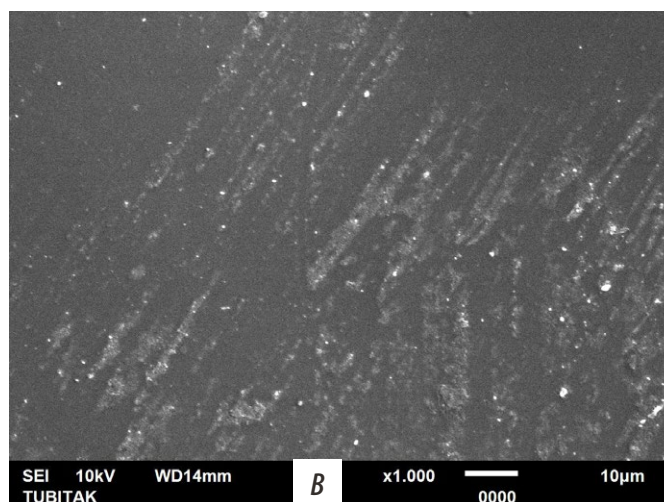
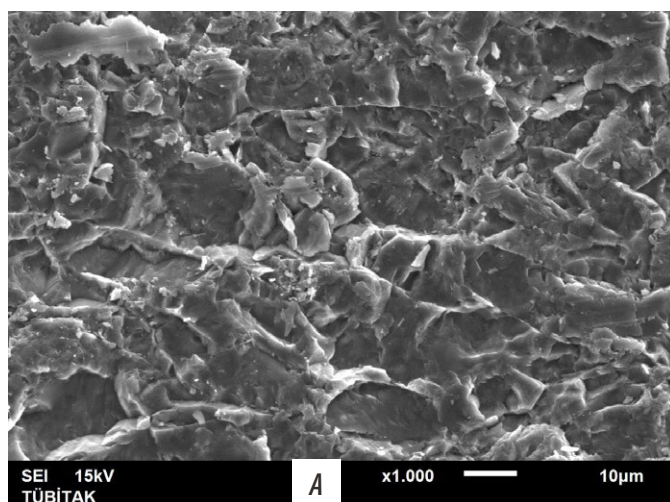


Fig. 7. Surface of Empress sample: A — after milling, B — after glazing and thermocycling (SEM, mag. 1000×)



## DISCUSSION

In a study by Vasiliu et al. (2020) [16], the effect of thermocycling on the surface roughness of various CAD/CAM ceramics was investigated. The results showed that feldspathic ceramics (Vita Mark II) exhibited a higher mean surface roughness ( $R_a=0.09\pm0.06\ \mu\text{m}$ ) compared to lithium disilicate ceramics E.max CAD ( $R_a=0.03\pm0.07\ \mu\text{m}$ ) after thermocycling. These findings suggest that lithium disilicate is more resistant to surface degradation caused by thermal aging. Similarly, in the present study, the lithium disilicate group demonstrated lower  $R_a$  values than the feldspathic ceramic group following thermocycling. This supports previous research indicating the superior resistance of lithium disilicate ceramics to surface alterations under thermal stress. The consistency between the two studies reinforces the understanding that material composition significantly influences surface roughness changes due to aging procedures.

## REFERENCES:

- Spitznagel F.A., Boldt J., Gierthmuehlen P.C. CAD/CAM ceramic restorative materials for natural teeth. — *J Dent Res.* — 2018; 97 (10): 1082—1091. [PMID: 29906206](#)
- Correia A.R.M., Fernandes J.C.A.S., Cardoso J.A.P., Silva C.F.C.L. CAD-CAM: a informática a serviço da prótese fixa. — *Revista de Odontologia da UNESP.* — 2006; 35 (2): 183—189.
- Miyazaki T., Hotta Y. CAD/CAM systems available for the fabrication of crown and bridge restorations. — *Aust Dent J.* — 2011; 56 Suppl 1: 97—106. [PMID: 21564120](#)
- Kömürçüoğlu M.B., Sağırkaya E., Tulga A. Influence of different surface treatments on bond strength of novel CAD/CAM restorative materials to resin cement. — *J Adv Prosthodont.* — 2017; 9 (6): 439—446. [PMID: 29279763](#)
- Zhang Y., Kelly J.R. Dental ceramics for restoration and metal veneering. — *Dent Clin North Am.* — 2017; 61 (4): 797—819. [PMID: 28886769](#)
- Nguyen J.F., Migonney V., Ruse N.D., Sadoun M. Resin composite blocks via high-pressure high-temperature polymerization. — *Dent Mater.* — 2012; 28 (5): 529—34. [PMID: 22230107](#)
- Nguyen J.F., Migonney V., Ruse N.D., Sadoun M. Properties of experimental urethane dimethacrylate-based dental resin composite blocks obtained via thermo-polymerization under high pressure. — *Dent Mater.* — 2013; 29 (5): 535—41. [PMID: 23522657](#)
- Carrilho Baltazar Vaz I.M., Pimentel Coelho Lino Carracho J.F. Marginal fit of zirconia copings fabricated after conventional impression making and digital scanning: An in vitro study. — *J Prosthet Dent.* — 2020; 124 (2): 223.e1—223.e6. [PMID: 32336539](#)
- Zaruba M., Mehl A. Chairside systems: a current review. — *Int J Comput Dent.* — 2017; 20 (2): 123—149. [PMID: 28630955](#)
- Arezoobakhsh A., Shayegh S.S., Jamali Ghomi A., Hakimaneh S.M.R. Comparison of marginal and internal fit of 3-unit zirconia frameworks fabricated with CAD-CAM technology using direct and indirect digital scans. — *J Prosthet Dent.* — 2020; 123 (1): 105—112. [PMID: 30982618](#)
- Marti A.M., Harris B.T., Metz M.J., Morton D., Scarfe W.C., Metz C.J., Lin W.S. Comparison of digital scanning and polyvinyl siloxane impression techniques by dental students: instructional efficiency and attitudes towards technology. — *Eur J Dent Educ.* — 2017; 21 (3): 200—205. [PMID: 26960967](#)
- Zimmermann M., Mehl A., Mörmann W.H., Reich S. Intraoral scanning systems — a current overview. — *Int J Comput Dent.* — 2015; 18 (2): 101—29. [PMID: 26110925](#)
- Ahmed K.E. We're going digital: The current state of CAD/CAM dentistry in prosthodontics. — *Prim Dent J.* — 2018; 7 (2): 30—5. [PMID: 30095879](#)
- Blatz M.B., Conejo J. The current state of chairside digital dentistry and materials. — *Dent Clin North Am.* — 2019; 63 (2): 175—197. [PMID: 30825985](#)
- Goujat A., Abouelleil H., Colon P., Jeannin C., Pradelle N., Seux D., Grosogeat B. Marginal and internal fit of CAD-CAM inlay/onlay restorations: A systematic review of in vitro studies. — *J Prosthet Dent.* — 2019; 121 (4): 590—597.e3. [PMID: 30509548](#)
- Vasiliu R.D., Porojan S.D., Birdeanu M.I., Porojan L. Effect of thermocycling, surface treatments and microstructure on the optical properties and roughness of CAD-CAM and heat-pressed glass ceramics. — *Materials (Basel).* — 2020; 13 (2): 381. [PMID: 31947634](#)

## CONCLUSION

The findings of this in vitro study confirmed the research hypothesis, demonstrating statistically significant differences in surface roughness between glazed and non-glazed CAD/CAM ceramic samples. Notable variations in surface roughness values were also observed among the different material groups. In particular, the CEREC group exhibited significantly higher surface roughness compared to the Cerasmart, Empress, and IPS E.max groups ( $p<0.05$ ). Both the glazing and thermocycling processes were found to have a significant impact on the surface roughness of the tested materials. Overall, the study concludes that the application of a glaze layer and exposure to thermocycling lead to measurable and statistically significant alterations in the surface characteristics of CAD/CAM ceramics.

Received: 16.10.2024

Accepted: 18.07.2025



DOI: 10.37988/1811-153X\_2025\_3\_90

И.Р. Цховребов,

соискатель ученой степени к.м.н.  
Института цифровой стоматологии[С.В. Апресян](#),д.м.н., профессор, директор Института  
цифровой стоматологии[А.Г. Степанов](#),д.м.н., профессор Института цифровой  
стоматологии[О.О. Московец](#),к.м.н., доцент Института цифровой  
стоматологии

РУДН, 117198, Москва, Россия

## ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ:

Цховребов И.Р., Апресян С.В., Степанов А.Г., Московец О.О. Определение адгезивных характеристик кремов для фиксации съемных зубных протезов. — *Клиническая стоматология*. — 2025; 28 (3): 90—94.

DOI: 10.37988/1811-153X\_2025\_3\_90

## Определение адгезивных характеристик кремов для фиксации съемных зубных протезов

**Реферат.** Заболевания полости рта остаются глобальной проблемой здравоохранения, и при сохраняющейся высокой распространенности адентии ключевым нерешенным вопросом остается повышение эффективности фиксации съемных зубных протезов с использованием адгезивных материалов. **Цель** — оценка адгезивной прочности фиксирующих кремов для съемных зубных протезов к полиметилметакрилату и фотополимеру, используемых в технологии изготовления съемных зубных протезов. **Материалы и методы.** В испытаниях участвовало 9 образцов стоматологического крема: 5 образцов «Корега» различных составов и 4 других образца. Адгезивная прочность стоматологических кремов сравнивалась при склеивании двух поверхностей: первая поверхность — силиконовая резина, вторая поверхность (подложка) — полиметилметакрилат (ПММА) или фотополимер для аддитивного производства базисов съемных зубных протезов (3D). Измеряли прочность на сдвиг, на разрыв и на отрыв. Всего проведено 11 экспериментов, включая испытания по определению начала адгезии, оптимальной толщины адгезивной пленки и завершения адгезивной прочности. **Результаты.** На сдвиг наилучшие результаты показали образцы PresiDENT для ПММА и «Корега». Максимальная фиксация + комфорт для 3D-фотополимера (2,24 и 2,12 кПа), на разрыв — образцы Whiteberg к ПММА и «Корега». Максимальная фиксация + комфорт к 3D-фотополимеру (30,3 и 28,7 кПа), на отрыв — образец Whiteberg к обоим конструкционным материалам ПММА и фотополимеру (1160 и 1158 кПа). В экспериментах на определение начала адгезии (после выдержки в течение 3 минут) и завершения адгезивной прочности (после выдержки в течение 12 часов) более высокое значение прочности также выявлено у образца Whiteberg (ПММА и 3D), в сегменте «Корега» — образцы с составом «Экстрасильная фиксация» (ПММА) и «Максимальная фиксация + комфорт» (ПММА и 3D). Оценка адгезивной прочности кремов в зависимости от толщины исследуемого слоя показала, что при наличии зазора в 100 мкм величина показателя у всех образцов резко падает и далее слабо коррелирует с увеличением зазора. **Заключение.** Среди кремов «Корега» лучший результат при испытаниях на сдвиг и на отрыв показал крем «Максимальная фиксация + комфорт», в испытаниях на разрыв 2 состава характеризуются одинаковой прочностью — «Максимальная фиксация + комфорт» и «Экстрасильная фиксация». Из составов других производителей 2 крема показали сопоставимые с «Корега» результаты во всех тестах — это Whiteberg и PresiDENT.

**Ключевые слова:** полное отсутствие зубов, съемный зубной протез, фиксация съемных протезов, стоматологический крем, адгезивная прочность, Корега

[I.R. Tskhovrebov](#),PhD candidate of the Institute of Digital  
Dentistry[S.V. Apresyan](#),Doctor of Science in Medicine, professor,  
director of the Institute of Digital Dentistry[A.G. Stepanov](#),Doctor of Science in Medicine, professor  
of the Institute of Digital Dentistry[O.O. Moskovets](#),PhD in Medical Sciences, associate professor  
of the Institute of Digital Dentistry

RUDN University, 117198, Moscow, Russia

## Determination of adhesive characteristics of creams for fixing removable dentures

**Abstract.** Oral diseases remain a global health problem, and with the continued high prevalence of adentia, the key unresolved issue remains improving the fixation efficiency of removable dentures using adhesive materials. The aim is to evaluate the adhesive strength of dental creams to polymethyl methacrylate and photopolymer used in the technology of removable dentures. **Materials and methods.** The tests involved 9 samples of dental cream: 5 samples of Corega of different compositions and 4 other samples. The adhesive strength of dental creams was compared when two surfaces were glued together: the first surface was silicone rubber, and the second surface (substrate) was polymethyl methacrylate (PMMA) or a photopolymer for additive manufacturing of removable dentures bases (3D). The shear, tensile, and peel strengths were measured. A total of 11 experiments were conducted, including tests to determine the onset of adhesion and the optimal thickness. **Results.** The best shear results were shown by the “PresiDENT” samples for PMMA and “Corega: maximum fixation + comfort” for 3D photopolymer (2.24 and 2.12 kPa), the “Whiteberg” samples for PMMA and “Corega maximum fixation + comfort” samples for 3D photopolymer (30.3 and 28.7 kPa), for rupture. The separation is a “Whiteberg” sample for both PMMA structural materials and a photopolymer (1160 and 1158 kPa). In experiments to determine the onset of adhesion (after exposure for 3 minutes) and the completion of adhesive strength (after exposure for 12 hours), a higher strength value was also found in the “Whiteberg” sample (PMMA and 3D), in the Corega segment — samples

with the composition “extrasensory fixation” (PMMA) and “maximum fixation + comfort” (PMMA and 3D). The assessment of the adhesive strength of creams depending on the thickness of the studied layer showed that in the presence of a gap of 100 microns, the value of the indicator in all samples drops sharply and then weakly correlates with an increase in the gap. **Conclusions.** Among Corega creams, the cream “Maximum fixation + comfort” showed the best result in shear and tear tests. In tear tests, two formulations are characterized by the same strength — “Maximum fixation + comfort” and “Extra-strong fixation”. Of the formulations from other manufacturers, 2 creams showed results comparable to Corega in all tests — these are “Whiteberg” and “PresiDENT”.

## ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время заболевания органов и тканей рта остаются одними из наиболее распространенных в глобальном инфекционном сегменте. Согласно данным ВОЗ (2024), они охватывают около 3,5 млрд человек, что составляет более половины мирового населения. Из них 2 млрд страдают кариесом постоянных зубов [1]. Кариес и его осложнения занимают лидирующие позиции в структуре заболеваний рта; на них, по различным оценкам, приходится до 65% от общей доли клинических случаев [2]. Наряду с такими инфекционными заболеваниями зубов и слизистой оболочки рта, как пульпит, пародонтит и гингивит, он является одной из ведущих причин потери зубов среди населения в возрасте от 20 до 75 лет\*.

На сегодняшний день показатель распространенности адентии колеблется от 2,3 до 17,4%, преобладавая в странах со средним и низким уровнем дохода и составляя в совокупности примерно 353 млн человек [3]. Согласно данным CDC (2024), в зависимости от возраста, данный показатель увеличивается с 1,2% в сегменте 35–49 лет до 5,9% в сегменте 50–65 лет, определяется в объеме 11,4% в сегменте 65–75 лет и 19,7% — старше пороговой границы [4]. Как правило, основной запрос на стоматологическую ортопедическую помощь формируется у населения старше 60 лет, однако имеются локальные данные о том, средний возраст пациентов, впервые обратившихся в стоматологическую клинику за зубным протезированием, составляет 40–49 лет\*. Вместе с тем в ряде исследований отмечается проспективное снижение средней возрастной границы [5, 6]. Таким образом, можно говорить об изменении и (или) расширении глобального запроса на комплексное стоматологическое (ортопедическое) лечение.

Однако наряду со стремлением заинтересованной стороны (включая производителей комплектующих и адгезивных кремов для съемных ортопедических конструкций) удовлетворить такой запрос, остается нерешенной проблема повторного протезирования и (или) полного отказа пациентов от зубных протезов [7]. Одной из наиболее частых причин, помимо эстетической неудовлетворенности и психоэмоционального дискомфорта [8], является функциональное несовершенство, обусловленное нарушением (недостаточностью)

**Key words:** complete adentia, removable denture, fixation of removable dentures, dental cream, adhesive strength, Corega

## FOR CITATION:

Tskhovrebov I.R., Apresyan S.V., Stepanov A.G., Moskovets O.O. Determination of adhesive characteristics of creams for fixing removable dentures. *Clinical Dentistry (Russia)*. 2025; 28 (3): 90—94 (In Russian). DOI: 10.37988/1811-153X\_2025\_3\_90

фиксации съемных зубных протезов [9]. Известно, что фиксация конструкции основывается на анатомической ретенции, обусловленной естественными анатомическими особенностями, а также на явлениях адгезии поверхности базиса протеза и слизистой рта. Последняя достигается посредством различных средств: порошков, паст или кремов [10].

В настоящее время значительный объем международных исследований посвящен вопросам определения и оценки адгезивных характеристик таких средств [11–13], однако он по-прежнему ограничен в российском сегменте [14–16]. Так, на портале eLibrary найдено чуть более 200 публикаций по данной теме, однако лишь единицы включают в себя экспериментальные данные, с конкретными адгезивами, включая образцы марки «Корега» [17, 18].

Актуальность приводимых в рамках настоящей публикации результатов испытаний обусловлена комплексностью (проведена оценка совокупности адгезивных характеристик средств для фиксации съемных зубных протезов), а также более широким объемом выборки (9 образцов), чем в имеющихся исследованиях (как правило, не более 3–5 образцов).

**Цель работы** — оценка адгезивной прочности адгезивных кремов для съемных зубных протезов к полиметилметакрилату и фотополимеру используемых в традиционной и аддитивной технологиях изготовления съемных зубных протезов.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Выборку исследования составили 9 образцов адгезивных кремов для удержания съемных зубных протезов:

- I — «Корега. Максимальная фиксация + комфорт» (Stafford Miller, Ирландия);
- II — «Корега Professional Комплексная защита» (Stafford Miller, Ирландия);
- III — «Корега. Экстрасильная фиксация» (Stafford Miller, Ирландия);
- IV — «Корега Professional Нежная мята» (Stafford Miller, Ирландия);
- V — «Корега Защита десен» (Stafford Miller, Ирландия);
- VI — Whiteberg (Anhui Greenland Biotech, Китай);
- VII — «Асепта» («Вертекс», Россия);
- VIII — PresiDENT Garant (Betafarma, Италия);
- IX — Splat Confident fix (Betafarma, Италия).

Адгезивную прочность исследовали в испытаниях на сдвиг (вектор приложения нагрузки направлен вдоль

\* 2024 Oral Health Surveillance Report: Selected Findings. — U.S. Centers for Disease Control and Prevention, 2024.

плоскости склеивания), на разрыв (вектор приложения нагрузки направлен перпендикулярно плоскости склеивания) и на отрыв (вектор приложения нагрузки направлен вдоль плоскости склеивания), в том числе на определение начала адгезии, завершение адгезивной прочности и оптимальной толщины адгезивной пленки.

Всего провели 11 серий испытаний не менее чем с 5 повторениями для каждого образца:

- 1) адгезивная прочность на сдвиг материала ПММА к адгезивам I—IX;
- 2) адгезивная прочность на сдвиг 3D-фотополимера к адгезивам I, IV и VIII;
- 3) адгезивная прочность на разрыв материала ПММА к адгезивам I—IX;
- 4) адгезивная прочность на разрыв 3D-фотополимера к адгезивам I, IV и VI;
- 5) адгезивная прочность на отрыв материала ПММА к адгезивам I—IX;
- 6) адгезивная прочность на отрыв 3D-фотополимера к адгезивам I, IV и VI;
- 7) начало адгезии в эксперименте на разрыв материала ПММА к адгезивам I—IX;
- 8) начало адгезии в эксперименте на разрыв 3D-фотополимера к адгезивам I, IV и VI;
- 9) завершение адгезивной прочности в эксперименте на разрыв материала ПММА к адгезивам I—IX;
- 10) завершение адгезивной прочности в эксперименте на разрыв 3D-фотополимера к адгезивам I, IV и VI;
- 11) определение оптимальной толщины адгезивной пленки в эксперименте на разрыв 3D-фотополимера к адгезивам I, IV и VI.

В сериях экспериментов по изучению адгезивной прочности к фотополимеру предназначенному для аддитивного производства базисов съёмных зубных протезов использовали кремы, зарекомендовавшие себя лучшим образом в эксперименте к конструкционному материалу ПММА.

Испытания проводили на установке на базе твердомера Виккерса «НаноСкан-NV» («НаучСпецПрибор», Троицк), работающего в режиме испытательной машины. Сравнивали адгезивные характеристики при

склеивании силиконовой резины с подложкой из полиметилметакрилата (ПММА) либо из фотополимера для 3D-печати базисов съёмных зубных протезов.

Размер подложки 50×50 мм выбран в соответствии с размером контактной площади съёмного протеза у среднестатистического взрослого человека (25 см<sup>2</sup>). Также была изготовлена металлическая оснастка для проведения испытаний, к которой с помощью безосновной двусторонней ленты 3М марки 7955MP крепили силиконовую резину. Адгезионная прочность ленты 3М составляет 200 МПа, что на 2 порядка превышает адгезионную прочность исследуемых кремов, поэтому использование ленты 3М обоснованно для данных экспериментов.

При испытаниях на сдвиг, разрыв и отрыв крем наносили четырьмя полосками на поверхность подложки, равномерно распределяли по поверхности шпателем, далее подложку прижимали к оснастке в течение 1 минуты с нагрузкой 10 кг и сразу измеряли адгезивную прочность. В процессе экспериментов регистрацию производили во времени нагрузки и смещения траверсы испытательной машины.

Предел прочности рассчитывали как отношение силы, при которой происходило смещение склеиваемых поверхностей, к площади подложки ( $2,5 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2$ ). Для расчетов прочности на экспериментальной зависимости определялась точка максимальной нагрузки.

При определении оптимальной толщины адгезивной пленки в качестве подложки использовался конструкционный материал 3D с ровной поверхностью и выемками в центральной части, формирующими зазоры толщиной 100, 250 и 500 мкм. Из-за наличия зазоров в данном эксперименте был повышенный расход крема. После нанесения крем распределяли равномерно с помощью шпателя, излишки выдавливались по краям после прижима с нагрузкой 10 кг. Определение предела прочности производили по описанной выше методике (формуле).

Для определения начала адгезии и завершения адгезивной прочности крем также наносили четырьмя полосками на поверхность подложки, равномерно распределяли по поверхности шпателем, далее подложку прижимали к оснастке в течение 1 минуты с нагрузкой 10 кг, затем склеенные образцы помещали в водяную баню с дистиллированной водой для имитации нахождения протеза во рту на 1—3 минуты и 0,5—36 часов соответственно. На последнем этапе проводили измерения адгезивной прочности на разрыв. Предел прочности определяли по описанной выше методике (формуле).

**Таблица 1. Испытания на прочность с подложкой из полиметилметакрилата, кПа**

Table 1. Strength tests with polymethylmethacrylate substrate (in kPa)

Образец	Сдвиг	Разрыв					Отрыв
		через 1 мин	через 3 мин	через 12 ч	через 24 ч	через 36 ч	
I	2,19	28,8	30,5	26,2	12,3	5,1	1,07
II	1,69	22,7	24,3	20,1	8,6	3,6	0,82
III	1,58	29,1	32,1	27,8	13,7	5,8	0,76
IV	1,62	24,4	26,0	22,3	9,7	4,0	0,79
V	1,45	19,3	20,4	16,6	7,1	2,6	0,67
VI	2,09	29,0	32,1	26,6	12,8	5,9	1,16
VII	1,84	25,8	30,3	25,7	19,7	6,5	0,85
VIII	2,12	28,7	31,4	26,2	21,6	9,4	1,05
IX	1,27	17,3	18,3	15,6	12,4	5,0	0,64

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

По данным экспериментов 1 и 2 видно, что в пределах погрешности измерений адгезионные свойства на подложках ПММА и 3D совпадают при испытании на сдвиг (табл. 1). Лучшим из использованных кремов при испытаниях на сдвиг признан образец 1. Данный крем имеет преимущество как на подложке из ПММА, так и на подложке 3D. Остальные 4 состава Корега с некоторым отрывом от образца 1 показали схожие в пределах погрешности результаты.



По данным экспериментов 3 и 4 видно, что средние значения адгезионной прочности при испытании на разрыв на подложке 3D на 5% выше, чем на подложке ПММА, однако значительная (до 10%) неопределенность измерений не позволяет сделать вывод о статистически значимой разнице (табл. 2). На подложке из ПММА 4 крема из 9 показали более высокие значения: «Корега. Максимальная фиксация + комфорт», «Корега. Экстрасильная фиксация», Whiteberg и PresiDENT. На подложке 3D крем «Корега. Максимальная фиксация + комфорт» показал лучший результат из 3 испытанных адгезивных кремов.

По данным экспериментов 5 и 6 установлено, что в пределах погрешности измерений адгезионные свойства на подложках ПММА и 3D совпадают при испытании на отрыв. На подложке ПММА 3 крема из 9 показали более высокие значения: «Корега. Максимальная фиксация + комфорт», Whiteberg и PresiDENT. На подложке 3D Корега и Whiteberg показали идентичные результаты (см. табл. 1 и 2).

По данным эксперимента 7 видно, что после выдержки в течение 3 минут адгезионная прочность возрастает для всех испытанных образцов, как на подложке ПММА, так и на подложке 3D. При этом результаты эксперимента 8 показывают, что различие между подложками несущественно. По динамике изменения прочности все составы ведут себя примерно одним и тем же способом — их прочность монотонно увеличивается. При этом лидируют те же 4 состава, что и в эксперименте 3. При этом результаты крема «Корега. Экстрасильная фиксация» на несколько процентов выше образца «Корега. Максимальная фиксация + комфорт» (см. табл. 1 и 2).

По данным эксперимента 9 видно, что через 12 часов адгезионная прочность существенно снижается до 80–85% от исходной. По величине прочности выше у крема «Корега. Экстрасильная фиксация», далее примерно одинаковые результаты показали 3 крема: «Корега. Максимальная фиксация + комфорт», Whiteberg и PresiDENT. Через 36 часов прочность всех составов «Корега» и крема Whiteberg составляет всего 12–17%. Исключение составляют образцы 7–9, у которых прочность через 36 часов была вдвое больше — около 27–29%. По данным эксперимента 10 видно, что на подложке 3D адгезионная прочность снижается существенно сильнее, чем на подложке ПММА. Через 12 часов величина прочности составляет порядка 40–45% от максимальной. Такое поведение характерно для всех испытанных кремов. Следует отметить, что после длительной выдержки внешний вид области, покрытой кремом, выглядит по-разному (см. рисунок). Центральная часть скорее становится похожа на порошок, чем на вязкую среду. Кроме того, на подложке 3D образцы приобретают такой вид уже через 12 часов, на подложке ПММА — через 24 часа (см. табл. 1 и 2).

По данным эксперимента 11 видно, что даже при наличии зазора в 100 мкм величина адгезионной прочности резко

**Таблица 2. Испытания на прочность с подложкой из 3D-фотополимера, кПа**

Table 2. Strength tests with a 3D photopolymer substrate (in kPa)

Образец	Сдвиг	Разрыв					Отрыв
		через 1 мин	через 3 мин	через 12 ч	через 24 ч	через 36 ч	
I	2,24	30,3	32,9	13,8	11,0	15,8	1,12
IV	1,64	26,7	28,6	7,1	5,0	7,2	0,85
VI	—	30,2	34,4	2,0	2,1	2,8	1,16
VIII	2,12	—	—	—	—	—	—

**Таблица 3. Прочность на разрыв на подложке из фотополимера в зависимости от толщины адгезива (кПа)**

Table 3. Tensile strength on a photopolymer substrate depending on the thickness of the adhesive (in kPa)

Образец	Величина зазора, мм			
	0,00	1,00	0,25	0,50
I	30,3	10,1	9,5	8,2
IV	26,7	8,9	8,5	7,7
VI	30,2	13,2	8,8	8,6

снижается и потом несильно зависит от увеличения зазора (табл. 3). Данный эффект объясняется переходом от адгезионного к когезионному взаимодействию, которое для вязких субстанций гораздо меньше.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По результатам экспериментов на сдвиг наилучшие результаты показали PresiDENT (к ПММА) и «Корега». Максимальная фиксация + комфорт» (к 3D), на разрыв — Whiteberg (к ПММА) и «Корега. Максимальная фиксация + комфорт» (к 3D), на отрыв — Whiteberg (к ПММА и 3D). В экспериментах на определение начала адгезии (после выдержки в течение 3 минут) и завершения адгезивной прочности (после выдержки в течение 12 часов) более высокое значение прочности также выявлено у Whiteberg (ПММА и 3D), в сегменте «Корега» — образцы с составом «Экстрасильная фиксация» (ПММА) и «Максимальная фиксация + комфорт» (ПММА и 3D).



Внешний вид образца 1 после испытаний: а) на подложке 3D через 12 часов, б) на подложке ПММА через 24 часа

Appearance of a sample no. 1 after testing: a) a 3D substrate after 12 hours, b) on a PMMA substrate after 24 hours

Оценка адгезивной прочности кремов в зависимости от толщины исследуемого слоя показала, что даже при наличии зазора в 100 мкм величина показателя у всех образцов резко снижается и далее слабо коррелирует с увеличением зазора. В целом можно сделать вывод, что среди кремов «Корега» лучший результат при испытаниях на сдвиг и отрыв показал крем «Максимальная фиксация + комфорт», в испытаниях на разрыв 2 состава

характеризуются одинаковой прочностью — «Максимальная фиксация + комфорт» и «Экстрасильная фиксация». Из составов других производителей 2 крема показали сопоставимые с «Корега» результаты во всех тестах — это Whiteberg и PresiDENT.

Поступила/Received: 23.01.2025

Принята в печать/Accepted: 28.08.2025

#### ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES:

1. Opoku P., Salu S., Azornu C.K., Komesuor J. Oral health knowledge, practice and associated factors among Junior High School students of Koforidua, Ghana: a cross-sectional study. — *BMC Oral Health*. — 2024; 24 (1): 449. PMID: 38609937
2. Abdalla H., Allison P.J., Madathil S.A., Veronneau J.E., Pustavoitva N., Tikhonova S. Caries lesions progression in adults: A prospective 2-year cohort study. — *Community Dent Oral Epidemiol*. — 2024; 2024 Aug 19. (Online ahead of print). PMID: 39160698
3. Alyafi R. Tooth loss status and the prevalence of dental restorations among the population of the Kingdom of Saudi Arabia. — *International Journal of Chemical and Biochemical Sciences*. — 2023; 24 (8): 394—399. <https://tinyurl.com/alyafi>
4. Silva-Junior M.F., Batista M.J., de Sousa M.D.L.R. Incidence of tooth loss in adults: A 4-year population-based prospective cohort study. — *Int J Dent*. — 2017; 2017: 6074703. PMID: 28785282
5. Borg-Bartolo R., Rocuzzo A., Molinero-Mourelle P., Schimmel M., Gambetta-Tessini K., Chaurasia A., Koca-Ünsal R.B., Tennert C., Giacaman R., Campus G. Global prevalence of edentulism and dental caries in middle-aged and elderly persons: A systematic review and meta-analysis. — *J Dent*. — 2022; 127: 104335. PMID: 36265526
6. Costa M.S., Lovato da Silva C.H., de Cássia Oliveira V., Watanabe E., Dos Reis A., Lepri C.P., de Castro D.T. Effects of different forms of denture adhesives on biofilm formation, adhesive strength and hygiene of complete dentures. — *Int J Prosthodont*. — 2022; 35 (6): 784—792. PMID: 33750997
7. Techapiroontong S., Limpuangthip N. Oral health-related quality of life and reasons for discontinuing partial removable dental prosthesis usage: a cross-sectional study with one to seven years of follow-up. — *BMC Oral Health*. — 2024; 24 (1): 355. PMID: 38504246
8. Shaha M., Varghese R., Atassi M. Understanding the impact of removable partial dentures on patients' lives and their attitudes to oral care. — *Br Dent J*. — 2021; 2021 May 27. (Online ahead of print). PMID: 34045672
9. Nono D., Bagenda G., Okullo I., Rwenyonyi C.M. Exploring lived experiences on the usage of removable complete dentures among edentulous patients attending Makerere University Dental Hospital, Kampala, Uganda. — *BMC Oral Health*. — 2024; 24 (1): 709. PMID: 38898433
10. Севбитов А.В., Дорофеев А.Е., Утюж А.С., Киреев В.В., Захарова К.Е., Емелина Е.С., Сурхаев М.М. Влияние адгезивных кремов на период адаптации к съемным зубным протезам. — *Пермский медицинский журнал*. — 2024; 5: 75—87. [Sevbitov A.V., Dorofeev A.E., Utyuzh A.S., Kireev V.V., Zakharova K.E., Emelina E.S., Surkhaev M.M. The influence of adhesive creams on the period of adaptation to removable dentures. — *Perm Medical Journal*. — 2024; 5: 75—87 (In Russian)]. eLibrary ID: 74501662
11. Kano H., et al. Viscosity and adhesion strength of cream-type denture adhesives and mouth moisturizers. — *Dent Mater J*. — 2012; 31 (6): 960—8. PMID: 23207201
12. Mohan S.G., Ramanarayanan V., Raveendran R.K., Chakkiath T. Evaluation of tensile bond strength of indigenously developed hydrogel denture adhesive: An in vitro study. — *World Journal of Dentistry*. — 2023; 2: 170—175. DOI: 10.5005/jp-journals-10015-2197
13. Cristina Alvim G., et al. Evaluation of the antifungal effect and adhesive strength of a denture adhesive supplemented with nystatin. — *Revista Prevenção de Infecção e Saúde*. — 2023; 9 (1): 4337. DOI: 10.26694/repis.v9i1.4337
14. Мокренко Е.В. и др. Оценка адгезивных свойств средства для фиксации съемных зубных протезов в зависимости от площади прилегания базиса к протезному ложу. — *Российский стоматологический журнал*. — 2021; 2: 137—144. [Mokrenko E.V., et al. Evaluation of denture adhesive cream properties depending on the contact area between denture base and oral mucosa. — *Russian Journal of Dentistry*. — 2021; 2: 137—144 (In Russian)]. eLibrary ID: 48114680
15. Буюнов Е.А. и др. Адгезивные средства для фиксации зубных протезов. — *Медико-фармацевтический журнал Пульс*. — 2023; 6: 109—118. [Buyanov E.A., et al. Adhesive means for fixing dentures. — *Medical and pharmaceutical journal Pulse*. — 2023; 6: 109—118 (In Russian)]. eLibrary ID: 54121040
16. Пожуровская И.Я., Поликарпова А.П., Русанов Ф.С. Лабораторные методы испытания адгезионной прочности соединений реставрационных материалов с твердыми тканями зуба. — *Стоматология*. — 2021; 5: 88—95. [Poyurovskaya I.Ya., Polikarpova A.P., Rusanov F.S. Laboratory methods for measuring adhesive bond strength between restoration materials and hard tooth tissues. — *Stomatology*. — 2021; 5: 88—95 (In Russian)]. eLibrary ID: 47152103
17. Аболмасов Н.Н. и др. Адгезивные средства для съемных протезов. Мифы и реальность (лабораторное исследование). — *Стоматология*. — 2019; 6: 90—95. [Abolmasov N.N., et al. Adhesive remedies for dentures. Myths and reality (laboratory research). — *Stomatology*. — 2019; 6: 90—95 (In Russian)]. eLibrary ID: 41854862
18. Каливрадзиян Э.С., Подопригра А.В., Каверина Е.Ю., Бобешко М.Н. Анализ физико-механических свойств крема для фиксации съемных зубных протезов корега в лаборатории и клинической практике. — *Стоматология*. — 2016; 6: 4—8. [Kalivradzhiyan E.S., Podoprigora A.V., Kaverina E.Yu., Bobeshko M.N. The paper summarizes data on laboratory and clinical assessment of Corega dent Laboratory and clinical analysis of Corega denture adhesive cream mechanical properties. — *Stomatology*. — 2016; 6: 4—8 (In Russian)]. eLibrary ID: 28129569



ОРТОПЕДИЯ

vvv  
ВЛАДМИВА

# Белакрил®

## PMMA диск для CAD/CAM фрезерования

для изготовления мостов и временных коронок длительного пользования

### В комплекте

материал выпускается в виде заготовок дисковидной формы (дисков):

98,0 мм 10,0; 12,0; 13,0; 14,0; 15,0; 16,0; 18,0; 20,0; 22,0; 25,0 мм

### Преимущества

- › оптимальная твёрдость изделий
- › отличная эстетика
- › функциональная долговечность
- › высокая цветостойкость
- › низкий уровень токсичности
- › лёгкая фрезеровка и полируемость изделий



на правах рекламы



DOI: 10.37988/1811-153X\_2025\_3\_96

[Y.N. Al-Mohammad,](#)

MSc, assistant lecturer of the Department of Prosthodontics at the College of Dentistry

[H.J. Jebur,](#)

MSc, assistant lecturer of the Department of Periodontology at the College of Dentistry

[H.S.S. Al-Noor,](#)

MSc, assistant lecturer of the Department of Pediatrics, Orthodontics and Prevention at the College of Dentistry

University of Basrah, 61001, Basrah, Iraq

## FOR CITATION:

Al-Mohammad Y.N., Jebur H.J., Al-Noor H.S.S. Effect of adding copper oxide nanoparticles on tensile strength and elongation percentage of self-cure soft liners used in prosthodontics. *Clinical Dentistry (Russia)*. 2025; 28 (3): 96—99. DOI: 10.37988/1811-153X\_2025\_3\_96

## Effect of adding copper oxide nanoparticles on tensile strength and elongation percentage of self-cure soft liners used in prosthodontics

**Abstract.** Even though polymers are the primary material used in soft liners because of compatibility, chemical inactivity, and easy usage, several properties deteriorate with time and usage, rendering replacement of prostheses unavoidable (every 6—12 months). Multiple studies have been conducted to improve the properties of soft liners, such as tear and tensile strengths, and to retain these properties as long as possible to withstand aging and disinfection. **Aim of study:** Evaluating the influence of adding copper oxide (II) CuO nanoparticles (40 nm) to the soft liner on tensile strength and elongation percentage. **Materials and methods.** Nano-CuO in 1% (wt.) was selected to be added to the self-cured soft liner. A total of 40 specimens were qualified according to the manufacturer and standardization; 20 specimens were tested for the control group, 20 for the modified one, 10 for the tensile strength test, and 10 for the elongation percentage. Fourier transform infrared spectroscopy (FTIR) was used to check whether a chemical interaction would occur between the nano-CuO and the soft liner. **Results.** The average value of tensile strength of soft liner was recorded to be 1.437 MPa before the addition of nano-CuO soft liner, and it was recorded to be 1.808 MPa after enforcement, a significant difference between groups before and after the addition of nano-CuO ( $p=0.023$ ). The elongation percentage of the liner had a mean value of 461%. The non-significant decrease was documented ( $p=0.912$ ). The tensile strength was significantly improved, while the elongation percentage was non-significantly decreased. **Conclusion.** Incorporating CuO nanoparticles into the soft liner had increased the tensile strength and decreased the elongation percentage. There was no chemical interaction between the nano powder and the soft liner (only physical dispersion).

**Key words:** soft liners, copper oxide, nano-powder, reinforcement, tensile strength

Я.Н. Аль-Мохаммад,

доцент кафедры ортопедической стоматологии

Х.Я. Джебур,

доцент кафедры пародонтологии

Х.Ш. Салех-аль-Нур,

доцент кафедры детской стоматологии, ортодонтии и профилактики

Университет Басры, 61001, Басра, Ирак

## Влияние добавления наночастиц оксида меди на прочность при растяжении и процент удлинения самоотверждаемых мягких подкладок в ортопедической стоматологии

**Реферат.** Несмотря на то что полимеры являются основным материалом, используемым в мягких вкладышах из-за их совместимости, химической инертности и простоты использования, некоторые свойства ухудшаются со временем и в процессе использования, что делает замену протезов неизбежной каждые 6—12 месяцев. Было проведено множество исследований с целью улучшения свойств мягких вкладышей, таких как прочность на разрыв и растяжение, а также для сохранения этих свойств как можно дольше, чтобы они выдерживали старение и дезинфекцию. **Цель исследования** — оценка влияния добавления наночастиц оксида меди (II) CuO (40 нм) в мягкую подкладку на прочность на разрыв и процент удлинения. **Материалы и методы.** Для добавления в самоотверждающую мягкую подкладку был выбран нанопорошок CuO в концентрации 1% (масс.). В соответствии с требованиями производителя и стандартами было изготовлено 40 образцов: 20 — для контрольной группы, 20 — для модифицированной. В каждой группе 10 образцов испытывали на прочность на разрыв и 10 — для определения степени

удлинения. Для проверки возможного химического взаимодействия nano-CuO и материалом подкладки была использована ИК-спектроскопия с преобразованием Фурье (FTIR). **Результаты.** Среднее значение прочности на разрыв мягкой подкладки до добавления nano-CuO составило 1,437 МПа, а после добавления — 1,808 МПа, что свидетельствует о значительной разнице между группами до и после добавления nano-CuO ( $p=0,023$ ). Процент удлинения подкладки имел среднее значение 461%. Было зафиксировано незначительное снижение ( $p=0,912$ ). Прочность на разрыв значительно улучшилась, в то время как процент удлинения незначительно снизился. **Заключение.** Добавление наночастиц CuO в мягкую подкладку повысило прочность на разрыв и снизило процент удлинения. Химического взаимодействия между нанопорошком и мягкой подкладкой не наблюдалось (только физическая дисперсия).

**Ключевые слова:** мягкие вкладыши, наноксид меди, армирование, предел прочности

## INTRODUCTION

Soft liners used in removable prosthodontics are resurfacing materials added to the tissue surface of dentures for force distribution, improving retention and stability, and resulting in patient acceptance. As a result of continuous residual ridge resorption, dentures often must be relined as part of maintenance follow-up recalls. This will improve tissue contact and occlusal relation with the other arch [1].

Despite their benefits, soft liners suffer aging and lose their cushioning effect, becoming prone to *Candida albicans* growth, losing their tensile strength, and debonding from the acrylic resin denture base. As a result, techniques are frequently adopted to roughen the acrylic resin denture base by sand blasting, plasma, or etching to enhance the bonding quality [2].

Moreover, research has been done to enhance the properties of soft liners to resist aging. The reinforcement by incorporating nano fillers, such as Yttrium oxide, silicone dioxide, or glass fibers, is a standard reinforcement method [3].

The soft liners may be classified into the plasticized acrylic resin-based and silicone-based resilient lining materials or heat and cold-cure according to polymerization temperature [1].

Additionally, studies have shown that adding certain materials, such as silver and copper nanoparticles, to denture liners can gain antimicrobial effects [4].

## MATERIALS AND METHODS

A total of 40 specimens of a silicone-based soft denture liner (Tokuyama, Japan) were made and separated into two equal groups:

- 1) control group — soft liners without modifications;
- 2) experimental group — soft liner impregnated with 1% CuO 40 nm nano-particles (Skyspring Nanomaterials, USA).

### Specimen manufacturing

CAD software was used to draw and design the dimensions of the mold for specimen manufacturing. Then, a CNC-machine (Computer Numerical Control) was manipulated to form the mold compartment for the soft liner to be poured till setting [5].

For the control group, the mixing gun injected the soft liner through the auto mixing nozzle directly into the mold space. The cover was applied till complete setting of the material after 20 minutes. For the experimental group, the soft liner was injected into the mixing cup on the digital electronic balance ( $10^{-3}$  accuracy), then nano-powder was applied at 1%. The soft liner was mixed with the nanopowder using a vacuum mixer for 1 minute at 360 rpm to get the enforced group. A vacuum pressure of  $-10$  bar was applied for 1 min to remove air bubbles. The material was applied to the mold space, and the cover was closed for 20 minutes [3].

The mixture was applied gradually and poured on the acrylic mold excessively to reduce the percentage of air bubbles. The cover was then placed and fixed with screws and nuts. After that, G-clamps were applied on the sides with a constant load application at the top of the cover of 1 kg.

The air bubbles that may have formed on the specimen were removed by applying steady pressure until the bubbles had escaped. Then the material was left undisturbed till completely cured [6].

The specimens were kept in standard conditions at  $20-25^{\circ}\text{C}$  and  $50-60\%$ . A storage box was designed using a water and heat-proof container with a thermometer and hygrometer. After completing the setting, the specimens were retrieved. The tested specimens must be intact with good borders, and no air bubbles should be present. Defects render the specimen to be discarded. Flashes and excesses were cut out with a scalpel or surgical blade no. 11.

For each of the 20 specimens, 10 were made for tensile strength and 10 for elongation percentage.

### Spectrometry

Fourier transform infrared spectrometry (FTIR) was performed on the soft liner before and after adding CuO nanopowder. An identical FTIR would indicate no chemical reaction and only physical dispersion had occurred.

### Mechanical testing procedures

ISO 37:2011 (type 2) was implicated. Specimens were prepared in a dumbbell shape and tested by a universal testing machine per the specification. The velocity of  $500\text{ mm/min}$  was applied, during which the specimen was pulled until complete rupture. The tensile strength is the highest force at rupture divided by the cross-sectional area. The elongation percentage can be calculated by dividing the change in length by the original length. The specimen length was measured before stretching, and again after rupturing. The relative elongation was then calculated as a percentage.

### Statistical analysis

Nominal variables were summarized using frequencies and percentages, while ordinal variables were described using means and standard deviations. A significance level of  $p < 0.05$  was considered statistically significant. Independent samples *t*-tests were used to compare means between groups.

## RESULTS

### Spectrometry

The FTIR spectrum showed the characteristic peaks corresponding to the functional groups present in the soft liner material before and after nano-CuO addition (fig. 1 and 2), and had exhibited similarities in peaks for the soft liner before and after nano-CuO addition as follows:

- peaks at  $2963\text{ cm}^{-1}$  indicating the presence of C—H stretching bond for alkanes such as  $\text{CH}_2$  or  $\text{CH}_3$ ;
- peaks at  $1259\text{ cm}^{-1}$  indicating the C—O bond;
- peaks at  $1076$  and  $1004\text{ cm}^{-1}$  indicating the presence of —O— bond;
- peaks at  $863$ ,  $786$ , and  $694\text{ cm}^{-1}$  indicating out-of-plane bending of the C—H bond as that of an aromatic compounds (benzene circle).

These results suggest that the compound is alcohol, ester, or R—O—Ar (R = alkane, Ar = vinyl or benzene). The alcohol and the ester are less likely, as no O—H bond or carbonyl group exists. The most likely is the R—O—Ar, which reflects

the manufacturer’s statement that the silicone-based soft denture liner (Tokuyama, Japan) is composed of divinyl polydimethylsiloxane. The latter further indicates that nano-CuO didn’t cause a chemical reaction or chemical structural change (Table 1).

**Mechanical testing**

The average tensile strength of the soft liner was 1.437 MPa before the addition of nano-CuO and increased to 1.808 MPa after reinforcement, indicating an improvement in mechanical performance due to the incorporation of nanoparticles (Table 2). Statistical analysis showed a significant difference among groups before and after adding nano-CuO ( $p=0.023$ ).

**Table 1. FTIR absorption peaks for the soft liner with and without the addition of nano-CuO**

Before addition		After addition of nano-CuO	
Wavenumber (cm <sup>-1</sup> )	Absorption (%)	Wavenumber (cm <sup>-1</sup> )	Absorption (%)
2963.0010	16.4	2963.0626	16.6
2907.6418	3.6	2906.4740	3.4
1408.8205	6.5	1408.7270	6.3
1259.1228	51.5	1259.1017	52.0
1076.8340	67.8	1076.9636	67.6
1004.7157	92.9	1004.4584	93.2
863.1010	32.0	863.1093	31.9
786.6476	91.6	786.4429	91.8
694.3476	39.5	694.4137	39.5

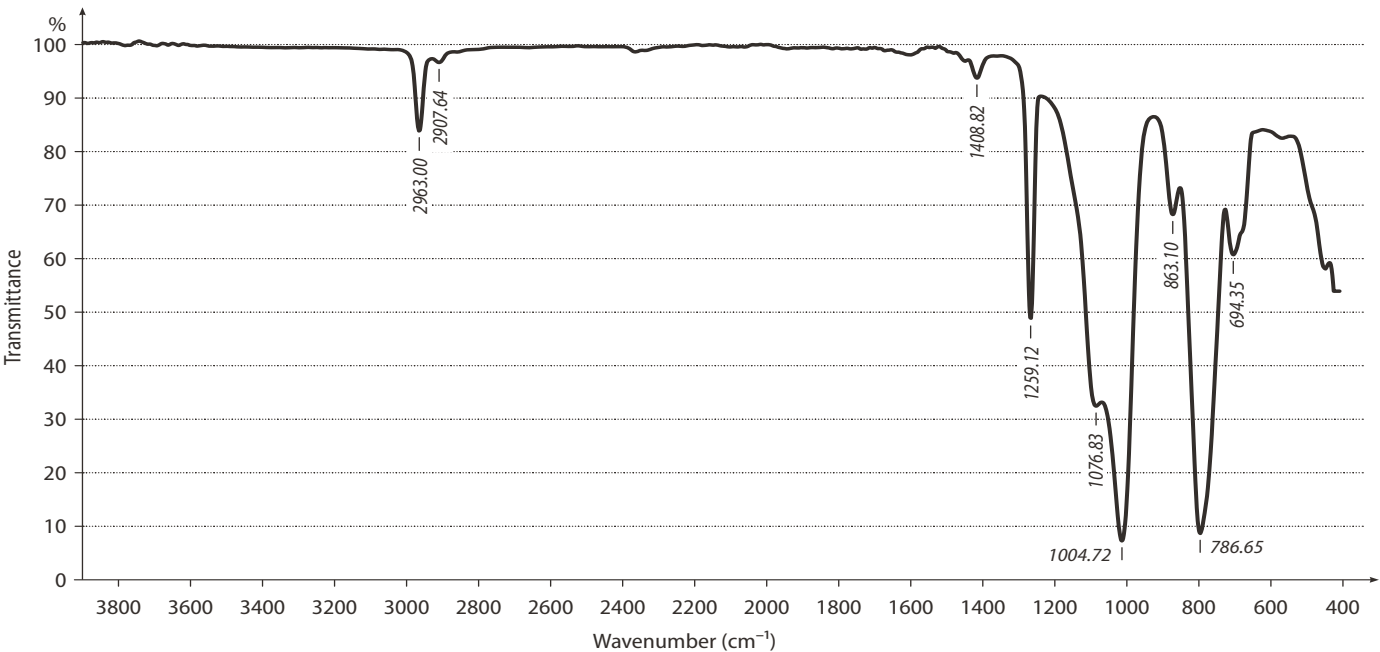


Fig. 1. FTIR of the soft liner before the addition of nano-CuO

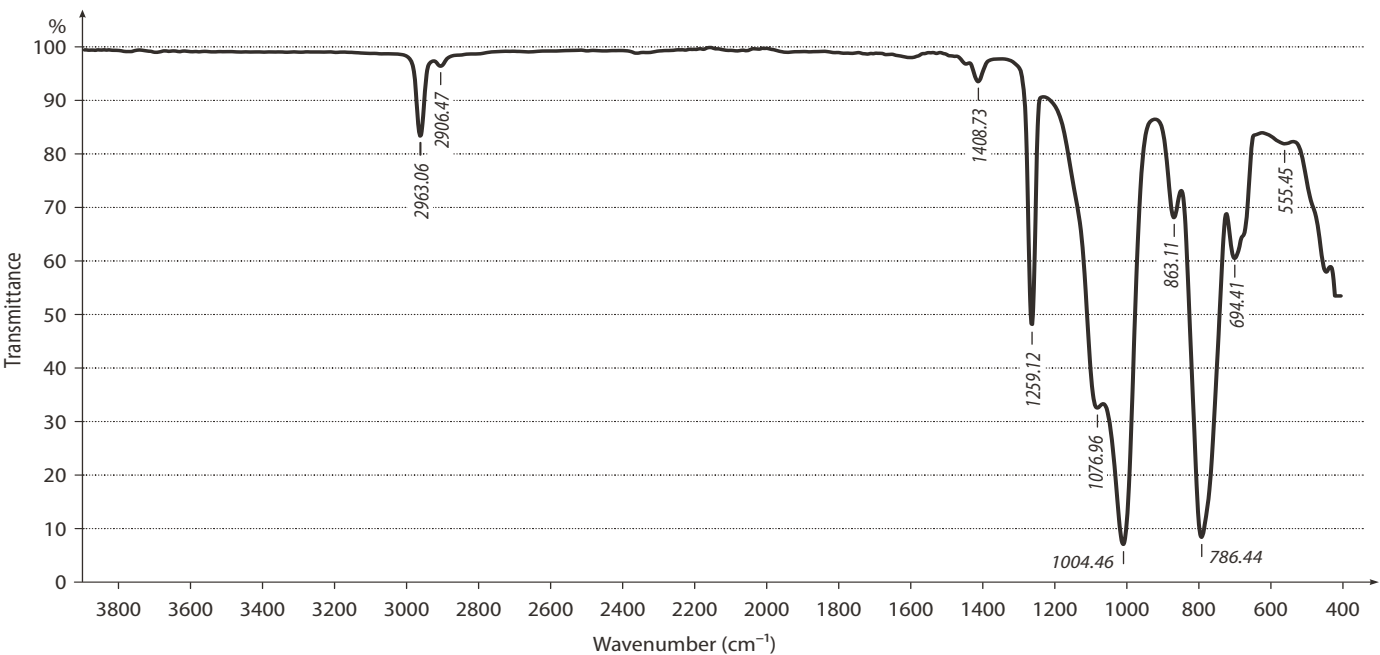


Fig. 2. FTIR of the soft liner after adding nano-CuO



The elongation percentage of the liner had a mean value of 461%, and there was a non-significant decrease in the rate after the addition of nano-CuO, which was recorded at 458%. The non-significant decrease was documented ( $p=0.912$ ), as shown in Table 2.

When observed under UV light, conventional self-cure soft liners and those modified with nano-CuO show noticeable differences in appearance and stability. The conventional appear smooth uniform translucent with no significant fluorescence. In contrast, the nano-CuO-reinforced liner tend to appear darker (opaque) and scatter. Visual comparison of conventional and nano-CuO modified soft liner under UV light shown in fig. 3.

## DISCUSSION

Chemically, there is no interaction between nano-powder and soft liner, as there is no change in the spectral range of the soft liner after the addition of the nano-CuO powder, and this can be because the smooth liner is present in the saturated form [6].

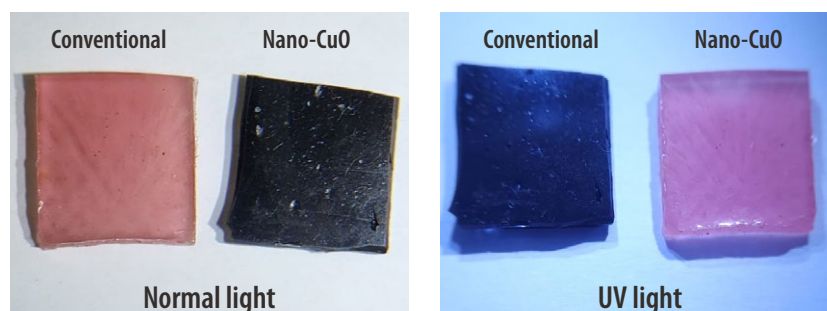
The increase may be caused by the fact that nano-CuO powder was physically scattered within the soft liner, so the latter polymer chains with scattered nanoparticles within will slide over each other when subjected to tension due to the applied tensile forces; these chains are more resistant to breakage compared to unmodified soft liners [7].

Because of the ability of nano fillers to form a three-dimensional network with the chains of polymer with subsequent entrapment of these networks within the polymer matrix, the density of cross-linking of the polymer matrix will be increased, causing an increase in stiffness of the material and an increase in tensile strength [8].

The decrease in elongation percentage after the addition of nanoparticles may be explained by restrained molecular

**Table 2. Comparison of tensile strength and elongation of a liner in groups**

	Control		Modified by CuO nano-powder		t	p
	Mean	Min—max	Mean	Min—max		
Tensile strength (MPa)	1.437±0.216	1.190—1.730	1.808±0.388	1.350—2.700	2.505	0.023
Elongation (%)	461±50	393—503	458±42	403—504	0.112	0.912



**Fig. 3. Visual photography of the comparison of conventional and nano-CuO modified soft liner under normal and UV light**

chains due to scattered nano powder that disrupts the orientation and flow, causing failure at multiple points and eventually less elongation percentage values compared to unmodified soft liners [9].

## CONCLUSION

There is no chemical interaction between CuO nanoparticles and Tokuyama self-cured soft liner (only physical dispersion of the fillers within the silicon matrix) as shown by FTIR. The addition of CuO nanoparticles to the soft liner resulted in an improvement in the tensile strength. The addition of CuO nanoparticles to the soft liner resulted in a decrease in the elongation percentage, although the decline was non-significant.

Received: 02.01.2025

Accepted: 05.09.2025

## REFERENCES:

- Kotwal M., et al. Evaluation of hardness of silicone and acrylic resin-based resilient denture liners over a period of storage in water. — *International Journal of Scientific Research*. — 2018; 7 (2): 18—20
- Walter M., et al. Conditional cell-penetrating peptide exposure as selective nanoparticle uptake signal. — *ACS Appl Mater Interfaces*. — 2024; 16 (29): 37734—37747. PMID: 39010308
- Abdulmajeed S.K., Abdulbaqi H.J. Evaluation of some properties of heat-cured soft denture liner reinforced with calcium carbonate nano-particles. — *Pakistan Journal of Medical & Health Sciences*. — 2020; 14 (4): 1728—1733.
- Ansarifard E., Zareshahrabadi Z., Sarafraz N., Zomorodian K. Evaluation of antimicrobial and antibiofilm activities of copper oxide nanoparticles within soft denture liners against oral pathogens. — *Bioinorg Chem Appl*. — 2021; 2021: 9939275. PMID: 34149837
- Hasan W.Y., Mohammed Ali M.M. Evaluation of thermal conductivity and some other properties of heat-cured denture soft liner reinforced by halloysite nanotubes. — *Biomedical and Pharmacology Journal*. — 2018; 11 (3): 1491—1500. DOI: 10.13005/bpj/1516
- Al-Mohammad Y.N., Abdul-Ameer F.M. Effects of artificial aging on some properties of room-temperature-vulcanized maxillofacial silicone elastomer modified by yttrium oxide nanoparticles. — *Indian Journal of Public Health*. — 2019; 10 (8): 747—752.
- Rajkumar K., Ranjan P., Thavamani P., Jeyanthi P., Pazhanisamy P. Dispersion studies of nanosilica in NBR-based polymer nanocomposite. — *Rasayan Journal of Chemistry*. — 2013; 6 (2): 122—133.
- Yasir N. Al-Mohammad Evaluation of the effect of nano yttrium oxide addition on the mechanical properties of room temperature-vulcanized maxillofacial silicone elastomers. — *Indian Journal of Forensic Medicine and Toxicology*. — 2020; 2: 803—809. DOI: 10.37506/ijfimt.v14i2.2966
- Kareem Z.T., Aoda L.M. Evaluation of the effect of reinforcement materials and thermal cycle treatment on some mechanical and physical properties of soft liner. — *World Journal of Pharmaceutical Research*. — 2019; 8 (2): 65—80.

DOI: 10.37988/1811-153X\_2025\_3\_100

А.С. Мигачев<sup>1</sup>,

аспирант кафедры челюстно-лицевой хирургии

А.И. Шайхалиев<sup>1</sup>,

д.м.н., доцент, профессор кафедры челюстно-лицевой хирургии

А.М. Гусаров<sup>1</sup>,

к.м.н., доцент кафедры челюстно-лицевой хирургии

Е.В. Сафьянова<sup>1</sup>,

к.м.н., ассистент кафедры челюстно-лицевой хирургии

А.М. Исагаджиев<sup>1</sup>,

аспирант кафедры челюстно-лицевой хирургии

М.Н. Юнусова<sup>2</sup>,

аспирант кафедры хирургической стоматологии и челюстно-лицевой хирургии

<sup>1</sup> Первый МГМУ им. И.М. Сеченова, 119991, Москва, Россия<sup>2</sup> ДГМУ, 367000, Махачкала, Россия

## ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ:

Мигачев А.С., Шайхалиев А.И., Гусаров А.М., Сафьянова Е.В., Исагаджиев А.М., Юнусова М.Н. Динамическая электронейростимуляция в комплексе реабилитации пациентов с аномалиями размеров и положения челюстей. — *Клиническая стоматология*. — 2025; 28 (3): 100—105.  
DOI: 10.37988/1811-153X\_2025\_3\_100

## Динамическая электронейростимуляция в комплексе реабилитации пациентов с аномалиями размеров и положения челюстей

**Реферат.** Ортогнатическая операция — это инвазивное вмешательство, сопровождающееся нарушением чувствительности n. alveolaris inferior, выраженным отеком, ограничением открывания рта и болевыми ощущениями. Поэтому важным элементом лечения является реабилитация пациентов на послеоперационном этапе. **Цель** — разработать и обосновать применение метода динамической электростимуляции (ДЭНС) для повышения эффективности реабилитации пациентов после ортогнатических операций. **Материалы и методы.** В исследовании приняли участие 58 пациентов со скелетными аномалиями челюстей II (II группа) и III классов (III группа) по Энглю, проходивших лечение на базе клиники. В ходе исследования 2 пациента были исключены. Пациентам исследуемых подгрупп IIA ( $n=11$ ) и IIIA ( $n=16$ ) выполняли электроимпульсную терапию. Пациенты контрольных подгрупп IIB ( $n=13$ ) и IIIB ( $n=16$ ) проходили стандартную послеоперационную реабилитацию. Оценка эффективности проведения ДЭНС проводили на основе величины открывания рта и интенсивности боли. **Результаты.** У пациентов IIA подгруппы открывание рта через 1 месяц составило 14,9 мм, тогда как в контрольной IIB подгруппе — 10,0 мм ( $p<0,05$ ). У пациентов IIIA подгруппы — 18,3 мм, а в контрольной IIIB подгруппе — 13,1 мм ( $p<0,05$ ). Через 3 месяца после операции у пациентов IIA подгруппы сохранялось статистически достоверно большее открывание рта (40,2 против 36,8 мм;  $p<0,05$ ). По результатам оценки боли у пациентов подгрупп А отмечали статистически достоверно лучшие показатели, чем у пациентов контрольных подгрупп В: на 3-и сутки после операции во IIA подгруппе — 4,3 балла, IIB — 5,9 балла, IIIA — 4,8 балла, IIIB — 6,2 балла; через неделю после операции во IIA подгруппе — 2,4 балла, IIB — 3,9 балла, IIIA — 2,1 балла, IIIB — 2,9 балла; через 1 месяц после операции во IIA подгруппе — 1,4 балла, IIB — 2,3 балла, IIIA — 1,4 балла, IIIB — 2,4 балла ( $p<0,05$ ). **Заключение.** Динамическая электростимуляция оказывает положительное влияние на процесс восстановления пациентов после ортогнатических операций: уменьшает уровень боли способствует более быстрому восстановлению максимальному открывания рта. Требуется дальнейшие исследования для составления рекомендаций и оптимизации применения ДЭНС у пациентов после ортогнатических операций.

**Ключевые слова:** динамическая электронейростимуляция, послеоперационная реабилитация, ортогнатическая хирургия, жевательные мышцы

A.S. Migachev<sup>1</sup>,

postgraduate at the Maxillofacial surgery Department

A.I. Shaikhaliev<sup>1</sup>,

Doctor of Science in Medicine, professor of the Maxillofacial surgery Department

A.M. Gusarov<sup>1</sup>,

PhD in Medical Sciences, associate professor of the Maxillofacial surgery Department

E.V. Safyanova<sup>1</sup>,

PhD in Medical Sciences, assistant professor of the Maxillofacial surgery Department

A.M. Isagadzhiyev<sup>1</sup>,

postgraduate at the Maxillofacial surgery Department

M.N. Yunusova<sup>2</sup>,

postgraduate at the Surgical Dentistry and Maxillofacial surgery Department

<sup>1</sup> Sechenov University, 119991, Moscow, Russia<sup>2</sup> Dagestan State Medical University, 367000, Makhachkala, Russia

## Dynamic electrical nerve stimulation as part of rehabilitation in patients with maxillomandibular size and position abnormalities

**Abstract.** Orthognathic surgery is an invasive procedure accompanied by: impaired sensitivity of the n. alveolaris inferior, severe edema, limited mouth opening and pain. Therefore, an important element of treatment is rehabilitation of patients at the postoperative stage. The goal is to develop and justify the use of the dynamic electrical nerve stimulation (DENS) method to improve the efficiency of rehabilitation of patients after orthognathic surgeries. **Materials and methods.** The study involved 58 patients with skeletal class II (group II) and class III (group III) malocclusions according to Angle's classification, who were treated at the clinic. During the study, 2 patients were excluded. Patients of the studied subgroups IIA ( $n=11$ ) and IIIA ( $n=16$ ) underwent DENS therapy. Patients of the control subgroups IIB ( $n=13$ ) and IIIB ( $n=16$ ) underwent standard postoperative rehabilitation. The effectiveness of DENS was assessed by measuring maximal mouth opening and pain intensity using VAS. **Results.** After 1 month, maximal mouth opening was significantly greater in group IIA compared with group IIB (14.9 mm vs. 10.0 mm,  $p<0.05$ ). Similarly, group IIIA showed greater improvement compared with group IIIB (18.3 mm vs. 13.1 mm,  $p<0.05$ ). Three months after the operation, patients of group IIA retained a statistically significant greater mouth opening (40.2 versus 36.8 mm;  $p<0.05$ ). According to the results of pain assessment, patients in subgroups A showed statistically significantly better indicators than patients of the control subgroups B:

on the 3rd day after surgery IIA group — 4.3 points, IIB — 5.9 points, IIIA group — 4.8 points, IIIB — 6.2 points; a week after surgery IIA group — 2.4 points, IIB — 3.9 points, IIIA group — 2.1 points, IIIB — 2.9 points; 1 month after surgery IIA group — 1.4 points, IIB — 2.3 points, IIIA group — 1.4 points, IIIB — 2.4 points ( $p < 0.05$ ). **Conclusion.** Dynamic electrical stimulation has a positive effect on the recovery process of patients after orthognathic surgeries: it reduces the level of pain on the visual analogue scale and promotes faster recovery of the maximum mouth opening. Further research is needed to formulate recommendations and optimize the use of DENS in patients after orthognathic surgery.

## ВВЕДЕНИЕ

Патология прикуса, в том числе скелетная форма, — это распространенная и социально значимая проблема в современном мире [1]. «Золотым стандартом» лечения умеренных и тяжелых форм зубочелюстных аномалий считается сочетание ортодонтического лечения и ортогнатической хирургии [2–5].

Наиболее часто используемые методы хирургического лечения — остеотомия верхней челюсти по типу LeFort I моноблоком или с фрагментацией и двусторонняя билатеральная сагиттальная остеотомия (BSSO) нижней челюсти, которые могут сочетаться с гениопластикой [6–8]. Технические и научные достижения сделали эти хирургические вмешательства относительно безопасными для широких слоев населения [9], однако ортогнатическая операция — это инвазивное вмешательство [10], сопровождающееся нарушением чувствительности n. alveolaris inferior [11], ограничением открывания рта [12], болевыми ощущениями [13] и выраженным отеком [9].

В литературе описано множество методов и подходов для физиотерапевтической реабилитации таких пациентов. Так, ряд авторов рекомендует начинать физиотерапию непосредственно после снятия межчелюстной фиксации [14–16]. Для ускорения реабилитации после ортогнатических операций были предложены следующие подходы: назначение глюкокортикостероидов [17], локальная гипотермия [18], мануальный лимфодренаж [19], кинезиотейпирование [20], низкоинтенсивное лазерное излучение и фототерапия [21, 22], назначение витаминов группы В [23], миогимнастика [24].

Одним из эффективных способов облегчения острой и хронической боли является чрескожная электронейростимуляция (ЧЭНС) — неинвазивное вмешательство, заключающееся в размещении электродов на определенном участке кожи и применении электростимуляции [25]. Механизм анальгетического эффекта до конца не установлен, однако считается, что ЧЭНС уменьшает проведение нервного импульса от свободных нервных окончаний и стимулирует выработку эндогенных опиоидов [26, 27].

Исследования крысах показали, что низкочастотная электроакупунктура повышает уровень эндорфинов в спинномозговой жидкости, причем при применении определенных частот эндогенные опиоиды высвобождаются как на супраспинальном, так и на спинальном уровне [28]. Другие исследователи также подтвердили, что электроакупунктура на низких (2 Гц)

**Key words:** dynamic electrical nerve stimulation, postoperative rehabilitation, orthognathic surgery, masticatory muscles

## FOR CITATION:

Migachev A.S., Shaikhaliev A.I., Gusarov A.M., Safyanova E.V., Isagadzhiev A.M., Yunusova M.N. Dynamic electrical nerve stimulation as part of rehabilitation in patients with maxillomandibular size and position abnormalities. *Clinical Dentistry (Russia)*. 2025; 28 (3): 100—105 (In Russian). DOI: 10.37988/1811-153X\_2025\_3\_100

и высоких (100 Гц) частотах способствует образованию опиоидов в спинномозговой жидкости крыс [29].

М. Вуопоске и соавт. (2013) впоследствии обнаружили, что ЧЭНС эффективна с различной степенью статистической значимости у пациентов с фибромиалгией, бруксизмом, неврологической спастичностью и в послеоперационном периоде [30].

ЧЭНС применяется не только для облегчения боли, но и для мышечной релаксации, что очень важно для восстановления подвижности нижней челюсти. Электростимуляция вызывает сокращение мышц, способствуя поступлению натрия в мембраны нервных волокон и высвобождению ионов калия и кальция. Концентрация электролитов в мембранах мышечных волокон остается измененной в течение некоторого времени после терапии ЧЭНС, снижая скорость проводимости и тем самым способствуя мышечной релаксации [31, 32].

Дальнейшей эволюцией технологии ЧЭНС стала разработка динамической электростимуляции (ДЭНС). Это вид чрескожной электронейростимуляции низкочастотными (1–200 Гц) импульсами электрического тока слабой силы (200–400 мкА). Особенностью данного вида физиотерапии является форма импульса, меняющаяся вслед за изменением полного электрического сопротивления (импеданса) в подэлектродном участке кожи, что делает возможным длительное применение без формирования привыкания [33].

**Цель** — разработать и обосновать применение метода динамической электростимуляции (ДЭНС) для повышения эффективности реабилитации пациентов после ортогнатических операций.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В исследование в общей сложности были включено 58 пациентов со скелетными формами аномалий челюстей, проходивших лечение на базе кафедры с 2022 по 2024 г. В зависимости от вида аномалий пациентов поделили на 2 основные группы:

- II — 26 человек (11 мужчин и 14 женщин) в возрасте 19–37 лет со скелетными аномалиями челюстей II класса по Энглу — про-, макрогнатия верхней челюсти и/или ретро-, микрогнатия нижней челюсти;
- III — 32 человека (14 мужчин и 18 женщин) в возрасте 19–42 лет со скелетными аномалиями челюстей III класса по Энглу — про-, макрогнатия нижней челюсти и/или ретро-, микрогнатия верхней челюсти.

Критерии невключения в исследование: выраженная асимметрия, патология ВНЧС, травмы



челюстно-лицевой области в анамнезе, патология эндокринной и сердечно-сосудистой системы.

После соответствующей ортодонтической подготовки всем пациентам выполняли двустороннюю сагиттальную остеотомию нижней челюсти и остеотомию верхней челюсти по LeFort I моноблоком или с фрагментацией в соответствии с хирургическим протоколом [8]. В послеоперационном периоде проводили межчелюстную фиксацию продолжительностью в среднем 4 недели.

В зависимости от объема восстановительных мероприятий после операции участников каждой группы случайным образом поделили на 2 равные подгруппы:

- А** — пациенты, получавшие электроимпульсную терапию дополнительно к стандартной послеоперационной реабилитации, — подгруппы исследования IIA и IIIA;  
**В** — пациенты, проходившие только стандартную послеоперационную реабилитацию, — подгруппы контроля IIB и IIIB.

Стандартная послеоперационная реабилитация включала комплексную антибактериальную, анальгетическую и противовоспалительную терапию, использование пузыря со льдом в течение первых суток после операции.

Для электронейростимуляции использовали универсальный чрескожный электростимулятор «ДЭНАС-ПКМ Про» («Тронитек», Екатеринбург; регистрационное удостоверение на медицинское изделие № РЗН 2021/13307) в режимах, рекомендованных инструкцией по эксплуатации.

В первые сутки после операции ввиду нахождения пациентов в отделении реанимации и интенсивной терапии электронейростимуляцию не проводили. На 2-е и 3-и сутки использовали программу «Травма»: последовательное воздействие импульсами с частотой 200, 140 и 77 Гц сеансами по 5 минут 2 раза в сутки с применением самоклеящихся электродов в проекции брюшка жевательных и височных мышц слева и справа (стабильный способ). С 4-х суток после операции использовали режим «7710» — чередование импульсов с частотой 77 и 10 Гц, модулированных частотой 2 Гц, общей продолжительностью 20 минут 2 раза в день лабильно-стабильным способом с акцентом на проекции брюшка жевательных и височных мышц.

Первые сеансы электронейростимуляции проводили под контролем врача. После выписки из отделения пациент выполнял электростимуляцию самостоятельно.

#### Максимальное открывание рта, мм

Maximum mouth opening, mm

Срок	II группа		III группа	
	A (n=11)	B (n=13)	A (n=16)	B (n=16)
До операции	39,7±2,7	40,1±3,0	40,1±2,7	40,8±2,8
1-е сутки	17,5±2,3*	17,9±2,2*	19,1±2,8*	18,1±2,6*
1 месяц	14,9±1,8**	10,0±1,5*	18,3±2,7#	13,1±2,7*
3 месяца	40,2±2,6**	36,8±1,6*	40,0±2,6*	38,9±2,3*

Примечание. Различия статистически достоверно значимы: \* — по сравнению со значением на предыдущем сроке; # — по сравнению с контрольной подгруппой В ( $p < 0,05$ ).

Ее рекомендовали проводить дважды в день в течение 1-го месяца, со 2-го по 4-й месяц — 1 раз в день перед сном, с 4-го по 6-й месяц — 1 раз в 2 дня. Уменьшение количества сеансов определялось началом полноценного приема пищи после снятия межчелюстной фиксации, а также постепенным уменьшением самодисциплины пациентов. Контроль соблюдения методики проводился в дистанционном режиме.

В качестве показателей успешности послеоперационной реабилитации приняли максимальное открывание рта и субъективную самооценку интенсивности боли.

За максимальное открывание рта принималось максимальное межрезцовое расстояние, которое измеряли штангенциркулем. Измерения проводили до операции, на следующий день после нее и до межчелюстной фиксации, через 1 месяц после операции сразу после снятия межчелюстной фиксации, и через 3 месяца после операции.

Для оценки интенсивности боли пациенты использовали 10-балльную визуальную аналоговую шкалу (ВАШ). Пациенту предлагалось выбрать уровень субъективного восприятия болевых ощущений от 0 (боль отсутствует) до 10 баллов (нестерпимая боль). Оценку проводили перед операцией, на следующий день после нее и до межчелюстной фиксации, на 3-и сутки и через неделю после операции, через 1 месяц после операции сразу после снятия межчелюстной фиксации, а также через 3 месяца после операции.

#### Статистическая обработка

При статистической обработке данных проверку распределения выборки на нормальность проводили с помощью теста Шапиро—Уилка. Для расчета значимости различий внутри групп на разных сроках исследования использовали тест Стьюдента для связанных выборок. Для межгруппового сравнения показателей применяли тест Стьюдента для независимых выборок. Кроме того, при сравнении подгрупп А и В (исследуемой и контрольной) внутри одной группы в трех временных точках (до операции, 1-е сутки и 1 месяц после операции) применяли двухфакторный дисперсионный анализ.

#### РЕЗУЛЬТАТЫ

Ввиду отказа от продолжения участия в исследовании и/или нарушения методики проведения динамической электронейростимуляции были исключены 2 пациента из IIA подгруппы.

#### Максимальное открывание рта

До операции у всех пациентов отмечалось нормальное открывание рта (см. таблицу).

Стоит подчеркнуть, что числовые значения до операции невозможно принимать за целевые показатели, так как в процессе хирургического вмешательства меняется положение челюстей, в частности меняются положение и наклон фронтального фрагмента верхней челюсти. Показатели максимального открывания рта до операции приведены лишь для того, чтобы продемонстрировать нормальную величину открывания рта

на предоперационном этапе. Статистически достоверной разницы между группами не обнаружено ( $p>0,05$ ).

На 1-е сутки после операции отмечалось существенное ограничение открывания рта во всех группах, причем у пациентов со II скелетным классом открывание рта было ограничено больше, чем у пациентов с III скелетным классом (17,5 и 17,9 против 19,1 и 18,1 мм соответственно), однако статистически достоверная разница не обнаружена. Также отсутствовала статистически достоверная разница между исследуемыми и контрольными подгруппами.

Через месяц при снятии межжелюстной фиксации отмечалось еще большее ограничение открывания рта во всех группах, однако в исследуемых подгруппах оно статистически значимо отличалось от соответствующей величины контрольной группы. Так, у пациентов IIA подгруппы открывание рта через месяц составило 14,9 мм, тогда как в контрольной подгруппе В — 10,0 мм ( $p<0,05$ ). У пациентов с III скелетным классом открывание рта в подгруппе А было 18,3 мм, тогда как в контрольной подгруппе — 13,1 мм ( $p<0,05$ ). Также стоит отметить, что в IIIA подгруппе значения через месяц после операции (18,3 мм) и в 1-е сутки после операции (19,1 мм) статистически значимо не отличались ( $p>0,05$ ).

Через 3 месяца после операции у пациентов IIA группы сохранялось статистически достоверно большее открывание рта — 40,2 против 36,8 мм ( $p<0,05$ ). У пациентов с III скелетным классом в исследуемой группе также отмечалось большее открывание рта — 40,0 против 38,9 мм, однако статистически достоверной разницы не обнаружено ( $p>0,05$ ).

### Интенсивность боли

Перед операцией никто из пациентов не испытывал болевые ощущения (см. рисунок).

На 1-е сутки после операции уровень болевых ощущений был максимальным во всех подгруппах, причем статистически значимой разницы между подгруппами не прослеживалось. На 3-и сутки после операции во всех подгруппах уровень болевых ощущений уменьшился по сравнению с показателями на 1-е сутки после операции ( $p<0,05$ ). Через неделю положительная тенденция во всех подгруппах сохранилась ( $p<0,05$ ). Через месяц после операции продолжилась положительная динамика, и во всех подгруппах показатели были статистически значимо ниже значений как на 1-е сутки после операции, так и на 3-и сутки и через неделю после операции. Относительно высокие показатели по ВАШ спустя месяц после операции можно объяснить тем, что в этот день проводилось снятие межжелюстной фиксации с попыткой открыть рот до максимальных значений. Таким образом, этот показатель не отражает уровень болевых ощущений пациентов на всем послеоперационном периоде в течение первого месяца. До снятия межжелюстной фиксации и открывания рта пациенты жалоб на болевые ощущения активно не предъявляли. Через 3 месяца после операции уровень болевых ощущений у пациентов со II классом был равен 0, пациенты с III классом отметили уровень болевых ощущений следующим образом:

в IIIA подгруппе 3 пациента указали 1 балл, в IIIB подгруппе 5 пациентов указали 1 балл и 1 пациент — 2 балла. В отдаленном периоде болевые ощущения обычно локализовались в околоушно-жевательной области.

При сравнении внутри подгрупп у пациентов со II классом на 3-и сутки отмечается достоверное уменьшение уровня болевых ощущений у пациентов исследуемой подгруппы по сравнению с контрольной —  $4,3\pm1,2$  против  $5,9\pm1,0$  балла ( $p<0,05$ ). Такая же статистически достоверная связь обнаружена у пациентов с III классом —  $4,8\pm1,0$  балл в исследуемой подгруппе и  $6,2\pm0,9$  балла — в контрольной ( $p<0,05$ ). При этом стоит отметить, что на 2-е и 3-и сутки использовалась программа «Травма», которая, согласно инструкции, обеспечивает выраженный анальгетический эффект.

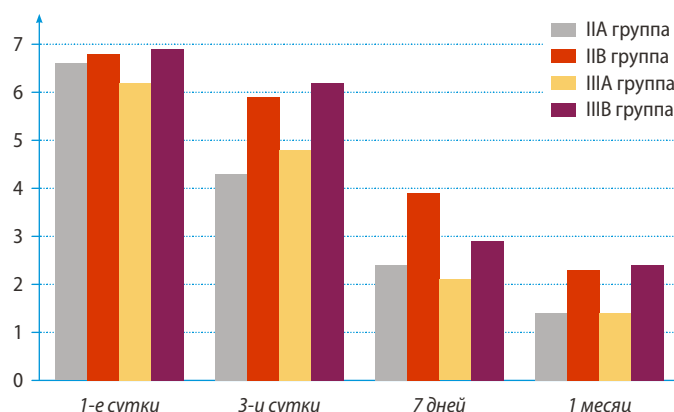
Через неделю после операции у пациентов исследуемой подгруппы со II скелетным классом отмечалась более низкая интенсивность болевых ощущений по сравнению с контрольной подгруппой —  $2,4\pm1,0$  и  $3,9\pm1,0$  балла соответственно ( $p<0,05$ ). Тот же результат был получен у пациентов с III скелетным классом —  $2,1\pm0,9$  балла в исследуемой подгруппе и  $2,9\pm1,0$  в контрольной ( $p<0,05$ ).

Через месяц после операции отмечалось статистически достоверное уменьшение уровня болевых ощущений в исследуемой подгруппе по сравнению с контрольной, как у пациентов со II скелетным классом —  $1,4\pm0,7$  против  $2,3\pm0,8$  балла ( $p<0,05$ ), так и у пациентов с III скелетным классом —  $1,4\pm1,0$  против  $2,4\pm0,6$  балла ( $p<0,05$ ).

### ОБСУЖДЕНИЕ

Ранее полученные результаты применения ЧЭНС после ортогнатических операций у пациентов с III скелетным классом показали, что после проведения ЧЭНС сила сжатия челюстей возрастала на 1-ю и 2-ю неделю после операции по сравнению с контрольной группой, что можно объяснить эффектом мышечного расслабления при применении данной методики и, как результат, более быстрым восстановлением пациентов [34].

Уменьшение диапазона открывания рта после ортогнатической операции может быть связано с отеком лица, снижением мышечной силы, болью и тризмом



Интенсивность болевых ощущений по ВАШ, баллы  
Pain intensity according to VAS, points

жевательной группы мышц, обусловленными как непосредственно с интраоперационной травмой, так и с последующей межчелюстной фиксацией [35]. По данным литературы, средняя величина ограничения открывания рта в послеоперационном периоде у пациентов зависит от методики проведения хирургического вмешательства и продолжительности последующей межчелюстной фиксации и отличается на разных этапах [36].

Согласно данным литературы, применение ЧЭНС у пациентов после ортогнатических операций увеличивает максимальное открывание рта в послеоперационном периоде. Так, A. Sacho и соавт. (2022) показали, что через месяц после операции при ежедневном применении ЧЭНС показатель максимального открывания рта у пациентов со II скелетным классом на 7 мм превышал показатель контрольной группы. Среди пациентов с III скелетным классом после ЧЭНС также отмечалось большее открывание рта через 4 недели после операции, чем у контрольной группы, однако разница не достигла статистической значимости. В отличие от результатов текущего исследования, у пациентов с течением времени увеличивалось максимальное открывание рта в течение первого месяца, что можно объяснить другими сроками межчелюстной фиксации, о которой в статье не упоминается [34].

M. Alam и соавт. (2024) также пришли к выводу, что применение ЧЭНС 3 раза в неделю у пациентов после проведенной ортогнатической операции статистически достоверно способствовало большему открыванию рта через месяц после операции (основная группа  $28,95 \pm 1,49$  мм и контрольная группа  $24,93 \pm 1,88$  мм). Средний показатель максимального открывания рта у пациентов через 6 месяцев после операции в основной и контрольной группах составил  $44,71 \pm 1,40$  и  $44,02 \pm 2,17$  мм соответственно, при этом статистически

достоверная разница отсутствовала. В данном исследовании также не описывается режим межчелюстной фиксации после операции, поэтому большие значения максимального открывания рта у пациентов в данном исследовании по сравнению с нашими результатами могут быть связаны с этим фактором. Что интересно, у пациентов исследуемой и контрольной групп перед проведением хирургической операции максимальное открывание рта составляло всего  $20,63 \pm 1,74$  и  $21,05 \pm 2,20$  мм соответственно, т.е. отмечалось ограничение открывания рта [37].

Также в литературе имеются данные о том, что ЧЭНС после ортогнатических операций ускоряет восстановление афферентной иннервации n. mentalis и способствует меньшему приему анальгетиков из-за менее выраженных болевых ощущений [38]. Однако более ранние данные говорят, что применение ЧЭНС не оказалось более эффективным, чем энтеральный прием парацетамола, при проведении миогимнастики при реабилитации пациентов с тризмом после межчелюстной фиксации [39].

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Динамическая электростимуляция оказывает положительное влияние на процесс восстановления пациентов после ортогнатических операций: уменьшает уровень боли по ВАШ и способствует более быстрому восстановлению величины максимального открывания рта. Требуется дальнейшие исследования для составления рекомендаций и оптимизации применения ДЭНС у пациентов после ортогнатических операций.

Поступила/Received: 20.02.2025

Принята в печать/Accepted: 04.09.2025

## ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES:

1. Alhammadi M.S., et al. Global distribution of malocclusion traits: A systematic review. — *Dental Press J Orthod.* — 2018; 23 (6): 40.e1—40.e10. PMID: 30672991
2. Conley R.S. Orthognathic surgery past, present, and future. — *Clinical and Investigative Orthodontics.* — 2022; 4: 179—186. DOI: 10.1080/27705781.2022.2127606
3. Tuk J.G., Lindeboom J.A., Tan M.L., de Lange J. Impact of orthognathic surgery on quality of life in patients with different dento-facial deformities: longitudinal study of the Oral Health Impact Profile (OHIP-14) with at least 1 year of follow-up. — *Oral Maxillofac Surg.* — 2022; 26 (2): 281—289. PMID: 34324107
4. Kaur R., et al. Orthognathic surgery. — *International Journal of Health Sciences.* — 2021; 352—357. DOI: 10.53730/ijhs.v5n51.5664
5. Zaroni F.M., et al. Complications associated with orthognathic surgery: A retrospective study of 485 cases. — *J Craniomaxillofac Surg.* — 2019; 47 (12): 1855—1860. PMID: 31813754
6. Göelzer J.G., et al. Assessing change in quality of life using the Oral Health Impact Profile (OHIP) in patients with different dentofacial deformities undergoing orthognathic surgery: a before and after comparison. — *Int J Oral Maxillofac Surg.* — 2014; 43 (11): 1352—9. PMID: 25052573
7. Seo H.J., Choi Y.K. Current trends in orthognathic surgery. — *Arch Craniofac Surg.* — 2021; 22 (6): 287—295. PMID: 34974683
8. Иванов С.Ю. и др. Новый способ коррекции врожденных и приобретенных аномалий челюстей. — *Медицинский альманах.* — 2015; 3 (38): 168—171. [Ivanov S.Yu., et al. New method of correction of inherent and acquired abnormalities of jaws. — *Medical Almanac.* — 2015; 3 (38): 168—171 (In Russian)]. eLibrary ID: 24361069
9. Joachim M.V., et al. Surgical complications of orthognathic surgery. — *Applied Sciences (Switzerland).* — 2023; 1: 478. DOI: 10.3390/app13010478
10. Peleg O., et al. Orthognathic surgery complications: The 10-year experience of a single center. — *J Craniomaxillofac Surg.* — 2021; 49 (10): 891—897. PMID: 33994296
11. Naran S., et al. Current concepts in orthognathic surgery. — *Plast Reconstr Surg.* — 2018; 141 (6): 925e—936e. PMID: 29794714
12. Al-Hiyali A., Ayoub A., Ju X., Almuzian M., Al-Anezi T. The impact of orthognathic surgery on facial expressions. — *J Oral Maxillofac Surg.* — 2015; 73 (12): 2380—90. PMID: 26044608



13. Agbaje J., Luyten J., Politis C. Pain complaints in patients undergoing orthognathic surgery. — *Pain Res Manag.* — 2018; 2018: 4235025. [PMID: 30123397](#)
14. Ko E.W., Teng T.T., Huang C.S., Chen Y.R. The effect of early physiotherapy on the recovery of mandibular function after orthognathic surgery for class III correction. Part II: electromyographic activity of masticatory muscles. — *J Craniomaxillofac Surg.* — 2015; 43 (1): 138—43. [PMID: 25439089](#)
15. Ohba S., et al. Assessment of skeletal stability of intraoral vertical ramus osteotomy with one-day maxillary-mandibular fixation followed by early jaw exercise. — *J Craniomaxillofac Surg.* — 2013; 41 (7): 586—92. [PMID: 23347885](#)
16. Wong N.S.M., Leung Y.Y. Comparison of the quality of life changes of patients receiving sagittal split ramus osteotomy or intraoral vertical subisigmoid osteotomy for mandibular prognathism. — *Clin Oral Investig.* — 2023; 27 (4): 1435—1448. [PMID: 36881158](#)
17. Bravo M., Bendersky Kohan J., Uribe Monasterio M. Effectiveness of glucocorticoids in orthognathic surgery: an overview of systematic reviews. — *Br J Oral Maxillofac Surg.* — 2022; 60 (2): e231-e245. [PMID: 35067412](#)
18. Коршунов В.В. и др. Контролируемая локальная гипотермия в комплексном лечении пациентов с врожденными аномалиями развития челюстей. — *Клиническая стоматология.* — 2024; 2: 106—110.  
[Korshunov V.V., et al. Controlled local hypothermia in the complex treatment of patients with congenital anomalies of jaw development. — *Clinical Dentistry (Russia).* — 2024; 2: 106—110 (In Russian)]. [eLibrary ID: 67957624](#)
19. Szolnoky G., Szendi-Horváth K., Seres L., Boda K., Kemény L. Manual lymph drainage efficiently reduces postoperative facial swelling and discomfort after removal of impacted third molars. — *Lymphology.* — 2007; 40 (3): 138—42. [PMID: 18062616](#)
20. Nakao H., et al. Three-dimensional imaging evaluation of facial swelling after orthognathic surgery with compression and Kinesio taping therapy: a randomized clinical trial. — *Ann Med Surg (Lond).* — 2024; 86 (3): 1446—1454. [PMID: 38463074](#)
21. Alan H., et al. Evaluation of the effects of the low-level laser therapy on swelling, pain, and trismus after removal of impacted lower third molar. — *Head Face Med.* — 2016; 12 (1): 25. [PMID: 27457369](#)
22. Mohajerani S.H., et al. Effect of low-level laser and light-emitting diode on inferior alveolar nerve recovery after sagittal split osteotomy of the mandible: A randomized clinical trial study. — *J Craniofac Surg.* — 2017; 28 (4): e408-e411. [PMID: 28538060](#)
23. Иванова И.В. и др. Применение витамина D при реабилитации пациентов после ортогнатических операций. — *Клиническая стоматология.* — 2023; 3: 70—76.  
[Ivanova I.V., et al. The use of vitamin D in the rehabilitation of patients after orthognathic surgery. — *Clinical Dentistry (Russia).* — 2023; 3: 70—76 (In Russian)]. [eLibrary ID: 54509010](#)
24. Yang H.J., et al. Effects of chewing exerciser on the recovery of masticatory function recovery after orthognathic surgery: A single-center randomized clinical trial, a preliminary study. — *Medicina (Kaunas).* — 2020; 56 (9): 483. [PMID: 32971764](#)
25. Dailey D.L., et al. Transcutaneous electrical nerve stimulation reduces pain, fatigue and hyperalgesia while restoring central inhibition in primary fibromyalgia. — *Pain.* — 2013; 154 (11): 2554—2562. [PMID: 23900134](#)
26. Noehren B., et al. Effect of transcutaneous electrical nerve stimulation on pain, function, and quality of life in fibromyalgia: a double-blind randomized clinical trial. — *Phys Ther.* — 2015; 95 (1): 129—40. [PMID: 25212518](#)
27. Dhungana M., Krishna H.S., S S. The effectiveness of Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation and strengthening exercises on the functional ability of patients with osteoarthritis of the knee joints: A case report. — *Journal of Sports and Rehabilitation Sciences.* — 2024; 0: 0 (In). [DOI: 10.32598/JSRS.2408.1006](#)
28. Sjölund B.H. Peripheral nerve stimulation suppression of C-fiber-evoked flexion reflex in rats. Part 2: Parameters of low-rate train stimulation of skin and muscle afferent nerves. — *J Neurosurg.* — 1988; 68 (2): 279—83. [PMID: 3257521](#)
29. Sato K.L., et al. Increasing intensity of TENS prevents analgesic tolerance in rats. — *J Pain.* — 2012; 13 (9): 884—90. [PMID: 22858165](#)
30. Buonocore M., Camuzzini N., Cecini M., Dalla Toffola E. High-frequency transcutaneous peripheral nerve stimulation induces a higher increase of heat pain threshold in the cutaneous area of the stimulated nerve when confronted to the neighbouring areas. — *Biomed Res Int.* — 2013; 2013: 464207. [PMID: 24027756](#)
31. Mendell L.M. Constructing and deconstructing the gate theory of pain. — *Pain.* — 2014; 155 (2): 210—216. [PMID: 24334188](#)
32. Aarskog R., et al. Is mechanical pain threshold after transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS) increased locally and unilaterally? A randomized placebo-controlled trial in healthy subjects. — *Physiother Res Int.* — 2007; 12 (4): 251—63. [PMID: 17957730](#)
33. Кадочникова Е.Ю. и др. Эффективность динамической электростимуляции (ДЭНС) в купировании болевого синдрома при остеоартрозе коленных суставов (результаты многоцентрового рандомизированного исследования). — *Вестник восстановительной медицины.* — 2016; 3 (73): 14—22.  
[Kadochnikova E.Y., et al. The effectiveness of dynamic electro-neurostimulation (DENS) in the pain management in knee osteoarthritis (results of a multicenter randomized study). — *Bulletin of Rehabilitation Medicine.* — 2016; 3 (73): 14—22 (In Russian)]. [eLibrary ID: 26366301](#)
34. Cachó A., et al. Use of transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS) for the recovery of oral function after orthognathic surgery. — *J Clin Med.* — 2022; 11 (12): 3268. [PMID: 35743339](#)
35. Wen-Ching Ko E., Huang C.S., Lo L.J., Chen Y.R. Longitudinal observation of mandibular motion pattern in patients with skeletal Class III malocclusion subsequent to orthognathic surgery. — *J Oral Maxillofac Surg.* — 2012; 70 (2): e158—68. [PMID: 22260918](#)
36. Boyd S.B., Karas N.D., Sinn D.P. Recovery of mandibular mobility following orthognathic surgery. — *J Oral Maxillofac Surg.* — 1991; 49 (9): 924—31. [PMID: 1886021](#)
37. Alam M., et al. Effect of transcutaneous electrical nerve stimulation on maximum mouth opening after orthognathic surgery: a randomised controlled trial. — *Ann Med Surg (Lond).* — 2024; 86 (11): 6555—6560. [PMID: 39525742](#)
38. Pourdanesh F., et al. Effect of transcutaneous electrical nerve stimulation on neuro-sensory disturbance after orthognathic surgery: a randomized clinical trial. — *Ann Med Surg (Lond).* — 2024; 86 (9): 5224—5229. [PMID: 39238986](#)
39. Fagade O.O., et al. Comparative study of the therapeutic effect of a systemic analgesic and transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS) on post-IMF trismus and pain in Nigerian patients. — *Niger Postgrad Med J.* — 2005; 12 (2): 97—101. [PMID: 15997257](#)

DOI: 10.37988/1811-153X\_2025\_3\_106

[А.А. Чуева](#)<sup>1</sup>,врач — стоматолог-хирург, аспирант  
кафедры ортопедической стоматологии[С.Ю. Иванов](#)<sup>2,3</sup>,член-корр. РАН, д.м.н., профессор, зав.  
кафедрой челюстно-лицевой хирургии;  
зав. кафедрой челюстно-лицевой хирургии  
и хирургической стоматологии[Е.М. Бойко](#)<sup>4</sup>,к.м.н., доцент кафедры клинической  
стоматологии с курсом хирургической  
стоматологии и ЧЛХ[В.В. Чуев](#)<sup>1</sup>,к.м.н., доцент кафедры терапевтической  
стоматологии<sup>1</sup> НИУ БелГУ, 308015, Белгород, Россия<sup>2</sup> Первый МГМУ им. И.М. Сеченова,  
119991, Москва, Россия<sup>3</sup> РУДН, 117198, Москва, Россия<sup>4</sup> Пятигорский медико-  
фармацевтический институт,  
357532, Пятигорск, Россия

## Применение остеопластического материала в форме пасты при проведении операции синус-лифтинга с реконструкцией альвеолярного отростка верхней челюсти

**Аннотация.** В статье представлена оценка эффективности применения пастообразного остеопластического материала при проведении синус-лифтинга с реконструкцией альвеолярного отростка верхней челюсти. Дается обоснование преимуществ, которыми обладает остеопластическая паста в сравнении с традиционными формами материалов, предназначенных для аугментации кости. Учитывается опыт клинической практики. Предлагается перспективная методика использования исследуемого материала при лечении пациентов с соответствующим челюстно-лицевым дефектом.

**Ключевые слова:** костная пластика, челюстно-лицевая хирургия, аугментация

### ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ:

Чуева А.А., Иванов С.Ю., Бойко Е.М., Чуев В.В. Применение остеопластического материала в форме пасты при проведении операции синус-лифтинга с реконструкцией альвеолярного отростка верхней челюсти. — *Клиническая стоматология*. — 2025; 28 (3): 106—111.

DOI: 10.37988/1811-153X\_2025\_3\_106

[A.A. Chueva](#)<sup>1</sup>,dental surgeon, postgraduate at the Prosthetic  
dentistry Department[S.Yu. Ivanov](#)<sup>2,3</sup>,Russian Academy of Science corresponding  
member, Doctor of Science in Medicine,  
full professor of the Maxillofacial surgery  
Department; full professor of the Maxillofacial  
surgery and surgical dentistry Department[E.M. Boyko](#)<sup>4</sup>,PhD in Medical Sciences, associate professor  
of the Clinical, surgical, and maxillofacial  
surgery Department[V.V. Chuev](#)<sup>1</sup>,PhD in Medical Sciences, associate professor  
of the Therapeutic dentistry Department,<sup>1</sup> Belgorod State University,  
308015, Belgorod, Russia<sup>2</sup> Sechenov University,  
119991, Moscow, Russia<sup>3</sup> RUDN University,  
117198, Moscow, Russia<sup>4</sup> Pyatigorsk Medical and Pharmaceutical  
Institute, 357532, Pyatigorsk, Russia

## The use of osteoplastic material in the form of a paste during sinus lifting surgery with reconstruction of the alveolar process of the upper jaw

**Annotation.** The article presents an assessment of the effectiveness of using paste-like osteoplastic material in sinus lifting with reconstruction of the alveolar process of the upper jaw. The rationale for the advantages of osteoplastic paste in comparison with traditional forms of materials intended for bone augmentation is given. The experience of clinical practice is taken into account. A promising method for using the material under study in the treatment of patients with the corresponding maxillofacial defect is proposed.

**Key words:** bone grafting, maxillofacial surgery, augmentation

### FOR CITATION:

Chueva A.A., Ivanov S.Yu., Boyko E.M., Chuev V.V. The use of osteoplastic material in the form of a paste during sinus lifting surgery with reconstruction of the alveolar process of the upper jaw. *Clinical Dentistry (Russia)*. 2025; 28 (3): 106—111 (In Russian). DOI: 10.37988/1811-153X\_2025\_3\_106

### ВВЕДЕНИЕ

В современной клинической практике врача — стоматолога-хирурга, в ситуациях, когда наблюдается частичное

отсутствие зубов в дистальных отделах верхней челюсти, критически важен объем костной ткани, достаточный для установки имплантата.

Синус-лифтинг как разновидность реконструктивной операции по аугментации кости может быть проведен с использованием аллогенных, аутогенных и ксеногенных материалов. Под аллогенными материалами подразумевается использование остеопластического материала, полученного от другого человека; под аутогенными — собственный трансплантированный костный материал пациента; под ксеногенными — остеопластический материал, полученный от другого биологического вида. Как правило, в последнем случае это крупный рогатый скот, бедренные кости которого подвергаются многоэтапной механической, термической и химической обработке [1]. По итогу производитель получает различные формы трансплантатов, таких как блоки и их различные вариации, а также крошку. И блоки, и крошка выполняют одну и ту же функцию: при помещении в кость они выступают неким каркасом, матрицей, для того чтобы организм человека самостоятельно простроил недостающий объем костной ткани, после чего каркас полностью резорбируется, оставляя на месте себя участок аутентичной костной ткани, не отличимой от общего объема ни на механическом, ни на гистологическом уровне.

Вместе с тем применение трансплантата в форме крошки подразумевает использование крови пациента или физраствора для ее смачивания [2], а сам процесс связан с рядом трудностей для стоматолога-хирурга, в частности в том, что касается заполнения дефекта трансплантатом через костное окно [3]. В первую очередь эти сложности связаны с тем, что значительно увеличивается время проведения операции за счет необходимости в дополнительных действиях. Кроме того, необходимо задействовать дополнительные инструменты и поверхности для забора крови пациента, смешивания крови с остеопластическим материалом, последующего порционного переноса готовой взвеси в дефект. При этом смесь крови пациента с трансплантатом обладает сыпучей неоднородной структурой, что препятствует полному контролю врача-стоматолога над процессом внесения материала в дефект.

Решением, которое позволило бы упростить процедуру костной пластики, в частности синус-лифтинга, стала разработка остеопластического материала в форме пасты. Данный материал успешно прошел испытания и выпускается под торговым наименованием «Биопласт-Дент Паста» («ВладМиВа», Белгород).

Применение костного трансплантата в форме пасты описано в научной литературе не так широко, как применение более традиционных форм остеопластических материалов, однако отдельное исследование в этой связи обращает на себя внимание [4].

Вне стоматологии подобный материал (в данном случае адьювантная композитная паста сульфата кальция и гидроксиапатита с добавлением антибиотиков) применялся врачами при проведении артродеза (операция на суставах) и также показал удовлетворительные результаты [5]. В другом исследовании ученые пишут о разработке готовой и простой в использовании частично деминерализованной аллогенной костной пасты в форме геля, которая призвана облегчить проведение

операций по костной трансплантации. Исследователи утверждают, что инъекционная форма этой пасты сохраняет полноценную остеоинтегративную активность, сопоставимую с традиционными методами восстановления костной ткани [6]. Опыт применения такой пасты обнаруживается и в ветеринарии: в одной научной публикации ученые пишут о проведении реконструкции передней крестообразной связки у собак с помощью инъекционной пасты из гидроксиапатита/коллагена для ускоренного заживления сухожильно-костного соединения [7]. Таким образом, опыт применения композитных паст в различных областях медицины подтверждает их перспективность, особенно с учетом удобства использования и биосовместимости.

**Цель исследования** — оценить эффективность применения пастообразного остеопластического материала при проведении синус-лифтинга с реконструкцией альвеолярного отростка верхней челюсти.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

На клинической базе центра стоматологических инноваций «ВладМиВа» (Белгород) проводилось проспективное, сравнительное, простое слепое рандомизированное исследование. Все операции проводились врачом — стоматологом-хирургом А.А.Чуевой.

В исследовании участвовали 70 человек (25 мужчин и 45 женщин) в возрасте от 30 до 57 лет (средний возраст — 44 года).

**Критерии включения** в исследование: включенный или концевой дефект зубных рядов на верхней челюсти на уровне группы премоляров и моляров; высота кости между краем альвеолярного гребня и дном верхнечелюстного синуса соответствует показаниям для проведения синус-лифтинга с одномоментной имплантацией и составляет не менее 5 мм.

**Критерии не включения:** воспалительные заболевания и пролиферативные процессы верхнечелюстной пазухи; гормональные нарушения; онкологические заболевания; аутоиммунные заболевания; беременность, лактация.

**Критерии исключения:** выявление в ходе лечения заболеваний, указанных в перечне критериев не включения; появление препятствующих продолжению лечения осложнений неизвестной этиологии.

Методом простой рандомизации было сформировано две сопоставимых по полу и возрасту группы:

- I — 35 пациентов (10 мужчин и 25 женщин — 25), медианный возраст — 43 [37; 45] года, которым проводили открытый синус-лифтинг с использованием остеопластического материала «Биопласт-Дент крошка» («ВладМиВа», Белгород) и коллагеновой мембраны и одномоментной установкой имплантатов — контрольная группа;
- II — 35 пациентов (11 мужчин и 24 женщины), медианный возраст — 45 [36; 49] лет, которым проводили открытый синус-лифтинг с использованием остеопластического материала «Биопласт-Дент паста деминерализованная» («ВладМиВа») и одномоментной установкой имплантатов — группа исследования.



Отказ от мембраны во II группе был обусловлен свойствами пастообразного материала: он не мигрирует в костном дефекте и сохраняет форму единого конгломерата, что подтверждено экспериментами *in vivo* на критических дефектах у животных [8]. Однако следует учитывать, что коллагеновая мембрана в классической методике выполняет не только барьерную функцию (предотвращение миграции гранул), но и защитную — она препятствует прорастанию мягких тканей в зону реконструкции. В данном случае авторы предположили, что паста обладает достаточной плотностью и адгезивностью, чтобы минимизировать эти риски.

Всем пациентам операции проводили под инфильтрационной анестезией 4%-ным раствором артикаина по стандартной методике открытого синус-лифтинга. Внутриротовой разрез проходил по вершине альвеолярного гребня совместно с вертикальными разрезами для формирования трапециевидного лоскута. Отслаивали слизисто-надкостничный лоскут, освобождали доступ к латеральной стенке верхнечелюстной пазухи. Полуовальный костный фрагмент (окно) формировали с помощью шаровидного бора. Производилось подламинирование и отделение костного фрагмента от шнайдеровой мембраны (ШМ) с помощью пьезохирургического аппарата. Производилось отделение ШМ от стенок и дна верхнечелюстной пазухи с помощью остеотома и кюрет для синус-лифтинга.

Перед внесением остеопластического материала в операционную область, целостность ШМ контролировалась маневром Вальсальвы [9]. Материал вносился с помощью специальных гладилок в полость под ШМ.

В I группе закрытие костного окна выполняли с использованием коллагеновой мембраны «Биопласт-Дент». Мембрану плотно фиксировали П-образными швами к латеральной стенке верхнечелюстной пазухи и к альвеолярному отростку верхней челюсти в зоне операции, что обеспечило ее стабильное положение, предотвращая смещение остеопластического материала, и создало надежный барьер для мягких тканей. Во II группе мембрана не использовалась.

В обеих группах выполняли комплексную реконструкцию альвеолярного отростка, включавшую восстановление вертикального объема кости посредством синус-лифтинга, увеличение ширины атрофированного гребня за счет латеральной аугментации и формирование оптимального контура для последующей имплантации. Реконструкция альвеолярного отростка проводилась с учетом индивидуальных анатомических особенностей. При дефиците ширины (менее 4 мм) выполняли расщепление гребня с одновременной остеопластикой, а при вертикальной атрофии (остаточная высота 5–7 мм) сочетали синус-лифтинг с кортикальной остеотомией. Материал адаптировали к форме дефекта, моделируя физиологичный контур гребня.

После формирования ложа имплантата с последовательным увеличением диаметра фрез происходит установка имплантата и ушивание слизисто-надкостничного лоскута. Имплантат устанавливался в альвеолярную кость, а апикальная часть имплантата располагалась в области верхнечелюстного синуса.

Постоянная ортопедическая конструкция изготавливалась через 6 месяцев после выполнения хирургической операции, когда новообразованная кость покрывала установленный имплантат. Перед операцией проводилось стандартное клинко-функциональное и рентгенологическое обследование, включавшее клинические и биохимические анализы крови.

На основании опыта проведения синус-лифтинга и качественной оценки результативности проведения таких операций нами выделен ряд критериев оценки, которые релевантны как для контрольной, так и для исследуемой групп. Данные критерии оценки можно применить при количественном и статистическом анализе эффективности применения отечественных остеопластических материалов, они же формируют универсальную матрицу описания для любого подобного клинического случая. Среди этих критериев:

- Среднее время проведения синус-лифтинга с применением остеопластического материала. За единицу времени было принято 30 минут (0,5 часа). Данный критерий позволяет оценить то, как форма материала влияет на скорость и, соответственно, удобство стоматолога при проведении операции. Кроме того, данный критерий также связан со стерильностью при проведении операции.
- Необходимость использования мембраны. Данный критерий также связан с удобством стоматолога при проведении операции синус-лифтинга, количеством дополнительных действий и конечным временем проведения операции. Кроме того, данный критерий также связан с итоговой приживаемостью костного трансплантата и сроком дальнейшей реабилитации. Рентгенологическую картину оценивали по данным КТ сразу после операции, через 3, 6 и 12 месяцев. При этом измеряли и оценивали:

- высоту костного регенерата от основания альвеолярного отростка до верхней границы аугментата;
- динамику резорбции трансплантата;
- степень интеграции имплантатов по отсутствию периимплантных просветлений и равномерности костного контакта;
- процесс формирования нативной костной ткани по появлению трабекулярной структуры.

Сравнительный анализ идентичных КТ-срезов в динамике позволил объективно оценить эффективность реконструкции альвеолярного отростка и особенности остеогенеза в послеоперационном периоде. Оценивался объем резорбции костного аугментата по высоте и ширине, а также конечный объем костной ткани. Это стало в том числе возможно благодаря тому, что паста обладает свойствами рентгеноконтрастности. Объем резорбции костного аугментата (в% от изначально помещенного объема) в течение 3, 6 и 12 месяцев позволяет оценить биосовместимость материала в динамике, его способность резорбировать будучи помещенным в ткани человека.

Объем образования нативной кости (% от клинической потребности) после синус-лифтинга позволяет оценить скорость и качество регенерации тканей в динамике, необходимые для успешного завершения

постимплантационной реабилитации. Количество наращенной костной ткани оценивали посредством измерения расстояния между краями костного трансплантата в мезиальной, средней и в дистальной областях, после чего рассчитывали среднее значение. Благодаря высокой рентгеноконтрастности материала мы получили возможность наблюдать за всеми этапами процесса остеогенеза.

Для определения высоты альвеолярного отростка и прогноза ее дальнейшего увеличения при анализе рентгеновских снимков:

- определяли контрольную точку на вершине альвеолярного гребня (на расстоянии 20 мм от боковой поверхности корня крайнего зуба и предполагаемо находящейся между двумя имплантатами точкой);
- определяли высоту альвеолярного отростка до операции (измеряли высоту гребня, проводя перпендикуляр от контрольной точки до дна верхнечелюстного синуса);
- определяли высоту альвеолярного отростка после операции (измеряли высоту гребня в той же контрольной точке, проводили перпендикуляр от этой точки до пересечения с верхней границей имплантированного материала);
- определяли контрольную точку для измерения плотности костной ткани (определяли середину проведенного перпендикуляра от контрольной точки до пересечения с верхней границей имплантированного материала).

Дифференциация нативной костной ткани с материалом производилась по признаку заполнения вновь образованных костных дефектов организующимся регенератом с сетью костных трабекул, что происходило в среднем через 3 месяца после проведения синус-лифтинга.

Кроме того, описанные выше критерии дают возможность провести клиническую оценку эффективности проведенных операций.

Соотношения однородных параметров без указания их значений в числовом выражении отражались в показателях наглядности, исходная величина которых принималась за 100%, а остальные рассчитывались пропорционально ей. Эти расчеты были необходимы для сравнения групп между собой.

При статистической обработке данных для сравнения внутригрупповых и межгрупповых показателей применяли критерий Краскела—Уоллиса. Различия считали достоверными при уровне значимости  $p < 0,05$ .

## РЕЗУЛЬТАТЫ

В ходе статистической обработки и оценки достоверности результатов измерения было выявлено, что все исследуемые данные характеризуются нормальным распределением.

При проведении операции с применением пасты «Биопласт-Дент» за счет изменения протокола на 10–20% сокращалось время работы в операционном поле.

По рентгенологическим признакам отмечалось равномерное образование костной ткани в области верхушек имплантата уже через 3 месяца с полным завершением процесса через 12 месяцев (см. таблицу). На рис. 1 и 2 приведены примеры клинических случаев, реализованных по описанному выше протоколу.

В течение 5–7 месяцев после хирургического вмешательства наблюдался прирост высоты альвеолярного отростка: в I группе в среднем на 9,37 мм, у пациентов во II группе — на 9,41 мм. Данное увеличение является статистически достоверным и клинически существенным.

### Клиническая оценка результатов операции открытого синус-лифтинга

#### Clinical evaluation of the results of open sinus lifting surgery

Критерий оценки	I группа (контроль)	II группа	<i>N</i>	<i>p</i>
Доля случаев необходимости использования мембраны, %	100	26	—	—
Среднее время проведения открытого синус-лифтинга с применением остеопластического материала, минут	30	24	34,01	<0,001
<b>Объем резорбции костного аугментата относительно изначально помещенного объема, %</b>				
• в течение 3 месяцев	52	55	51,76	<0,001
• в течение 6 месяцев	65	66	13,47	<0,001
• в течение 12 месяцев	91	96	38,03	<0,001
<b>Объем образования нативной кости относительно клинической потребности, %</b>				
• в течение 3 месяцев	60	65	15,88	<0,001
• в течение 6 месяцев	78	81	5,30	0,021
• в течение 12 месяцев	95	99	37,50	<0,001

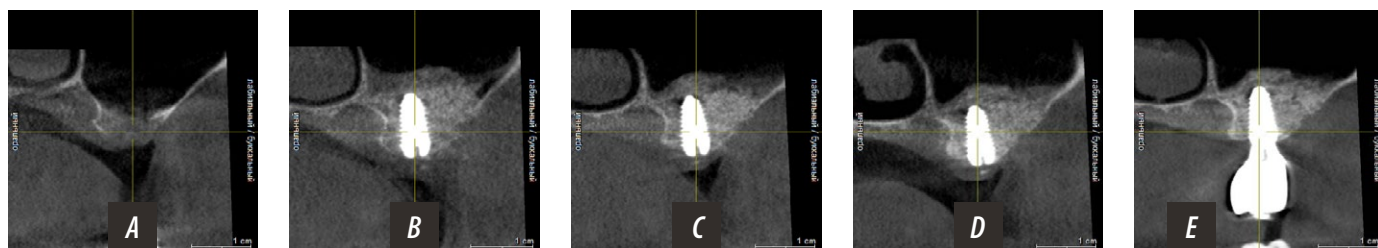


Рис. 1. Клинический случай пациентки I (контрольной) группы, 58 лет: A — до операции; B — после операции; C — через 3 месяца; D — через 6 месяцев; E — через 12 месяцев

Fig. 1. Clinical case of a patient of group I (control), 58 years old: A — before surgery; B — after surgery; C — after 3 months; D — after 6 months; E — after 12 months

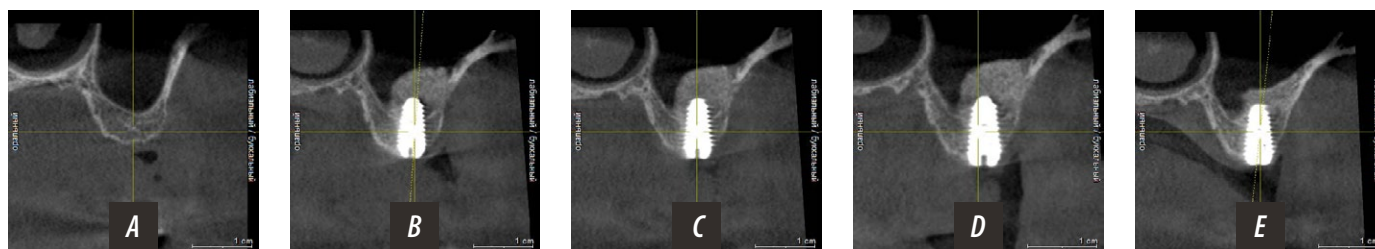


Рис. 2. Клинический случай пациентки II группы, 50 лет: А — до операции; В — после операции; С — через 3 месяца; D — через 6 месяцев; E — через 12 месяцев

Fig. 2. Clinical case of a patient of group II, 50 years old: A — before surgery; B — after surgery; C — after 3 months; D — after 6 months; E — after 12 months

На основании данных, суммированных в таблице, мы можем сделать следующие выводы о результатах проведения эксперимента:

- 1) Проведение операции синус-лифтинга с использованием материала в форме пасты в среднем происходит на 20% быстрее, чем с использованием крошки по классическому протоколу.
- 2) При использовании крошки в 100% случаев необходимо применять мембрану, в то время как в случае с пастой — только в 30% случаев имеется такая необходимость.
- 3) Как в контрольной, так и в исследуемой группе наблюдается адекватное клинической картине увеличение объема резорбции костного аугментата, однако в исследуемой группе, где применялся пастообразный материал, скорость резорбции в среднем на 1–5% выше.
- 4) Как в контрольной, так и в исследуемой группе наблюдается адекватное клинической картине увеличение объема нативной кости, при этом в исследуемой группе образование нативной кости проходило на 3–5% быстрее в связи с высокими остеоиндуктивным и остеокондуктивным свойствам материала.

По результатам КТ в экспериментальной группе было выявлено, что имплантируемый материал в форме пасты сохраняется в области дефекта на всех сроках исследования (рис. 3). При правильном выполнении техники операции с ушиванием надкостницы материал не требует дополнительной фиксации в тканях.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенное исследование подтвердило высокую эффективность применения остеопластического материала в форме пасты при проведении синус-лифтинга с одномоментной реконструкцией альвеолярного отростка верхней челюсти. Полученные результаты демонстрируют значительные преимущества пастообразного материала по сравнению с традиционной гранулированной формой.

Основным достижением стало сокращение времени операции на 20% (0,8 условных единиц против 1,0 в контрольной группе) благодаря удобству работы с материалом и отсутствию необходимости использования барьерной мембраны в 70% случаев. При этом паста показала отличные остеогенные свойства — к 12 месяцам наблюдения степень резорбции составила 96%, а объем сформированной нативной кости достиг 99% от клинической потребности, что превышает аналогичные показатели в контрольной группе (91 и 95% соответственно).

Важным преимуществом материала является его рентгеноконтрастность, позволившая точно отслеживать динамику костеобразования на всех этапах наблюдения. Полученные данные убедительно свидетельствуют о том, что остеопластический материал в форме пасты сочетает технические удобства применения с высокой биологической активностью, делая ее перспективной альтернативой традиционным остеопластическим материалам при проведении синус-лифтинга.

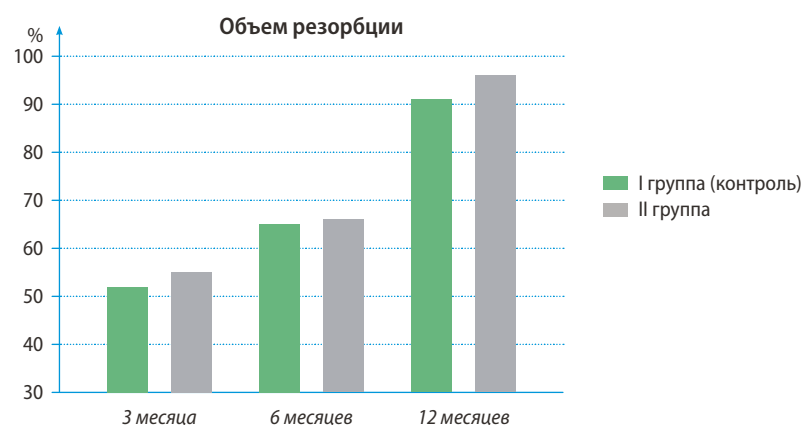


Рис. 3. Динамика объема резорбции остеопластического материала и объема образования нативной кости у участников исследования

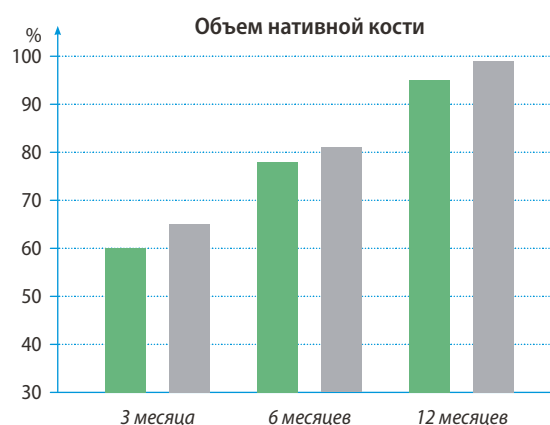


Fig. 3. Dynamics of the volume of osteoplastic material resorption and the volume of native bone formation in study participants



Таким образом, использование пастообразного материала позволяет оптимизировать хирургический протокол, сократить время операции и добиться качественного костеобразования, что подтверждает целесообразность его широкого внедрения в клиническую практику. Для полной оценки потенциала метода требуются

дальнейшие исследования с более длительными сроками наблюдения и гистологическим анализом.

Поступила/Received: 04.05.2025

Принята в печать/Accepted: 05.08.2025

#### ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES:

- Long B., Dan L., Jian L., Yunyu H., Shu H., Zhi Y. Evaluation of a novel reconstituted bone xenograft using processed bovine cancellous bone in combination with purified bovine bone morphogenetic protein. — *Xenotransplantation*. — 2012; 19 (2): 122—32. [PMID: 22497514](#)
- Бозо И.Я. Проблема кровоснабжения больших тканеинженерных костных графтов на пути разрешения. — *Клеточная трансплантология и тканевая инженерия*. — 2007; 4: 15—16. [Bozo I.Y. The problem of blood supply for large tissue-engineered bone grafts on the way to resolution. — *Cellular Transplantation and Tissue Engineering*. — 2007; 4: 15—16 (In Russian)]. [eLibrary ID: 9593663](#)
- Петров И.Ю., Коротких Н.Г., Ловчикова М.В., Петров А.И. Операции синус-лифтинга: возможные ошибки и осложнения. — *Вестник Смоленской государственной медицинской академии*. — 2010; 2: 103—105. [Petrov I., Korotkikh N., Lovchikova M., Petrov A. Sinus lift: possible errors and complications. — *Bulletin of the Smolensk State Medical Academy*. — 2010; 2: 103—105 (In Russian)]. [eLibrary ID: 17051347](#)
- Herranz-Diez C., Crawford A., Goodchild R.L., Hatton P.V., Miller C.A. Stimulation of metabolic activity and cell differentiation in osteoblastic and human mesenchymal stem cells by a nanohydroxyapatite paste bone graft substitute. — *Materials (Basel)*. — 2022; 15 (4): 1570. [PMID: 35208112](#)
- Howard T., Reichert I., Giddie J., Ahluwalia R. Treatment of infected nonunions with bone defects using autologous bone graft and absorbable antibiotic-loaded calcium sulfate — hydroxyapatite paste. — *Foot Ankle Int*. — 2022; 43 (8): 1007—1021. [PMID: 35856290](#)
- Tournier P., Guicheux J., Paré A., Veziers J., Barbeito A., Bardonet R., Corre P., Geoffroy V., Weiss P., Gaudin A. An extrudable partially demineralized allogeneic bone paste exhibits a similar bone healing capacity as the "Gold standard" bone graft. — *Front Bioeng Biotechnol*. — 2021; 9: 658853. [PMID: 33968916](#)
- Jiang Q., Wang L., Liu Z., Su J., Tang Y., Tan P., Zhu X., Zhang K., Ma X., Jiang J., Zhao J., Lin H., Zhang X. Canine ACL reconstruction with an injectable hydroxyapatite/collagen paste for accelerated healing of tendon-bone interface. — *Bioact Mater*. — 2023; 20: 1—15. [PMID: 35633878](#)
- Демяшкин Г.А., Иванов С.Ю., Чуева А.А., Чув В.В., Бондаренко Ф.Н., Суворова С.А. Исследование остеопластических свойств нового материала на основе гидроксиапатита. — *Клиническая стоматология*. — 2022; 4: 106—113. [Demyashkin G.A., Ivanov S.Yu., Chueva A.A., Chuev V.V., Bondarenko F.N., Suvorova S.A. Osteoplastic properties of a new material based on hydroxyapatite. — *Clinical Dentistry (Russia)*. — 2022; 4: 106—113 (In Russian)]. [eLibrary ID: 49940623](#)
- Taylor D. The Valsalva manoeuvre: a critical review. — *South Pacific Underwater Medicine Society Journal (SPUMS)*. — 1996; 26 (1): 8—13. <http://hdl.handle.net/11054/225>

DOI: 10.37988/1811-153X\_2025\_3\_112

[A.A. Dolgalev](#)<sup>1</sup>,

Doctor of Science in Medicine, professor of the General practice and pediatric dentistry Department

[H.M. Nalchajyan](#)<sup>2</sup>,

PhD student of the Maxillofacial surgery and surgical dentistry Department

[A.A. Muraev](#)<sup>2</sup>,

Doctor of Science in Medicine, professor of the Maxillofacial surgery and surgical dentistry Department

[Y.S. Petronyuk](#)<sup>3</sup>,

PhD in Physics and Mathematics, leading researcher of the Acoustic microscopy Lab

[E.A. Khramtsova](#)<sup>3</sup>,

junior researcher of the Acoustic microscopy Lab

[A.E. Krupnin](#)<sup>4</sup>,

researcher of the Polymer materials Lab

[D.Z. Choniashvili](#)<sup>5</sup>,

PhD in Medical Sciences, associate professor of the Therapeutic, surgical and pediatric dentistry Department, dean of the Medical faculty

[S.Yu. Ivanov](#)<sup>2,6</sup>,

Russian Academy of Science corresponding member, Doctor of Science in Medicine, full professor of the Maxillofacial surgery and surgical dentistry Department; full professor of the Maxillofacial surgery Department

<sup>1</sup> Stavropol State Medical University, 355017, Stavropol, Russia<sup>2</sup> RUDN University, 117198, Moscow, Russia<sup>3</sup> Emanuel Institute of Biochemical Physics of the Russian Academy of Sciences, 119334, Moscow, Russia<sup>4</sup> Kurchatov Institute, 123182, Moscow, Russia<sup>5</sup> North Ossetian State University, 362025, Vladikavkaz, Russia<sup>6</sup> Sechenov University, 119991, Moscow, Russia

## Comparison of Ti6Al4V titanium alloy membrane prototypes for bone defect repair made by laser sintering and electron beam melting

**Summary.** A comparative analysis of the microstructure and mechanical properties of guided bone regeneration frame membranes made from Ti6Al4V titanium alloy powder using 3D printing technology is presented in this paper. Two different methods were used to produce the samples: direct laser sintering of metals (DMLS) and electron beam melting (EBM). The plates, measuring 30×10×1 mm, were formed from layers 30 μm thick. The surface morphology of the samples was studied at both the micro and macro levels using scanning electron microscopy (SEM) and scanning impulse acoustic microscopy (SIAM). Biocompatibility was assessed both in vitro with mesenchymal stem cell (MSC) cultures and in vivo with laboratory animals. Mechanical properties were evaluated using a three-point bending test, which revealed differences in surface profile depth that was 100 and 150 μm for the DMLS and EBM correspondingly. Samples produced using DMLS technology demonstrated higher strength 2,180±20.7 MPa and elasticity 53,449±200 MPa than those produced by EBM strength 1500±26.1 and elasticity 25,633±125 MPa, according to the results of the mechanical tests.

A more active proliferation of MSCs was observed in vitro in the DMLS samples, which was 70% higher compared to EBM and the control group. The bone tissue response to both types of titanium implants was good, with high levels of osseointegration, as confirmed by X-ray microtomography (μCT).

**Key words:** guided bone regeneration, titanium alloy, laser sintering of metals, Ti6Al4V titanium, dental implant, electron beam melting, porous microstructure

### FOR CITATION:

Dolgalev A.A., Nalchajyan H.M., Muraev A.A., Petronyuk Y.S., Khramtsova E.A., Krupnin A.E., Choniashvili D.Z., Ivanov S.Yu. Comparison of Ti6Al4V titanium alloy membrane prototypes for bone defect repair made by laser sintering and electron beam melting. *Clinical Dentistry (Russia)*. 2025; 28 (3): 112—118. DOI: 10.37988/1811-153X\_2025\_3\_112

[А.А. Долгалеv](#)<sup>1</sup>,

д.м.н., профессор, профессор кафедры стоматологии общей практики и детской стоматологии

[А.М. Налчаджян](#)<sup>2</sup>,

аспирант кафедры челюстно-лицевой хирургии и хирургической стоматологии

[А.А. Мураев](#)<sup>2</sup>,

д.м.н., профессор кафедры челюстно-лицевой хирургии и хирургической стоматологии

[Ю.С. Петронюк](#)<sup>3</sup>,

к.ф.-м.н., ведущий научный сотрудник лаборатории акустической микроскопии

[Е.А. Храмцова](#)<sup>3</sup>,

м.н.с. лаборатории акустической микроскопии

## Сравнение прототипов мембран из титанового сплава Ti6Al4V для устранения дефектов кости, изготовленных методом лазерного спекания и электронно-лучевой плавки

**Аннотация.** В данной работе представлен сравнительный анализ микроструктуры и механических свойств мембран для направленной костной регенерации, изготовленных из порошкового титанового сплава Ti6Al4V с использованием технологии 3D-печати. Для изготовления образцов применялись два различных метода: прямое лазерное спекание металлов (DMLS) и электронно-лучевая плавка (EBM). Пластины размером 30×10×1 мм были сформированы из слоев толщиной 30 мкм. Морфология поверхности образцов была исследована

[А.Е. Крупнин](#)<sup>4</sup>,

научный сотрудник лаборатории  
полимерных материалов

[Д.З. Чониашвили](#)<sup>5</sup>,

к.м.н., доцент кафедры терапевтической,  
хирургической и детской стоматологии,  
декан медицинского факультета

[С.Ю. Иванов](#)<sup>2, 6</sup>,

член-корр. РАН, д.м.н., профессор, зав.  
кафедрой челюстно-лицевой хирургии  
и хирургической стоматологии; зав.  
кафедрой челюстно-лицевой хирургии

<sup>1</sup> СтГМУ, 355017, Ставрополь, Россия

<sup>2</sup> РУДН, 117198, Москва, Россия

<sup>3</sup> Институт биохимической  
физики им. Н.М. Эмануэля РАН,  
119334, Москва, Россия

<sup>4</sup> НИЦ «Курчатовский институт»,  
123182, Москва, Россия

<sup>5</sup> СОГУ, 362025, Владикавказ, Россия

<sup>6</sup> Первый МГМУ им. И.М. Сеченова,  
119991, Москва, Россия

на микро- и макроуровнях методом сканирующей электронной (SEM) и импульсной акустической (SIAM) микроскопии. Биосовместимость оценивали *in vitro* на культурах мезенхимальных стволовых клеток (МСК) и *in vivo* на лабораторных животных. Механические свойства оценивались методом трехточечного изгиба, что выявило различия в глубине профиля поверхности — 100 и 150 мкм для DMLS и EBM соответственно. Согласно результатам механических испытаний, изготовленные по технологии DMLS образцы продемонстрировали более высокую прочность ( $2180 \pm 20,7$  МПа) и модуль упругости ( $53\,449 \pm 200$  МПа), чем EBM-образцы —  $1500 \pm 26,1$  и  $25\,632,6 \pm 125$  МПа соответственно. Было отмечено, что более активная пролиферация мезенхимальных стволовых клеток наблюдалась *in vitro* в образцах DMLS. Реакция костной ткани на оба типа титановых имплантатов была хорошей с высоким уровнем остеоинтеграции, что было подтверждено рентгеновской микрофотографией (μКТ).

**Ключевые слова:** направленная костная регенерация, титановый сплав, лазерное спекание металлов, титан Ti6Al4V, зубной имплантат, электронно-лучевая плавка, пористая микроструктура

#### ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ:

Dolgalev A.A., Nalchajyan H.M., Muraev A.A., Petronyuk Y.S., Khramtsova E.A., Krupnin A.E., Choniashvili D.Z., Ivanov S.Yu. Comparison of Ti6Al4V titanium alloy membrane prototypes for bone defect repair made by laser sintering and electron beam melting. — *Клиническая стоматология*. — 2025; 28 (3): 112—118. DOI: 10.37988/1811-153X\_2025\_3\_112

## INTRODUCTION

Due to the increasing life expectancy of humans, the development and improvement of dental implant technologies has become an area of growing scientific and clinical interest. Bone grafting is necessary for various reasons, such as odontogenic diseases, injuries to the maxillofacial region, and tumor conditions that lead to loss of jawbone tissue [1–3]. The most promising outcomes of bone grafting can be achieved through guided bone regeneration techniques (GBR) [4–6].

An essential component of GBR is the use of a membrane, which acts as a tissue barrier and framework to restrict and protect the reconstruction site [7, 8]. This guided bone regeneration frame membrane provides mechanical support, maintains tissue volume, and ultimately ensures successful regeneration. Important mechanical properties that the frame should have include stiffness under load, strength, and fatigue resistance. When the stiffness of the frame exceeds that of natural bone, the concentration of stress on the surrounding bone can cause bone destruction. On the other hand, if the stiffness of the implant is less than that of natural bones, stress concentration in the implant may cause rejection and bone atrophy [9–11]. This mismatch in stiffness leads to uneven stress distribution between the implant and the bone, a phenomenon known as stress shielding [12, 13]. The effect of this has not been fully investigated in small titanium implants used for bone regeneration.

Titanium alloys are widely used in maxillofacial surgery, trauma, and orthopedics due to their unique combination of properties, including biocompatibility, resistance to corrosion, strength, and plasticity [14–16]. In 1952, Swedish orthopedic surgeon Per-Ingvar Brånemark discovered titanium's ability to bond with bone, a phenomenon known

as osseointegration, which led to the development of the first titanium dental implant in 1965. Medical-grade titanium has since been used in fields such as orthopedics, craniofacial surgery, and heart valve replacement [17].

Two grades of medical titanium are most used: Grade 4 (VT-1.0 in Russia) and Grade 5 (Ti6Al4V). The gold standard for manufacturing medical implants is the use of computer-controlled milling machines to create blanks, but titanium alloys also offer the advantage of being suitable for 3D printing. For example, the direct laser fusion of titanium alloy powder allows for the creation of individualized skeletal structures, which provides an undeniable advantage in terms of successful implantation and longevity [18]. The intraoperative use of standard frame membranes is labor-intensive, as it is necessary to manually model its shape, which greatly increases the operation time. The individualization of the titanium membrane for guided bone regeneration leads to a reduction in the number of postoperative complications, such as membrane stripping and regeneration effusion.

In this paper, a comparative analysis of the microstructure and mechanical properties of prototypes of frame membranes made of Ti6Al4V titanium alloy powder by layer-by-layer 3D printing using direct laser sintering of metals (DMLS) technology and using an electron beam melting (EBM) is carried out, because these techniques are currently the most widely available and used in medical device manufacturing. The morphology of the surface of the samples was studied at the micro and macro levels using electron scanning and acoustic microscopy. Biocompatibility is assessed *in vitro* using a rat mesenchymal stem cell (MSC) culture and *in vivo* using laboratory animals. The mechanical properties were determined based on the results of three-point bending test.



**The aim** of this study was to conduct in vitro and in vivo studies of titanium plates produced by two different 3D printing techniques: laser sintering and electron beam melting. Investigation of their physico-chemical, strength and biological properties allows choosing the optimal prototyping method for further clinical use.

## MATERIALS AND METHODS

Titanium plates were produced in the company AB Universal (Moscow, Russia).

3D printing of frame membranes was done using finely dispersed titanium alloy powder Ti6Al4V, using the direct laser sintering of metals (DMLS) technology. The plates were created layer by layer using the ULS-125 laser system. The powder particles were spherical with a diameter of between 20 and 40  $\mu\text{m}$ , which ensured good flowability and uniform distribution to fill the entire working volume of the machine. Argon was used to fill the chamber to avoid oxidation and powder ignition.

The features of the formation of frame membranes using 3D printing technology, specifically the process of layered fusion of titanium alloy powder using electron beam melting (EBM), are described in detail in [19]. For our work, we used Ti6Al4V powder with a particle size of 90–100  $\mu\text{m}$  and the Arcam Q20 Plus electron beam gun, which operates in a vacuum chamber.

All products were manufactured in the form of flat plates measuring 30×10×1 mm. To further study the morphology of the plates, the surface of half the samples was ground using a carbide dental milling cutter to process metal frames, while half of the samples remained unchanged. The chosen approach is due to the existing standard of always grinding surfaces for clinical use, which leads to a change in the surface structure due to mechanical processing. The morphology of the sample surfaces was examined using a scanning electron microscope at an accelerating voltage of 10 kV and in the secondary electron detection mode.

The surface microstructure of the samples was examined by means of ultrasound [20]. A laboratory scanning pulse acoustic microscope (SIAM-2018) was used in reflection mode. The nominal frequency of the ultrasonic emitter was 50 MHz and the angular aperture of the lens was 30°. Distilled water was used for immersion. The focal spot diameter of the scanned beam was approximately 50  $\mu\text{m}$  and the scanning step was in increments of 15  $\mu\text{m}$ . Surface relief profiles were estimated from cross-sectional images (B scans) with an accuracy equal to the wavelength of sound in water,  $\pm 15 \mu\text{m}$ .

The mechanical properties of the samples were studied using a universal testing machine (Instron 5965), equipped with a load sensor of  $\pm 5000 \text{ N}$ . The samples were tested in a three-point bending configuration at a constant loading rate of 1 mm/min, with a distance between supports of 10 mm and an initial pre-load of 1 N. Tests were conducted at a temperature of  $23 \pm 2^\circ\text{C}$  and relative humidity of  $50 \pm 5\%$ . Tensile strength  $\sigma$  and corresponding fracture strain  $\varepsilon$  were determined from the stress-strain curve, and modulus of elasticity  $E$  was calculated from the maximum slope of that curve.

Surface morphology studies, elemental composition and biocompatibility study of titanium plates were conducted at the North Caucasus Federal University (Stavropol, Russia).

Biocompatibility studies were conducted on mesenchymal stem cells (MSCs) derived from rat adipose tissue. The cells were cultured in a nutrient medium (Dulbecco's modified Eagle's medium, DMEM) with the addition of 10% fetal bovine serum (Thermo Fisher Scientific, USA) in 25-cm<sup>2</sup> culture vials under conditions of 37°C and 5% CO<sub>2</sub>. The environment was changed every 3–4 days. Once the cells reached 80–90% confluency, they were harvested using 0.25% trypsin (Biolot) solution and counted using an automated cell counter Luna-FL (Logos Biosystems, Japan). The experiments used cells from the third passage.

The test samples were placed in a 24-well plate. A suspension of MSCs with a volume of 0.8 ml and a cell count of  $2 \times 10^4$  were introduced into each well of a Corning tablet containing the samples. Cells from a well containing a milling smooth sample of Ti6Al4V served as negative control cells. The plate was incubated at 37°C and 5% CO<sub>2</sub> for 7 days.

The metabolic activity of the cells, which correlated with the number of viable cells, was evaluated in the experiment. After incubation, a sample of each type of cell was transferred to a 24-well plate containing 0.8 mL of fresh DMEM media. Then, 80  $\mu\text{L}$  of activated EZ4U solution was added to each well, and the plate was incubated at 37°C and 5% CO<sub>2</sub> for 3.5 hours. After this, the samples were removed and the optical absorbance of the remaining solution was measured using a multifunctional imaging plate reader (Cytation 1, BioTek) at wavelengths of 450 and 620 nm. The absorbance is measured by a microplate-reader, set at 450 nm or 492 nm with 620 nm as a reference. Four wells were used per sample.

In vivo, an experimental study of osseointegration was carried out on titanium plates in the vivarium at the experimental station of the All-Russian Research Institute of Sheep and Goat Breeding (Stavropol, Russia). Eight mature North Caucasus sheep, aged 1.5–2 years and weighing 35–40 kg with fully formed skeletons were used in the study. The sheep were housed in individual cages and fed a standard diet.

All manipulations were performed under general anesthesia, and the animals were not fed the day before the surgery, but had free access to water. Tramadol 5% solution was administered at a dose of 2 mg/kg 15 min prior to the procedure. Then, premedication was administered intravenously: atropine sulfate 0.1% solution, 0.05 mg/kg; metamizole 50% solution, 0.5 ml/10 kg; diphenhydramine 1% solution — 0.5 ml/kg; ceftriaxone 500 mg/10 kg. General anesthesia was induced using intramuscular Telazole at 0.3 mg/kg. The effects of Telazol took effect within 5–7 min and lasted approximately 30 min, providing adequate anesthesia depth. The operation was performed using local anesthesia with sol. Ultracaine D-S 4% solution on the decorticated mandibular surface. Titanium microscrews ("KonMet", Russia), 1.2 mm in diameter and 5–8 mm long, were used to fix the plates on the bone surface (fig. 1).

The plate with a fragment of adjacent bone was removed after 6 months. The samples were sent for microtomographic examination. X-ray imaging of the processes

of osseointegration of titanium plates and the study of the bone structure around the implants was carried out with the following scanning parameters: voltage on the X-ray tube of 90 kV; current in the tube of 270  $\mu$ A; copper filter thickness of 0.1 mm; pixel size of 17.74  $\mu$ m in the image; and tomographic mode with 360° rotation and a pitch of 0.2°, frame averaging of 4 frames. Layered images of the volumetric structures were reconstructed using the Bruker  $\mu$ CT NRecon software, with smoothing of 2 pixels, reduction of rings by 20%, beam hardening by 41%, and conversion of computer science (CS) to an image from  $-0.001$  to  $+0.08$ . Post-processing, detailing, and analysis of these images were performed using the DataViewer program and the CT-Analyzer program (Bruker  $\mu$ CT).

### EXPERIMENTAL RESULTS

The micrographs of the samples at different magnifications are shown in Figure 2. Analysis shows that the surfaces of the studied samples, regardless of DMLS technology are porous and consist mainly of spherical formations with smooth surfaces (fig. 2, A and C). These DMLS samples have spherical formations that vary in size from 10 to 150  $\mu$ m, with cracks and small particles in the range of 0.1 to 1  $\mu$ m observed on their surfaces. Samples produced using EBM have particles ranging in size between 30 and 120  $\mu$ m without any cracks on their surface (fig. 2, B and D).

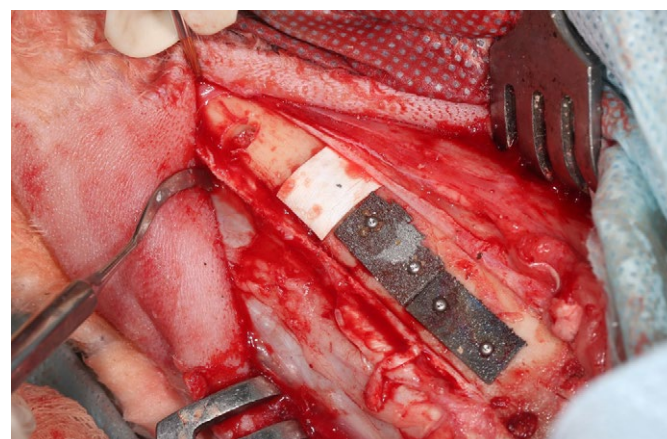


Fig. 1. Titanium plates are attached with titanium micro-screws to the bone

Figure 3 shows acoustic images of the structure of DMLS and EBM frame membrane samples. The surface images reveal differences in the porous structure. The DMLS structure of titanium coating is denser and more compact, which may be due to the smaller size of powder particles, as indicated by electron microscopy (fig. 2).

Acoustic images (fig. 3, A and B) reveal differences in porosity between the two materials. Samples produced with EBM exhibit a looser structure with smaller, but deeper pores compared to those produced by DMLS. To obtain quantitative porosity data, we analyzed ultrasound images

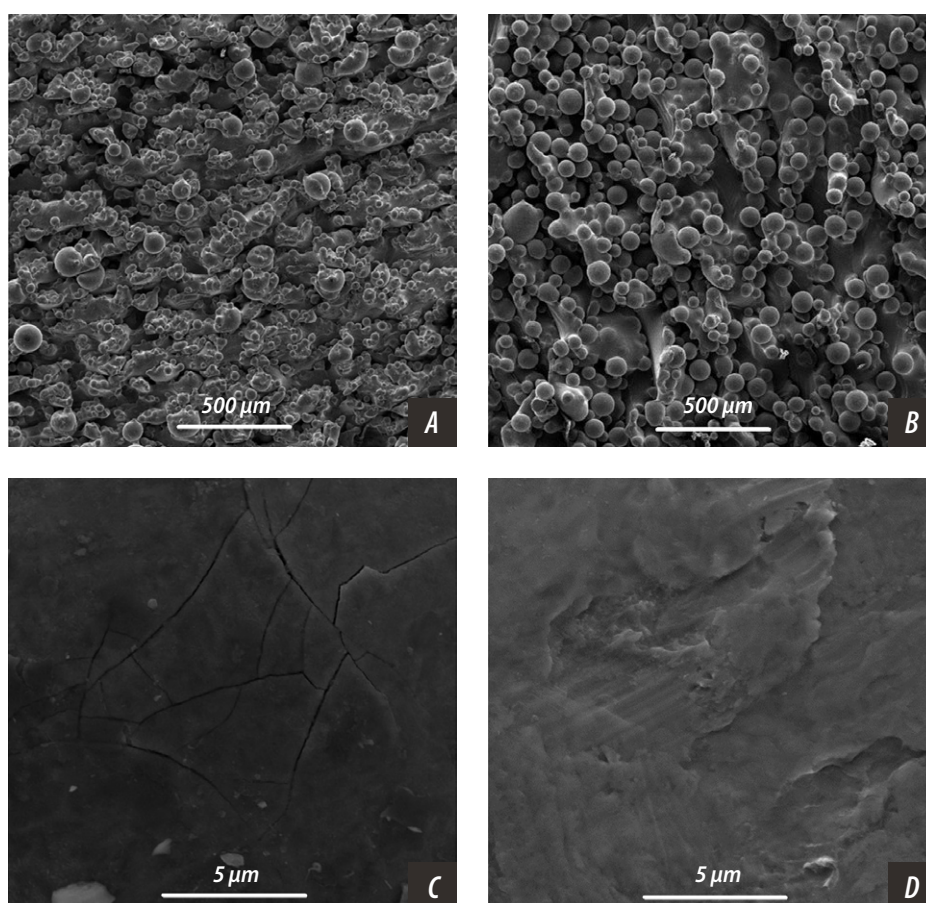


Fig. 2. Electronic scanning microscopy of titanium alloy plates obtained using the technology: A and C — DMLS; B and D — EBM



of 3×3 mm size at a depth of 50  $\mu\text{m}$  using ImageJ software (fig. 3, C and D) [21]. For titanium produced by the DMLS process, the percentage of area covered by pores was  $23.2\pm 3\%$ . For EBM samples, it was  $11.7\pm 2\%$ . The analysis of the cross-sectional view of the samples allows us to determine the depth of the surface profile (fig. 3, E and F). We measured the average distance between the maximum and minimum points of relief from 10 different profiles of 8 mm diameter sample, and found that it was 100  $\mu\text{m}$  and 150  $\mu\text{m}$  for samples produced using DMLS and EBM technology, respectively.

The mechanical properties of titanium specimens were studied based on three-point bending tests. The ultimate strength, fracture strain, and elastic modulus were determined. The results of the measurements are shown in table 1. Linear sections of the loading curve were chosen for measurements,

**Table 1. Geometric and mechanical characteristics of the samples under the bending test. Average values using 5 samples**

Moulding technology	DMLS	EBM
Distance between supports, mm	10.00	10.00
Width, mm	$8.20\pm 0.18$	$8.40\pm 0.10$
Thickness, mm	$1.15\pm 0.04$	$1.05\pm 0.03$
Strength, MPa	$2,180\pm 20.7$	$1,500\pm 26.1$
Fracture strain, %	$10.6\pm 0.1$	$10\pm 0.2$
Modulus of elasticity, MPa	$53,449\pm 200$	$25,633\pm 125$
Speed of sound, m/s	$6,200\pm 15$	$6,000\pm 20$

and the effect of sample slippage in the clamps of the testing machine was minimized as much as possible. As can be seen from the data obtained, there is a significant difference between the values of modulus of elasticity and ultimate strength for samples produced using different technologies.

Titanium plates produced by the DMLS process have a significantly higher elastic modulus 53,449 MPa as well as a bending strength 2,180 MPa that is one and a half times higher than that of EBM samples.

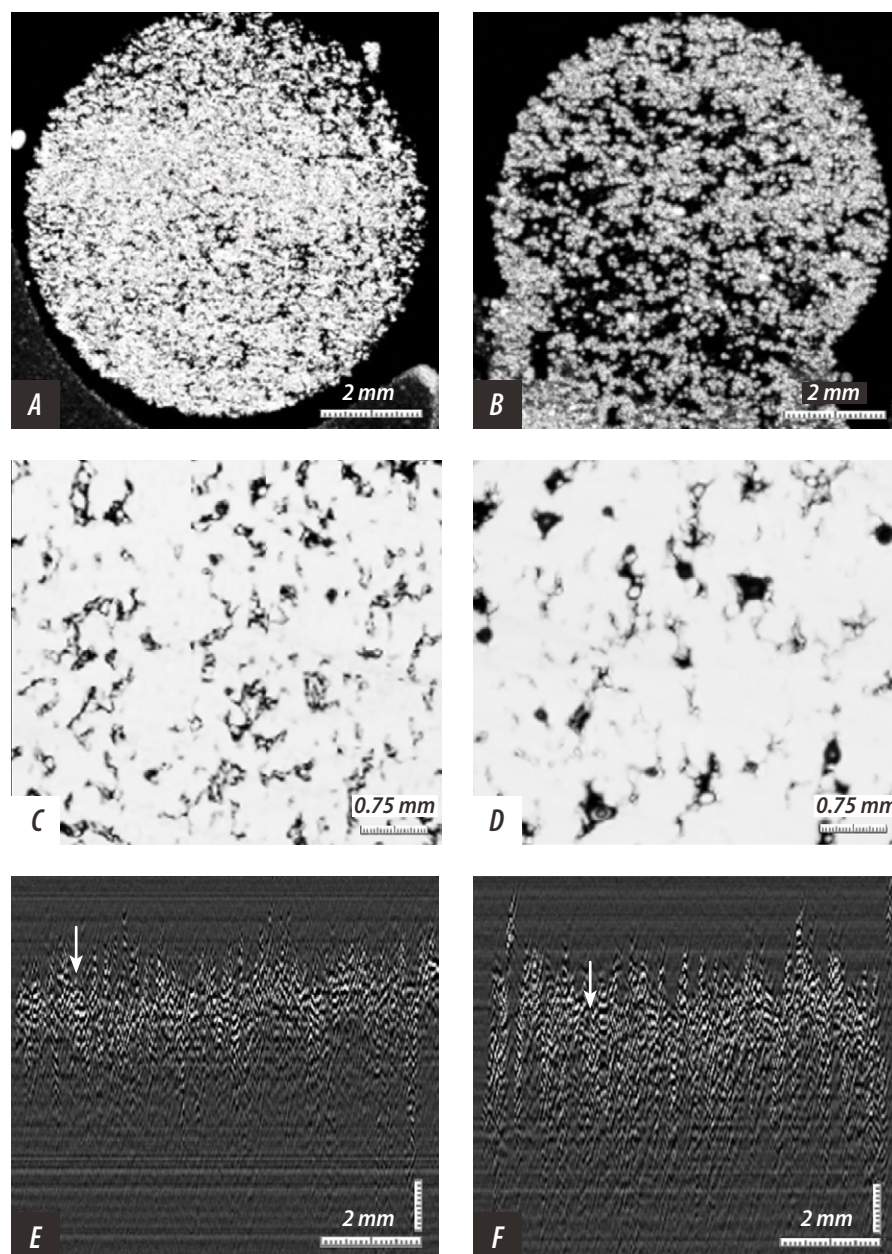
## RESULTS OF THE IN VITRO STUDY

A statistically significant increase in cell proliferative activity was observed in samples produced by the direct laser sintering process (DMLS). The value was  $171.28\pm 22.43\%$  ( $t=2.792$ ,  $p<0.05$ ). In samples produced using the electron beam melting (EBM) method, the proliferation index was  $94.26\pm 19.89\%$ . This value did not significantly differ from that of the control group, which had a proliferation index of  $100.00\pm 12.19\%$ .

## Implantation of titanium plates in vivo

Figure 4 shows an image of the results from a study on osteointegrated titanium plates (Ti6Al4V) that were made using the EBM and DMLS techniques, on the surface of the bone of an animal, as obtained through computerized microtomography.

The study of samples obtained using both technologies (DMLS and EBM) showed differences in the level of bone tissue regeneration in the areas of defects, without signs of a pronounced inflammatory reaction. The analysis of the bone defect regeneration under the plates revealed no differences. The level of maturity of the bone tissue, as well as the area of its contact with the regenerate, did not show statistically



**Fig. 3. Acoustic images of the microstructure of Ti6Al4V titanium alloy samples obtained using DMLS (left) and EBM (right) technologies: A and B — C-scan; C and D — subsurface C-scan of 0.2 mm depth; E and F — profile B-scan, arrow is difference in profile 0.1 (E) and 0.15 (F) mm**



significant differences in both study groups, which indicates a high level of osseointegration in both cases (table 2).

It is also worth noting the subperiosteal bone formation on the surface of both types of plates and their “overgrowth” with bone. Initially, the plates were raised above the surface of the implantation site and in contact only with the periosteum.

## DISCUSSION

Individualized titanium frame membranes are successfully used to perform targeted bone regeneration in the alveolar area. Two main methods are used to create these personalized titanium alloy frames: machining titanium blanks with numerically controlled machines and layer-by-layer fusing of fine titanium powder, also known as additive manufacturing. The 3D printing technique offers numerous benefits for creating custom-made, perforated titanium frames in various shapes and size.

The rate of osseointegration for titanium dental implants depends on their chemical composition and surface roughness. Implants with a rough surface provide more reliable bone fixation and biomechanical stability. In the literature, one can find works [22] that explore different methods of post-processing titanium implantable products for the early stages of osseointegration. Since the effect of these methods on the morphology of the implant surface is still being studied, we used untreated surfaces in our work to evaluate the relief of implants formed naturally during the formation of titanium products using two different 3D printing technologies: direct laser sintering of metals (DMLS) and using an electron beam melting (EBM).

It was found that the size of the spherical formations on samples produced by DMLS varied within a slightly wider range (10–150  $\mu\text{m}$ ) compared to those produced by EBM (30–120  $\mu\text{m}$ ). Additionally, small cracks and particles measuring 0.1–1  $\mu\text{m}$  were observed on the surfaces of the spheres produced by DMLS.

Acoustic microscopy has shown that the structure of the EBM plates is looser. The differences in the structure of DMLS and EBM samples can be explained by the use of powders with different particle sizes. It is likely that this looser structure causes the lower strength and modulus of elasticity of EBM compared to DMLS, as shown in table 1. In both cases the modulus values for titanium Ti6Al4V samples are significantly higher than those for human mandibular bone, which has a modulus of 1000–5000 MPa [23].

In this case, differences in cell proliferation on the implant surfaces, depending on the indicated sizes and number of pores, occur only at the initial stages of the cell activity, as confirmed by our *in vitro* tests. Despite some differences in the surface morphology of the two types of samples our *in vivo* experiments did not reveal significant differences in the results of the implantation of titanium plates produced by the two specified methods, DMLS and EBM. We found tight contact between the plates and bone tissue as well as subperiosteal bone formation on the surfaces of both types of plate.

*In vitro* and *in vivo* studies show the following advantages of titanium plates made by direct laser metal alloy

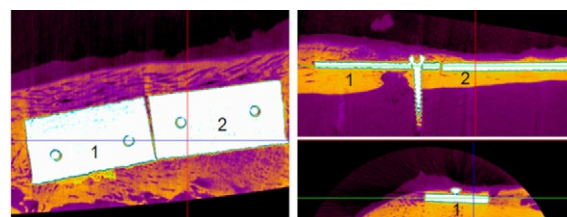


Fig. 4. Multiplane reconstruction of tomographic image of titanium (Ti6Al4V) implants on the surface of sheep bone; samples are made using DMLS (1) and EBM (2) methods. The plates size of 30×10×1 mm

Table 2. Parameters of bone tissue in the area of titanium implant after 6 months

Moulding technology	DMLS	EBM
The volume occupied by newly formed bone tissue surrounding the plate ( $\approx 1$ mm from the boundary across the entire area of the plate), %	35.6	38.57
Bone-implant contact of titanium plate, %	40.23	40.0

technology compared to plates made by electron-beam fusion: mechanical strength is 680 MPa higher (2180 MPa and 1500 MPa respectively); biocompatibility (percentage of living cells) is 77% higher (171.28 and 94.26% respectively); contact area with bone tissue is 1.23% greater (99.2 and 98.0%).

## CONCLUSIONS

Studying titanium plates produced by two different 3D printing technologies — laser sintering and electron beam melting, was conducted *in vitro* and *in vivo* studies. Our experiments showed that DMLS based on Ti6Al4V medical titanium alloy proved to be more successful in terms of structure, strength, and biological properties. The products manufactured by DMLS were 23.7% stronger than those grown by EBM, according to the results of *in vitro* tests. A more active proliferation of MSCs was observed on DMLS samples, which was more than 70% higher compared to EBM and the control group. *In vivo*, bone tissue reacted well to both types of titanium samples, with high levels of osseointegration, due to their developed surface with a profile depth of 100 and 150  $\mu\text{m}$  for DMLS and EBM technology, respectively. Data are base for choosing the optimal prototyping method for future clinical use.

## FUNDING:

The ultrasonic research was supported by the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation (122041400112-8). The mechanical tests were done within the state assignment of Kurchatov Institute.

## ACKNOWLEDGEMENTS:

X-ray imaging was carried out at the interdepartmental scientific and educational laboratory for Experimental Immunomorphology, Immunopathology, and Immunobiotechnology, at the Faculty of Medicine and Biology, North-Caucasus Federal University (Stavropol, Russia).

Received: 12.04.2025

Accepted: 14.08.2025

## REFERENCES:

1. Degidi M., Scarano A., Piattelli A. Regeneration of the alveolar crest using titanium micromesh with autologous bone and a resorbable membrane. — *J Oral Implantol.* — 2003; 29 (2): 86—90. PMID: 12760452
2. Tumedei M., Mijiritsky E., Mourão C.F., Piattelli A., Degidi M., Mangano C., Iezzi G. Histological and biological response to different types of biomaterials: A narrative single research center experience over three decades. — *Int J Environ Res Public Health.* — 2022; 19 (13): 7942. PMID: 35805602
3. Bayliss L., Mahoney D.J., Monk P. Normal bone physiology, remodelling and its hormonal regulation. — *Surgery (Oxford).* — 2012; 30 (2): 47—53. DOI: 10.1016/j.mpsur.2011.12.009
4. Sumner D.R., Turner T.M., Igloria R., Urban R.M., Galante J.O. Functional adaptation and ingrowth of bone vary as a function of hip implant stiffness. — *J Biomech.* — 1998; 31 (10): 909—17. PMID: 9840756
5. Alvarez K., Nakajima H. Metallic scaffolds for bone regeneration. — *Materials.* — 2009; 3: 790—832. DOI: 10.3390/ma2030790
6. Motyka M., Sieniawski J., Ziaja W. Microstructural aspects of superplasticity in Ti6Al4V alloy. — *Materials Science and Engineering: A.* — 2014; 599: 57—63. DOI: 10.1016/j.msea.2014.01.067
7. Didier P., Piotrowski B., Fischer M., Laheurte P. Mechanical stability of custom-made implants: Numerical study of anatomical device and low elastic Young's modulus alloy. — *Mater Sci Eng C Mater Biol Appl.* — 2017; 74: 399—409. PMID: 28254310
8. Han Q., Wang C., Chen H., Zhao X., Wang J. Porous tantalum and titanium in orthopedics: A review. — *ACS Biomater Sci Eng.* — 2019; 5 (11): 5798—5824. PMID: 33405672
9. Olkhov A.A., Staroverova O.V., Iordanskii A.L., Rogovina S.Z., Berlin A.A., Bonartsev A.P., Zharkova I.I., Sklyanchuk E.D., Ishchenko A.A. Structure and properties of ultrathin poly-(3-hydroxybutyrate) fibers modified by silicon and titanium dioxide particles. — *Polymer Science, Series D.* — 2015; 2: 100—109. DOI: 10.1134/S1995421215020124
10. Niinomi M., Boehlert C.J. Titanium alloys for biomedical applications. — In: Niinomi M., Narushima T., Nakai M. (eds) *Advances in metallic biomaterials.* — Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2015. — Pp. 179—213. DOI: 10.1007/978-3-662-46836-4\_8
11. Sorgente D., Palumbo G., Piccininni A., Guglielmi P., Aksenov S.A. Investigation on the thickness distribution of highly customized titanium biomedical implants manufactured by superplastic forming. — *CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology.* — 2018; 20: 29—35. DOI: 10.1016/j.cirpj.2017.09.004
12. Munir K., Lin J., Wright P.F.A., Ozan S., Li Y., Wen C. Mechanical, corrosion, nanotribological, and biocompatibility properties of equal channel angular pressed Ti-28Nb-35.4Zr alloys for biomedical applications. — *Acta Biomater.* — 2022; 149: 387—398. PMID: 35817341
13. Goriainov V., Cook R., M Latham J., G Dunlop D., Oreffo R.O. Bone and metal: an orthopaedic perspective on osseointegration of metals. — *Acta Biomater.* — 2014; 10 (10): 4043—57. PMID: 24932769
14. Prasad K., Bazaka O., Chua M., Rochford M., Fedrick L., Spoor J., Symes R., Tieppo M., Collins C., Cao A., Markwell D., Ostrikov K.K., Bazaka K. Metallic biomaterials: Current challenges and opportunities. — *Materials (Basel).* — 2017; 10 (8): 884. PMID: 28773240
15. Prakasam M., Locs J., Salma-Ancane K., Loca D., Largeteau A., Berzina-Cimdina L. Biodegradable materials and metallic implants — A review. — *J Funct Biomater.* — 2017; 8 (4): 44. PMID: 28954399
16. Kulikova A.A., Dymnikov A.B., Ivanov S.Yu., Muraev A.A., Tumanyan G.A. [Research Per-Ingvar Brånemark in the field of osseointegration and bone regeneration (review, part 1)]. — *Clinical Dentistry (Russia).* — 2021; 2: 72—76 (In Russian). eLibrary ID: 46322604 19
17. Ronzhin D.A., Grigoriyants A.G., Kholopov A.A. Influence of technological parameters on the metal structure of produced by direct metal deposition vt6 titanium powder. — *BMSTU Journal of Mechanical Engineering.* — 2022; 9 (750): 30—42 (In Russian). eLibrary ID: 49515567
18. Păcurar R., Berce P., Petrila A., Nemeş O., Borzan C.Ş.M., Harničárová M., Păcurar A. Selective laser sintering of PA 2200 for hip implant applications: Finite element analysis, process optimization, morphological and mechanical characterization. — *Materials (Basel).* — 2021; 14 (15): 4240. PMID: 34361433
19. Petronyuk Y.S., Khramtsova E.A., Levin V.M., Bonartsev A.P., Voinova V.I., Bonartseva G.A., Muraev A.A., Asfarov T.F., Guseynov N.A. Developing techniques of acoustic microscopy for monitoring processes of osteogenesis in regenerative medicine. — *Bulletin of the Russian Academy of Sciences: Physics.* — 2020; 6: 653—656. DOI: 10.3103/S1062873820060179
20. Schneider C.A., Rasband W.S., Eliceiri K.W. NIH Image to ImageJ: 25 years of image analysis. — *Nat Methods.* — 2012; 9 (7): 671—5. PMID: 22930834 23
21. Leo Kumar S.P., Avinash D. Review on effect of Ti-alloy processing techniques on surface-integrity for biomedical application. — *Materials and Manufacturing Processes.* — 2020; 8: 869—892. DOI: 10.1080/10426914.2020.1748195
22. Hussein M.O., Alruthea M.S. Evaluation of bone-implant interface stress and strain using heterogeneous mandibular bone properties based on different empirical correlations. — *Eur J Dent.* — 2021; 15 (3): 454—462. PMID: 33511598
23. Le Guéhennec L., Soueidan A., Layrolle P., Amouriq Y. Surface treatments of titanium dental implants for rapid osseointegration. — *Dent Mater.* — 2007; 23 (7): 844—54. PMID: 16904738

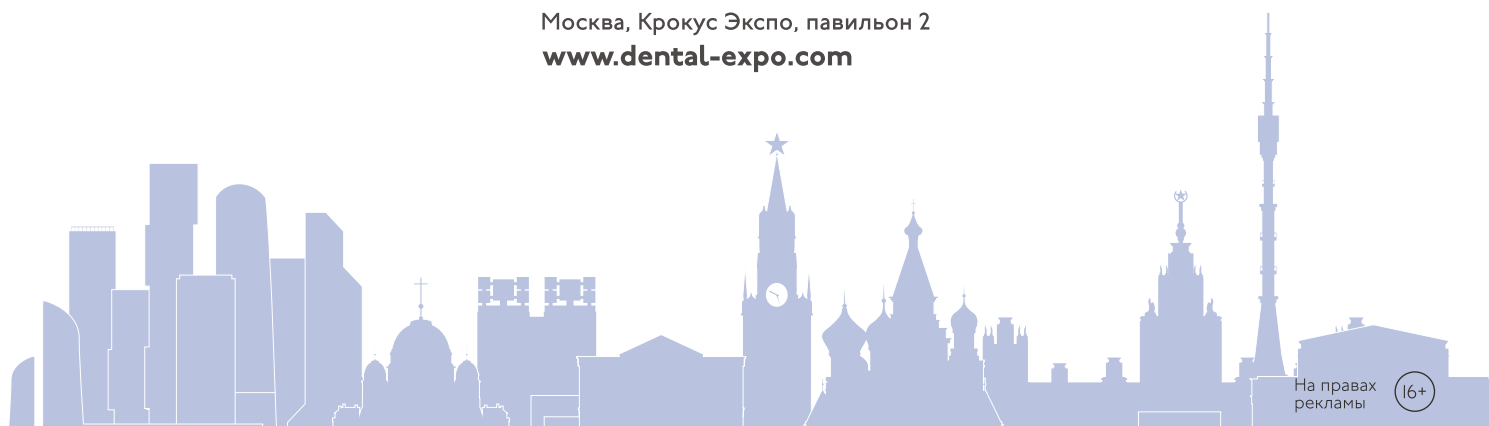
Москва, Россия  
21-24.04.2026



# ДЕНТАЛ САЛОН

59-Й МОСКОВСКИЙ  
МЕЖДУНАРОДНЫЙ  
СТОМАТОЛОГИЧЕСКИЙ  
ФОРУМ И ВЫСТАВКА

Москва, Крокус Экспо, павильон 2  
[www.dental-expo.com](http://www.dental-expo.com)



На правах  
рекламы

16+

КРУПНЕЙШАЯ ВЫСТАВКА, ПЛОЩАДКА ОБУЧЕНИЯ И НЕТВОРКИНГА

Организатор:

**DENTALEXPO®**

+7 499 707 23 07 | [info@dental-expo.com](mailto:info@dental-expo.com)

Стратегический партнер:



СТОМАТОЛОГИЧЕСКАЯ  
АССОЦИАЦИЯ РОССИИ

Стоматологическая  
Ассоциация  
России (СтАР)

 [vk.com/dentalexpomoscow](https://vk.com/dentalexpomoscow)

 [t.me/dentalexporeussia](https://t.me/dentalexporeussia)





DOI: 10.37988/1811-153X\_2025\_3\_120

[Н.В. Хмелева](#)<sup>1</sup>,к.м.н., ассистент кафедры стоматологии  
ДПО[Э.Ш. Григорович](#)<sup>1</sup>,д.м.н., доцент, зав. кафедрой стоматологии  
ДПО[Л.А. Саруханян](#)<sup>2</sup>,

врач-стоматолог

[В.И. Самохина](#)<sup>1</sup>,

к.м.н., доцент кафедры стоматологии ДПО

[А.Д. Локонов](#)<sup>1</sup>,студент V курса стоматологического  
факультета[И.Н. Усманова](#)<sup>3</sup>,д.м.н., профессор кафедры  
терапевтической стоматологии<sup>1</sup> ОмГМУ, 644099, Омск, Россия<sup>2</sup> Центральная клиническая  
больница «РЖД-Медицина»,  
129128, Москва, Россия<sup>3</sup> БашГМУ, 450008, Уфа, Россия

## Консервация лунки удаленного зуба как этап подготовки к протезированию с опорой на дентальные имплантаты

**Реферат.** Сохранение объема костной ткани челюсти после удаления зуба крайне важно для предсказуемого ортопедического лечения с опорой на дентальные имплантаты. **Цель** — на примере группы препаратов «Биопласт-Дент» («ВладМиВа», Россия) изучить данные о сохранении высоты и ширины лунки удаленного зуба путем консервации костного дефекта остеопластическими материалами на основе деминерализованного костного коллагена в сочетании с коллагеновым матриксом. **Материалы и методы.** Проведено исследование с участием 35 пациентов, которым было показано удаление зубов с последующей отсроченной имплантацией. В группу сравнения вошли 18 пациентов, которым не проводилась консервация лунок после удаления. Высоту и ширину лунок оценивали по данным КЛКТ до удаления зуба и через 12–14 недель. На коронарном срезе томограммы высоту лунок измеряли путем построения отрезков от нижнечелюстного канала, дна верхнечелюстного синуса или полости носа до края лунки зуба с вестибулярной, небной и язычной поверхности. Ширину лунок измеряли на аксиальном срезе томограммы в наиболее широкой зоне лунки. На коронарном срезе томограммы отрезки, которые являются высотой небной/язычной и вестибулярной стенок лунки, ширину лунки откладывали так, чтобы получился треугольник. Далее в зоне треугольника измеряли толщину альвеолярного отростка на верхних челюстях и альвеолярной части на нижней челюсти в средней трети лунки зуба. **Результаты.** В области верхних резцов и клыков, премоляров верхних и нижней челюстей и в области моляров нижней челюсти сохранение высоты костных стенок лунок в среднем составило более 90% от исходной. Уменьшение горизонтальных размеров в большей степени отмечалось в области вторых моляров, но во всех случаях горизонтальные размеры лунок позволяли устанавливать дентальные имплантаты стандартного размера — 4,0 мм и более. **Заключение.** Применение отечественных материалов «Биопласт-Дент» является эффективным при консервации лунки удаленного зуба. Оно позволяет сохранить объем костной ткани (высоту и ширину) и создать благоприятные условия для установки дентальных имплантатов стандартного диаметра.

**Ключевые слова:** удаление зуба, консервация лунки зуба, остеопластический материал, коллагеновый матрикс, Биопласт-Дент

[N.V. Khmeleva](#)<sup>1</sup>,PhD in Medical Sciences, assistant professor  
of the Dentistry Department[E.Sh. Grigovich](#)<sup>1</sup>,Doctor of Science in Medicine, associate  
professor and head of the Dentistry  
Department[L.A. Sarukhanyan](#)<sup>2</sup>,

dentist

[V.I. Samokhina](#)<sup>1</sup>,PhD in Medical sciences, associate professor  
of the Dentistry Department[A.D. Lokonov](#)<sup>1</sup>,

5th year student at the Dentistry Faculty

[I.N. Usmanova](#)<sup>3</sup>,Doctor of Science in Medicine, professor  
of the Therapeutic dentistry Department<sup>1</sup> Omsk State Medical University,  
644099, Omsk, Russia<sup>2</sup> Central Clinical Hospital of the Russian  
Railways, 129128, Moscow, Russia<sup>3</sup> Bashkir State Medical University,  
450008, Ufa, Russia

## Preservation of the removed tooth well as a stage of preparation for prosthetics based on dental implants

**Abstract.** Preservation of jaw bone volume after tooth extraction is extremely important for predictable orthopedic treatment based on dental implants. **Objective** — using the example of the Bioplast-Dent group of preparations (VladMiVa, Russia) to study the data on preserving the height and width of the socket of an extracted tooth by preserving the bone defect with osteoplastic materials based on demineralized bone collagen in combination with a collagen matrix. **Materials and methods.** A study was conducted in 35 patients who were shown to remove teeth with subsequent delayed implantation. The comparison group included 18 patients who did not have well preservation after removal. The height and width of the wells were estimated from CBCT data before tooth extraction and after 12–14 weeks. On the coronary section of the tomogram, the height of the wells was measured by plotting segments from the mandibular canal, the bottom of the maxillary sinus or nasal cavity to the edge of the tooth socket from the vestibular, palatal, lingual surfaces. The measurement of the width of the wells was carried out on the axial section of the tomogram in the widest zone of the well. In the coronary section of the tomogram, the segments that are the height of the palatal/lingual and vestibular walls of the well, the width of the well was plotted so as to form a triangle. Further, in the zone of the “triangle”, the thickness of the alveolar process on the upper jaws and the alveolar part on the lower jaw in the middle third of the tooth socket was measured. **Results.** In the upper incisors and canines, premolars of the upper and lower jaws and in the molars of the lower jaw, the preservation of the height of the bone

walls of the wells was, on average, more than 90% of the original. A decrease in horizontal dimensions was noted to a greater extent in the area of the second molars, but in all cases, the horizontal dimensions of the wells allowed the installation of dental implants of a standard size of 4.0 mm or more. **Conclusion.** The use of domestic materials "Bioplast-Dent" is effective in preserving the socket of the removed tooth.

## ВВЕДЕНИЕ

Сохранение объемов костной ткани челюстей после удаления зуба крайне важно для качественного предсказуемого ортопедического лечения с опорой на дентальные имплантаты. По данным обновленной версии Кохрейновского обзора, методы консервации лунки могут минимизировать общие изменения высоты и ширины остаточного гребня кости через 6 месяцев после удаления зуба, но доказательства очень неопределенны [1].

В ряде исследований показано, что после удаления зуба изменения размеров лунки в дистальных участках, где для сохранения объема кости использовались ксеногенные трансплантационные материалы, продемонстрировали меньшую вертикальную и горизонтальную редукцию кости по сравнению с аллогенными трансплантационными материалами. При этом потеря размеров альвеолярного гребня не могла быть полностью предотвращена никаким трансплантационным материалом [2, 3].

Консервация лунки с использованием графта позволяет сохранить объем преимущественно за счет костной ткани без изменений в профиле мягких тканей через 4 месяца после удаления зуба [4]. Динамика редукции костной ткани по ширине и высоте в зависимости от времени после удаления зуба, толщины оставшихся стенок лунки зуба, травматичности удаления зуба, наличия/отсутствия выраженных признаков воспалительных в момент удаления зуба достаточно хорошо изучена [5–7]. Направленная костная регенерация, наполнители и герметики лунок, а также факторы роста имеют одинаково широкое распространение, в настоящее время нет единого мнения относительно показаний, наилучшей клинической техники и выбора материала [8].

Сегодня использование стоматологических материалов отечественного производителя, предназначенных для восстановления структурной целостности костных дефектов и повышения остеогенного потенциала костной ткани в хирургической стоматологии, представляется актуальным.

**Цель исследования** — получить данные о сохранении высоты и ширины лунки удаленного зуба для последующей установки дентального имплантата и протезирования с опорой на него путем консервации костного дефекта материалами «Биопласт-Дент» («ВладМиВа», Белгород): деминерализованной пастой в сочетании с коллагеновым матриксом.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Проведено лечение 35 пациентов (11 мужчин и 24 женщины) с показаниями для удаления некоторых зубов

It allows you to preserve the volume of bone tissue (height and width) and create favorable conditions for the installation of dental implants of standard diameter.

**Key words:** tooth extraction, preservation of the tooth socket, osteoplastic material, collagen matrix, Bioplast-Dent

верхних и нижней челюстей (всего 15 моляров, 13 премоляров, 5 резцов и 2 клыка) с отсроченной установкой дентальных имплантатов и последующим протезированием с опорой на них. Показаниями к отсроченной имплантации были дефекты вестибулярной стенки лунки зуба или дефекты, возникшие в процессе удаления зуба. Всем пациентам через 12–16 недель после удаления зуба были установлены одиночные коронки с винтовой фиксацией.

В группу сравнения вошли 18 пациентов (10 мужчин и 8 женщин), обратившихся для консультации с целью протезирования, которым в других медицинских организациях не более 16 недель назад были удалены 9 моляров, 5 премоляров и 4 резца без процедуры консервации лунок.

Консервацию лунки проводили следующим образом: после максимально щадящего удаления зуба дефект заполняли материалом «Биопласт-Дент» паста на 100% объема дефекта в сочетании с коллагеновым матриксом «Биопласт-Дент», который вырезали по форме лунки удаленного зуба, на 1–2 мм больше дефекта в вестибуло-оральном направлении, край заправляли между альвеолой и прилегающей слизистой оболочкой в области десневого края без дополнительного отслаивания лоскута, мембрану фиксировали нерассасывающимися швами на 7 дней. При наличии включенного дефекта рану закрывали повязкой «Парасепт антисептический» («ВладМиВа»). Повязка сохранялась в среднем 7 дней, до снятия швов, непосредственно контактируя с мембраной. В области резцов накладывали имедиат-протезы, в этом случае повязку «Парасепт» не использовали.

Послеоперационная лекарственная поддержка включала антибиотики групп  $\beta$ -лактамов или фторхинолонов. При необходимости назначали нестероидные противовоспалительные препараты. На весь период до снятия швов полоскания/ванночки 0,05–0,02%-ным водным раствором хлоргексидина до 3 минут 2–3 раза в сутки.

Высоту и ширину лунок оценивали по данным КЛКТ до удаления зуба и через 12–14 недель. На коронарном срезе томограммы высоту лунок измеряли путем построения отрезков от нижнечелюстного канала, дна верхнечелюстного синуса или полости носа до края лунки зуба с вестибулярной, небной и язычной поверхности. Ширину лунок измеряли на аксиальном срезе томограммы в наиболее широкой зоне лунки. На коронарном срезе томограммы отрезки, которые являются высотой небной/язычной и вестибулярной стенок лунки, ширину лунки откладывали так, чтобы получился треугольник. Далее в зоне треугольника измеряли толщину альвеолярного отростка на верхних челюстях

и в альвеолярной части на нижней челюсти в средней трети лунки зуба (рис. 1).

Для максимально точного определения зоны повторного измерения высоты, ширины лунки и толщины альвеолярного отростка и альвеолярной части в средней трети лунки зуба построение отрезков выполняли с учетом расстояния от зуба, расположенного дистально или медиально от лунки, соблюдая аналогичное первому измерению расстояние до наибольшей ширины лунки на аксиальном срезе томограммы перед удалением зуба (рис. 2, 3).

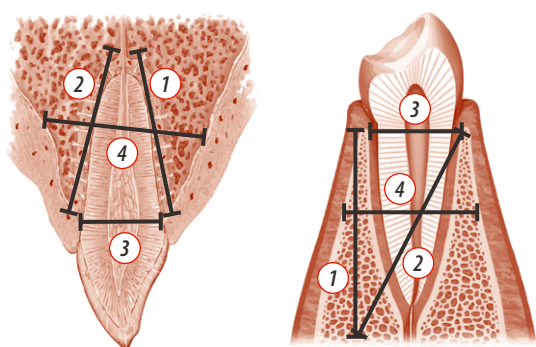


Рис. 1. Схема построения отрезков для измерений: 1) высота нёбной/язычной стенки; 2) вестибулярная стенка; 3) ширина лунки; 4) толщина альвеолярного отростка/альвеолярной части в средней трети лунки зуба

Fig. 1. Diagram of construction of segments for measurements: 1) height of palatine/lingual walls; 2) vestibular wall; 3) well width; 4) thickness of the alveolar process/alveolar part in the middle third of the tooth socket

Степень сохранения тканей костной лунки после процедуры консервации по высоте и ширине оценивали, сравнивая измеренные отрезки в абсолютных значениях и отмечая разницу ( $\Delta$ ), и выражали в процентах по отношению к первому измерению. Статистическую обработку парные сравнения (до и после) в связанных выборках выполняли с использованием непараметрического критерия Вилкоксона, что позволяло оценить характер распределения вариационного ряда, определить медианное значение, разброс значений и сравнить значения. Для проверки статистических гипотез о различиях абсолютных частот и долей в независимых выборках использовался непараметрический критерий Пирсона  $\chi^2$  при  $p \leq 0,05$ .

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

После консервации лунок удаленных зубов максимальная потеря высоты нёбной стенки в области верхних резцов и клыков в одном случае составила 2,8 мм (–14,2% от исходной), при этом высота вестибулярной стенки у данного зуба сохранилась на 100%. У остальных зубов потеря высоты не превысила 6,5% (менее 1 мм; табл. 1). При оценке высоты вестибулярных стенок в области резцов и клыков наибольшая потеря высоты отмечалась у одного бокового резца 2,9 мм (17,3%) при полном сохранении

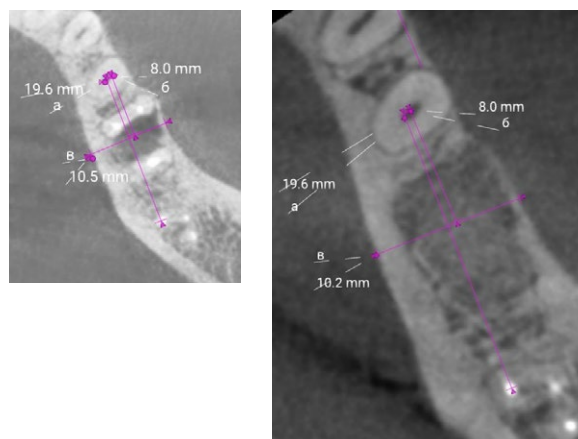


Рис. 2. Измерения в области нижней челюсти до удаления и перед установкой имплантата

Fig. 2. Measurements in the mandibular area before removal and before implant insertion

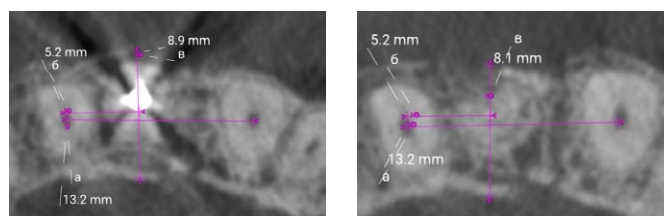


Рис. 3. Измерения в области верхней челюсти до удаления и перед установкой имплантата

Fig. 3. Measurements in the upper jaws before removal and before implant insertion

нёбной стенки. В ряде случаев при повторном измерении высоты стенок лунок зафиксировано увеличение после процедуры консервации лунок, но четко дифференцировать кортикальную кость при анализе КЛКТ (через 12–14 недель) перед установкой дентального имплантата не удавалось. В области верхних резцов и клыков сохранение высоты нёбных и вестибулярных стенок в среднем составило более 96%. При статистическом

Таблица 1. Высота нёбной и вестибулярной стенок резцов и клыков до удаления и после консервации лунок

Table 1. Height of palatal and vestibular walls of incisors and canines before removal and after preservation of wells (in mm)

Зуб	Нёбная стенка				Вестибулярная стенка			
	высота, мм		степень сохранения высоты		высота, мм		степень сохранения высоты	
	до удаления	после консервации	абс.	%	до удаления	после консервации	абс.	%
1.1	19,8	17,0	–2,8	85,8	17,4	17,4	0,0	100,0
1.1	20,9	20,9	0,0	100,0	17,0	21,0	+4,0	123,5
1.2	12,3	11,5	–0,8	93,5	12,2	12,0	–0,2	98,4
2.2	16,5	16,7	+0,2	101,2	16,8	13,9	–2,9	82,7
2.2	20,1	19,8	–0,3	98,5	24,5	21,0	–3,5	85,7
1.3	12,4	12,3	–0,1	99,2	7,5	11,9	+4,4	158,6
1.3	13,1	13,1	0,0	100,0	12,0	12,7	+0,7	105,8
В среднем				96,8				107,8



оценивании результатов значимого изменения высоты стенок лунок удаленных зубов не определялось, представлены цифровые значения медианы и квантили (разброс значений  $Q_1-Q_3$ ; рис. 4). При условии сохранения и ширины лунок в данной эстетически важной зоне складываются благоприятные условия для установки дентального имплантата, несмотря на потерю высоты до 3 мм в двух случаях.

В области премоляров верхних и нижней челюстей максимальное снижение высоты вестибулярной стенки было зафиксировано в области нижнего премоляра и составило 25,7% (2,6 из 10,1 мм до удаления; табл. 2). Во всех остальных случаях сохранение высоты нёбных/язычных и вестибулярных стенок лунок в среднем составило 98% от исходной высоты. Также не зафиксировано статистически значимых изменений при анализе данных до и после консервации лунок удаленных зубов в области премоляров верхних и нижней челюстей (рис. 5).

В области моляров нижней челюсти перед установкой дентальных имплантатов потеря высоты язычной и вестибулярной стенок лунок отмечается у 12 из 15 удаленных зубов. При этом максимально 2,7 мм (10,9%) с язычной поверхности при сохранении вестибулярной стенки и в одном случае 3,8 мм (30,9%) с вестибулярной поверхности при полном сохранении язычной стенки; как видно из представленных данных, в обоих случаях в области вторых моляров. Вероятно, это связано с такими анатомическими особенностями, как маленький угол расхождения корней, наличием меньшего объема костной массы или его отсутствием в области межкорневой перегородки по сравнению с первыми молярами, что отражается и на сохранении ширины лунок (табл. 3). Также в области одного первого моляра потеря высоты вестибулярной стенки составила 3,0 мм (21,3%). Данный зуб ранее был лечен импрегнационным методом, при удалении этого зуба не удалось избежать незначительной отслойки слизисто-надкостничного лоскута и повреждения стенки лунки с вестибулярной поверхности. Следует отметить, что редукция вертикальных размеров костных лунок в области моляров с язычной поверхности не превысила 6,8%, в среднем сохранилась на уровне более 90% от исходной, а с вестибулярной поверхности потеря высоты в среднем не превысила 14,6%.

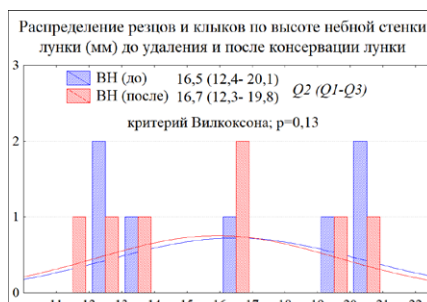


Рис. 4. Графики распределения резцов и клыков по высоте нёбных и вестибулярных стенок (различия статистически достоверно не значимы)

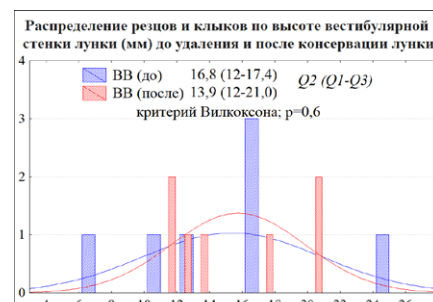


Fig. 4. Plots of distribution of incisors and canines along the height of the palatal and vestibular walls (differences are not statistically significant)

При статистическом анализе данных кривые до и после консервации лунок одинаковые, что свидетельствует об отсутствии изменений распределения

Таблица 2. Высота нёбной/язычной и вестибулярной стенок премоляров до удаления и после консервации лунок

Table 2. Height of palatal/lingual and vestibular walls

of premolars before removal and after preservation of wells

Зуб	Нёбная/язычная стенка				Вестибулярная стенка			
	Высота, мм		степень сохранения высоты		Высота, мм		степень сохранения высоты	
	до удаления	после консервации	абс.	%	до удаления	после консервации	абс.	%
2.4	14,9	14,5	-0,4	97,3	15,8	14,9	-0,9	94,3
2.4	14,8	15,0	+0,2	101,3	12,6	11,6	-1,0	92,1
3.4	16,9	17,8	+0,9	105,3	14,6	16,1	+1,5	110,3
3.4	17,6	19,9	+2,3	113,1	16,8	14,4	-2,4	85,7
4.4	15,4	14,9	-0,5	96,7	13,3	13,9	+0,6	104,5
4.4	19,0	20,0	+1,0	105,3	13,7	14,1	+0,4	102,9
1.5	11,7	10,3	-1,4	88,0	12,3	11,1	-1,2	90,2
3.5	12,3	12,3	0,0	100,0	10,1	7,5	-2,6	74,3
3.5	13,9	13,7	-0,2	98,6	12,5	13,2	-0,7	105,6
3.5	14,6	14,2	-0,4	97,3	15,0	15,2	+0,2	101,3
3.5	16,3	15,5	-0,8	95,1	12,3	14,3	+2,0	116,3
3.5	25,5	21,0	-4,5	82,4	19,4	19,4	0,0	100,0
4.5	16,0	16,0	0,0	100,0	15,8	15,3	-0,3	96,8
<b>В среднем</b>				<b>98,5</b>				<b>98,0</b>

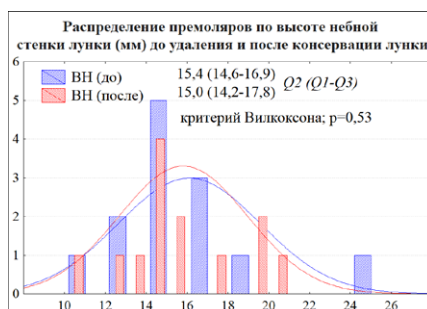


Рис. 5. Графики распределения премоляров по высоте нёбных/язычных и вестибулярных стенок. Примечание — различия статистически не значимы

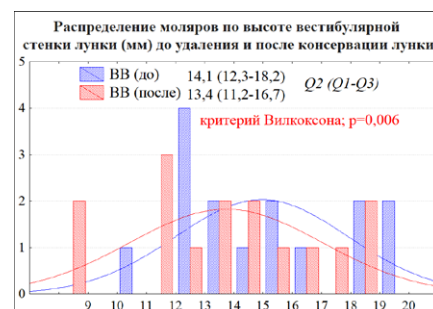


Fig. 5. Plots of premolar distribution by height of palatal/lingual and vestibular walls. Note: differences are not statistically significant

Таблица 3. Высота язычной и вестибулярной стенок моляров до удаления и после консервации лунок

Table 3. Height of the lingual and vestibular walls of molars before removal and after conservation of wells

Зуб	Нёбная/язычная стенка				Вестибулярная стенка			
	высота, мм		степень сохранения высоты		высота, мм		степень сохранения высоты	
	до удаления	после консервации	абс.	%	до удаления	после консервации	абс.	%
4.7	12,3	12,3	0,0	100,0	12,3	8,5	-3,8	69,1
4.7	14,8	13,8	-1,0	93,2	12,3	13,3	+1,0	108,1
4.7	12	12,6	+0,6	105,0	10,2	8,1	-2,1	79,4
3.7	15,4	14,5	-1,0	94,2	13,9	11,2	-2,7	80,6
4.6	14,1	14,1	0,0	100,0	13,5	13,4	-0,1	99,3
4.7	14,6	14,5	-0,1	99,3	12,4	11,8	-0,6	95,2
4.6	12,1	12	-0,1	99,2	12,3	12,3	0,0	100,0
3.6	20,2	20	-0,2	99,0	19,3	18,4	-0,9	95,3
3.7	20,2	19,8	-0,4	98,0	18,2	16,7	-1,5	91,8
4.6	22,4	21,3	-0,1	95,1	18,2	18,4	+0,2	101,1
3.6	14,6	14,4	-0,2	98,6	14,1	11,1	-3,0	78,7
3.7	16,0	16,0	0,0	100,0	15,2	14,1	-1,1	92,8
3.6	16,9	15,9	-1,0	94,1	15,6	14,9	-0,7	95,5
3.7	20,1	17,9	-2,2	100,0	20	17,5	-2,5	87,5
4.7	24,7	22	-2,7	93,2	16,3	15,8	-0,5	96,9
В среднем				97,9				85,4

Таблица 4. Ширина лунок резцов и клыков до удаления и после консервации лунок, мм

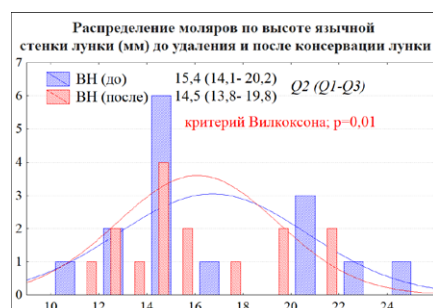
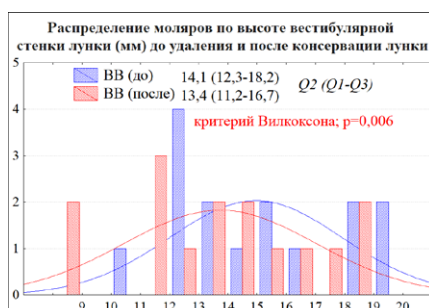
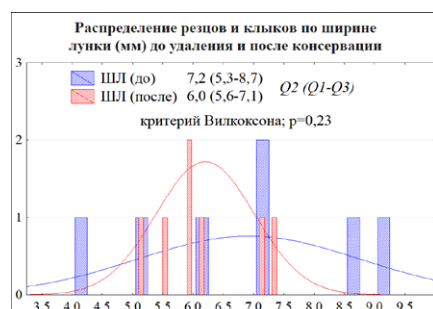
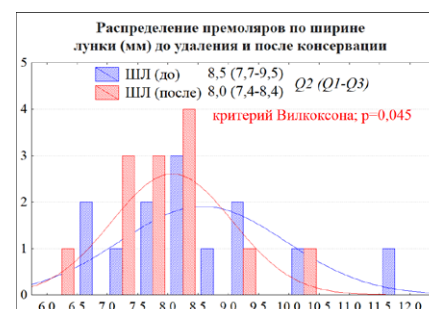
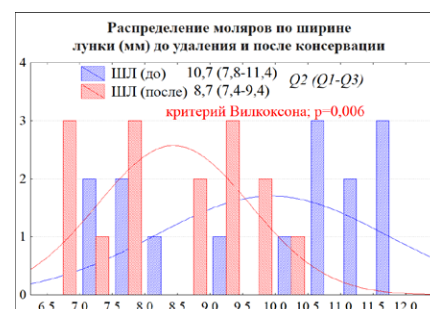
Table 4. Width of incisor and canine wells before removal and after preservation of wells (in mm)

Зуб	До удаления	После консервации лунки	Степень сохранения ширины лунки	
			абс.	%
1.1	7,2	7,1	-0,1	98,6
1.1	8,7	6,9	-1,8	79,3
1.2	6,4	6,2	-0,2	96,9
2.2	6,3	6,6	+0,3	105,6
2.2	9,4	7,4	-2,0	78,7
1.3	7,1	7,2	+0,1	101,4
1.3	7,2	6,4	-0,8	88,8
В среднем				92,7

данных в вариационных рядах. С помощью рангового критерия Вилкоксона установлено, что значения переменных (распределение по высоте стенок лунок перед удалением и после консервации) статистически значимо отличаются для некоторых зубов. При этом при условии сохранения ширины лунок почти во всех случаях данные изменения не являются клинически значимыми (рис. 6).

В области резцов и клыков во всех случаях ширина лунок сохранилась, характер распределения данных не изменился, а изучаемые переменные статистически значимо не отличались перед установкой дентальных имплантатов (рис. 7; табл. 4). Горизонтальные размеры лунок позволили устанавливать дентальные имплантаты стандартного размера — диаметром 4,0 мм.

В области премоляров после консервации лунки к моменту установки дентального имплантата максимально ширина лунки уменьшилась от 1,0 до 1,8 мм в области 5 премоляров, в области 4 зубов — до 0,5 мм, что отразилось в статистически значимом

Рис. 6. Графики распределения моляров по высоте язычных и вестибулярных стенок. Примечание — различия статистически значимы при  $p < 0,05$ Fig. 6. Molar height distribution plots of lingual and vestibular walls. Note: differences are statistically significant at  $p < 0,05$ Рис. 7. График распределения резцов и клыков по ширине лунок. Примечание — различия статистически не значимы  
Fig. 7. Plot of cutters and canines spread across wells. Note: differences are not statistically significantРис. 8. График распределения премоляров по ширине лунок. Примечание — различия статистически значимы при  $p < 0,05$   
Fig. 8. Premolar well width plot. Note: differences are statistically significant at  $p < 0,05$ Рис. 9. График распределения моляров по ширине лунок. Примечание — различия статистически значимы при  $p < 0,05$   
Fig. 9. Molar distribution plot by well width. Note: differences are statistically significant at  $p < 0,05$

изменении переменных при оценке с помощью непараметрического критерия, но существенного клинического значения данные изменения не имели, так как в области всех премоляров ширина лунок позволила устанавливать дентальные имплантаты стандартного размера — от 4,0 мм и более (табл. 5; рис. 8).

В области моляров у 11 зубов ширина лунок сократилась от 1,0 до 4,0 мм, в области трех моляров — до 1,0 мм, что при статистическом оценивании имело значимость при одинаковом характере распределения вариационных рядов до и после консервации лунок (рис. 9). Уменьшение горизонтальных размеров в большей степени отмечалось в области вторых моляров, но при этом во всех случаях, как и в области премоляров, изменения не имели клинической значимости, так как горизонтальные размеры лунок позволяли устанавливать дентальные имплантаты диаметром 5,0 мм и более (табл. 6).

При оценке толщины альвеолярных отростков верхних челюстей и альвеолярной части нижней челюсти в области средней трети лунок не отмечается уменьшения размеров более чем на 1,2 мм в области одного клыка верхней челюсти, 1,4 мм в области нижнего премоляра и 0,7 мм в области нижнего моляра (табл. 7). На рисунках кривые распределения зубов по изучаемым размерам демонстрируют отсутствие изменений характера распределения после процедуры консервации лунок, а значения переменных для премоляров и моляров (основные статистики вариационных рядов) достигают статистической значимости. Несмотря на это, отмечается сохранение достаточного объема губчатой кости между кортикальными пластинками, следовательно, данные изменения не препятствуют установке дентальных имплантатов (рис. 10).

По данным литературы, в первые 12 месяцев ширина гребня теряет 50%, и  $\frac{2}{3}$  из них приходится на первые 3 месяца после самого бережного удаления зуба, а вертикально потеря кости составляет от 1,0 до 3,25 мм. В боковых отделах нижней челюсти потеря высоты более выражена с щечной стороны, а уменьшение высоты

и ширины гребня сопровождаются изменением морфологии костной ткани, что препятствует установке дентальных имплантатов [9—11]. Результаты, полученные нами у пациентов, которым не выполнялась процедура

**Таблица 5. Ширина лунок премоляров до удаления и после консервации лунок, мм**

Table 5. Premolar well width before removal and after preservation of wells (in mm)

Зуб	До удаления	После консервации лунки	Степень сохранения ширины	
			абс.	%
2.4	7,7	7,4	−0,3	96,1
2.4	8,5	8,4	−0,1	98,8
3.4	7,2	7,4	+0,2	102,7
3.4	9,5	9,5	0,0	100,0
4.4	9,5	8,0	−1,5	84,2
4.4	10,2	8,4	−1,8	82,3
1.5	8,5	8,5	0,0	100,0
3.5	6,9	6,4	−0,5	92,7
3.5	7,8	7,6	−0,2	97,4
4.5	8,2	7,2	−1,0	87,8
3.5	7,2	8,2	+1,0	113,8
3.5	8,7	7,6	−1,1	87,4
3.5	11,6	10,2	−1,4	87,9
В среднем				94,7

**Таблица 6. Ширина лунок моляров до удаления и после консервации лунок**

Table 6. Width of molar wells before removal and after preservation of wells (in mm)

Зуб	До удаления	После консервации лунки	Степень сохранения ширины	
			абс.	%
4.7	7,6	7,0	−0,6	92,1
4.6	7,5	7,7	+0,2	102,6
4.7	7,3	9,8	−2,4	143,2
3.7	8,4	7,4	−1,0	88,1
4.6	12,0	9,3	−1,1	77,5
4.7	10,4	9,8	−0,6	94,2
4.6	11,0	8,8	−1,6	95,6
3.6	11,8	10,2	−1,6	86,4
3.7	11,4	8,7	−2,7	76,3
4.6	7,8	7,1	−0,7	91,0
3.6	11,6	9,3	−2,3	80,2
3.7	9,1	7,6	−1,5	83,5
3.6	10,7	9,4	−1,3	87,8
3.7	11,2	7,6	−3,6	67,9
4.7	11,0	7,0	−4,0	63,6
В среднем				88,7

**Таблица 7. Толщина альвеолярного отростка/альвеолярной части в средней трети до удаления и после консервации лунок зубов, мм**

Table 7. Thickness of the alveolar process/alveolar part in the middle third before removal and after preservation of tooth wells (in mm)

Зуб	До уда- ления	После кон- сервации лунок	Сохранение тол- щины	
			абс.	%
Резцы, клыки				
1.1	7,9	8,0	+0,1	101,3
1.2	9,0	10,3	+1,3	114,4
2.2	5,3	5,9	+0,6	111,3
1.3	5,7	6,4	+0,7	112,3
1.3	10,4	9,2	−1,2	88,5
1.1	8,1	7,6	−0,5	93,8
2.2	6,6	6,7	+0,1	101,5
Премоляры				
2.4	8,5	10,1	+1,6	118,8
1.5	10,2	9,5	−0,7	93,1
2.4	10,4	9,3	−1,1	89,4
3.5	7,9	8,6	+0,7	108,8
4.4	10,4	10,4	0,0	100,0
3.5	8,7	7,3	−1,4	83,9
3.4	10,6	9,3	−1,3	87,8
4.5	10,9	11,5	+0,6	105,5
3.5	7,3	7,3	0,0	100,0
3.5	9,0	9,0	0,0	100,0
3.4	11,0	11,0	0,0	100,0
3.5	11,2	11,6	+0,4	103,6
4.4	10,9	10,6	−0,3	97,2
Моляры				
4.7	8,7	8,5	−0,2	97,7
4.6	13,8	13,8	0,0	100,0
4.7	10,7	11,6	+0,9	108,4
3.7	11,2	11,2	0,0	100,0
4.6	14,7	14,0	−0,7	95,2
4.7	11,2	11,0	−0,2	98,2
4.6	11,3	10,8	−0,5	95,6
3.6	13,9	13,9	0,0	100,0
3.7	13,4	13,8	+0,4	102,9
4.6	11,9	11,9	0,0	100,0
3.6	12,5	12,5	0,0	100,0
3.7	11,9	11,9	0,0	100,0
3.6	12,0	11,4	−0,6	95,0
3.7	13,1	13,4	+0,3	102,3
4.7	12,7	12,7	0,0	100,0



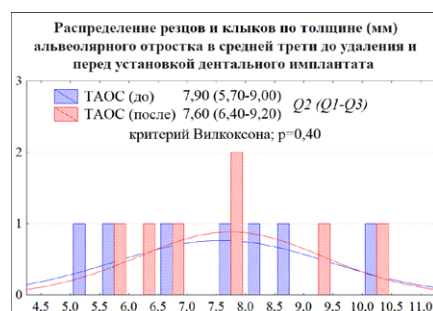


Рис. 10. Графики распределения зубов по толщине альвеолярного отростка/альвеолярной части в средней трети до удаления и после консервации лунки. Различия статистически достоверно значимы при  $p < 0,05$

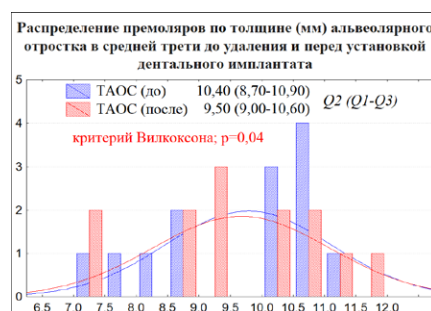
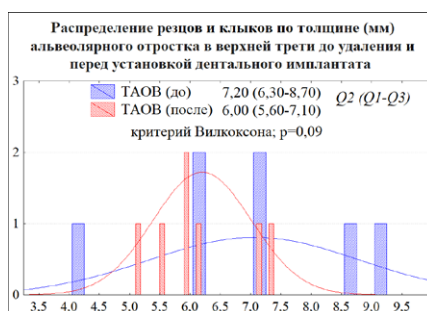


Fig. 10. Dentifrice plots of alveolar/alveolar thickness in mid-third before and after well preservation. Differences are statistically significant at  $p < 0.05$

консервации лунок, полностью подтверждают эти данные: одновременно фиксировалась потеря высоты небной/язычной, вестибулярных стенок и ширины лунок. При оценке наиболее клинически важных параметров: сохранение высоты вестибулярных стенок и ширины лунок — установлено, что степень сохранения изучаемых показателей в области всех групп зубов, где проведена консервация лунок, статистически значимо превышает аналогичные параметры лунок зубов, в области

которых процедура не проводилась (табл. 8). В качестве примера представлены измерения для нижнего моляра, где произошла потеря высоты язычной стенки на 2,2 мм (17%), вестибулярной стенки — на 4,5 (36%) и 2,8 мм (25%) ширины лунки (рис. 11). Измерения для нижнего премоляра: через 3 месяца после удаления с вестибулярной поверхности произошла потеря 7,6 мм (27%), 1,4 мм (6,8%) высоты с язычной поверхности и 1,3 мм (18,8%) ширины лунки (рис. 12).

**Таблица 8. Степень сохранения высоты вестибулярной стенки и ширины лунки у пациентов, которым проводилась процедура консервации лунок зубов, и у пациентов без данной процедуры после удаления зубов**

Table 8. Extent of preservation of vestibular wall height and well width in patients who underwent dental well preservation and in patients without this procedure after tooth extraction

Группа зубов	Степень сохранения высоты вестибулярной стенки лунки, %		$\chi^2$	$p$	Степень сохранения ширины лунки, %		$\chi^2$	$p$
	консервация проводилась	без консервации			консервация проводилась	без консервации		
Верхние резцы и клыки	107,8	79,8*	22,222	<0,001	92,7	68,1*	19,908	<0,001
Верхние и нижние премоляры	98,0	73,0*	25,207	<0,001	94,7	81,2*	9,280	0,003
Нижние моляры	85,4	64,0*	12,907	<0,001	88,7	75,3*	6,640	0,010

Примечание. В ряде случаев при повторном измерении высоты вестибулярных стенок лунок в области резцов верхних челюстей зафиксировано увеличение после процедуры консервации лунок (значение превышает 100%); \* — различия статистически достоверно значимы при  $p < 0,05$ .

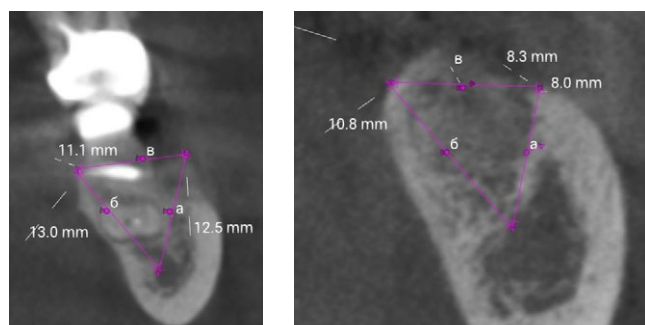


Рис. 11. Вертикальная и горизонтальная потеря кости после удаления моляра нижней челюсти через 3 месяца  
Fig. 11. Vertical and horizontal bone loss after removal of mandibular molar at 3 months

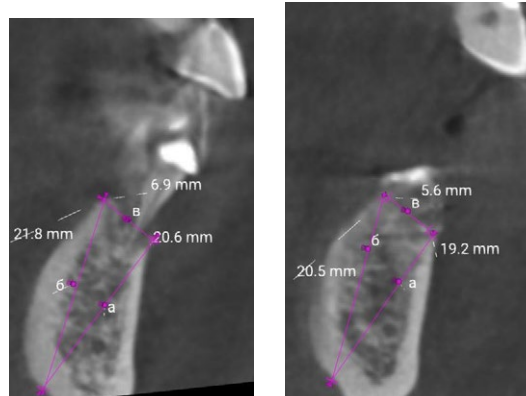


Рис. 12. Вертикальная и горизонтальная потеря кости после удаления премоляра нижней челюсти через 3 месяца  
Fig. 12. Vertical and horizontal bone loss after removal of mandibular premolar at 3 months

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Консервация лунок удаленных зубов с применением деминерализованной пасты и коллагенового матрикса «Биопласт-Дент» обеспечивает достаточную предсказуемость в плане сохранении геометрии костного регенерата и предотвращения миграции десневого эпителия на этапе заживлении костной лунки. Эти препараты показали высокую клиническую эффективность при невысокой в сравнении с материалами «золотого

стандарта» — Bio-Oss и Bio-Gide (Geistlich Pharma, Швейцария) стоимости. Применение остеопластических препаратов способствовало созданию благоприятных условий для сохранения объема костной лунки (высоты и ширины), достаточного для последующей установки дентальных имплантатов стандартных диаметров.

Поступила/Received: 21.01.2025

Принята в печать/Accepted: 07.09.2025

## ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES:

1. Atieh M.A., Alsabeeha N.H., Payne A.G., Ali S., Faggion C.M.J., Esposito M. Interventions for replacing missing teeth: alveolar ridge preservation techniques for dental implant site development. — *Cochrane Database Syst Rev.* — 2021; 4 (4): CD010176. [PMID: 33899930](#)
2. Jung R.E., Sapata V.M., Hämmerle C.H.F., Wu H., Hu X.L., Lin Y. Combined use of xenogeneic bone substitute material covered with a native bilayer collagen membrane for alveolar ridge preservation: A randomized controlled clinical trial. — *Clin Oral Implants Res.* — 2018; 29 (5): 522—529. [PMID: 29607553](#)
3. Pickert F.N., Spalthoff S., Gellrich N.C., Blaya Tárraga J.A. Cone-beam computed tomographic evaluation of dimensional hard tissue changes following alveolar ridge preservation techniques of different bone substitutes: a systematic review and meta-analysis. — *J Periodontal Implant Sci.* — 2022; 52 (1): 3—27. [PMID: 35187870](#)
4. Clementini M., Castelluzzo W., Ciaravino V., Agostinelli A., Vignoletti F., Ambrosi A., De Sanctis M. The effect of immediate implant placement on alveolar ridge preservation compared to spontaneous healing after tooth extraction: Soft tissue findings from a randomized controlled clinical trial. — *J Clin Periodontol.* — 2020; 47 (12): 1536—1546. [PMID: 32956551](#)
5. Chappuis V., Engel O., Reyes M., Shahim K., Nolte L.P., Buser D. Ridge alterations post-extraction in the esthetic zone: a 3D analysis with CBCT. — *J Dent Res.* — 2013; 92 (12 Suppl): 195S-201S. [PMID: 24158340](#)
6. Men Y., Wang Y., Yi Y., Jing D., Luo W., Shen B., Stenberg W., Chai Y., Ge W.P., Feng J.Q., Zhao H. Gli1+ periodontium stem cells are regulated by osteocytes and occlusal force. — *Dev Cell.* — 2020; 54 (5): 639—654.e6. [PMID: 32652075](#)
7. Schropp L., Wenzel A., Kostopoulos L., Karring T. Bone healing and soft tissue contour changes following single-tooth extraction: a clinical and radiographic 12-month prospective study. — *Int J Periodontics Restorative Dent.* — 2003; 23 (4): 313—23. [PMID: 12956475](#)
8. Kalsi A.S., Kalsi J.S., Bassi S. Alveolar ridge preservation: why, when and how. — *Br Dent J.* — 2019; 227 (4): 264—274. [PMID: 31444438](#)
9. Liu J., Kerns D.G. Mechanisms of guided bone regeneration: a review. — *Open Dent J.* — 2014; 8: 56—65. [PMID: 24894890](#)
10. Михайловский А.А., Кулаков А.А., Волков А.В. Сохранение объема костной ткани альвеолярного гребня при симметричной аугментации лунки удаленного зуба: клинико-морфологическое исследование. — *Клиническая и экспериментальная морфология.* — 2015; 1 (13): 8—18. [Mikhailovskiy A.A., Kulakov A.A., Volkov A.V. Maintaining bone tissue volume in the alveolar ridge after symmetric augmentation of extraction sites: clinical and morphological study. — *Clinical and Experimental Morphology.* — 2015; 1 (13): 8—18 (In Russian)]. [eLibrary ID: 23794147](#)
11. Van der Weijden F., Dell'Acqua F., Slot D.E. Alveolar bone dimensional changes of post-extraction sockets in humans: a systematic review. — *J Clin Periodontol.* — 2009; 36 (12): 1048—58. [PMID: 19929956](#)

DOI: 10.37988/1811-153X\_2025\_3\_128

[А.А. Долгалева](#)<sup>1</sup>,

д.м.н., профессор, профессор кафедры стоматологии общей практики и детской стоматологии

[Д.Ю. Христофорандо](#)<sup>1,2</sup>,

д.м.н., профессор кафедры хирургической стоматологии и челюстно-лицевой хирургии; зав. отделением челюстно-лицевой хирургии

[Н.Н. Диденко](#)<sup>1</sup>,

и.о. зав. лабораторией регенеративной медицины НИО, ассистент кафедры нормальной и патологической физиологии

[Д.З. Чониашвили](#)<sup>3</sup>,

к.м.н., доцент кафедры терапевтической, хирургической и детской стоматологии, декан медицинского факультета, главный врач клинко-диагностического центра

[А.К. Зеленский](#)<sup>1,4</sup>,

студент IV курса стоматологического факультета; директор

<sup>1</sup> СтГМУ, 355017, Ставрополь, Россия<sup>2</sup> Ставропольская городская клиническая больница скорой медицинской помощи, 355040, Ставрополь, Россия<sup>3</sup> СОГУ, 362025, Владикавказ, Россия<sup>4</sup> ООО «Северо-Кавказская научно-исследовательская лаборатория медтехнологий», 355035, Ставрополь, Россия

## Исследование биосовместимости покрытий для металлических имплантатов на основе технологии атомно-слоевого осаждения в зависимости от свойств подложки

**Аннотация.** Восстановление костных тканей после травм, врожденных дефектов или резекции опухолей остается одной из ключевых задач медицины. Традиционные методы аутоотрансплантации ограничены объемом доступного материала и травматичностью забора. В связи с этим актуальны исследования биосовместимых материалов, имитирующих костную ткань, особенно на основе титана и его сплавов. Однако чистый титан обладает недостаточной прочностью, а сплавы (например, Ti6Al4V) могут уступать в биосовместимости из-за примесей алюминия и ванадия. **Цель работы** — изучение влияния наноразмерных покрытий из диоксида титана (TiO<sub>2</sub>), нанесенных методом атомно-слоевого осаждения (АСО), на биосовместимость титановых имплантатов для челюстно-лицевой хирургии. Образцы из сплава VT6 (Ti6Al4V) были изготовлены методами селективного лазерного спекания (СЛС) и электронно-лучевого спекания (СЭП), после чего на их поверхность наносили TiO<sub>2</sub> толщиной 25 нм. Исследование элементного состава показало, что при СЛС происходит окисление титана (27,4% кислорода), тогда как при СЭП окисление отсутствует. Покрытие TiO<sub>2</sub> снижало концентрацию алюминия и ванадия в поверхностном слое, что способствовало улучшению биосовместимости. Тестирование на мезенхимальных стволовых клетках (МСК) подтвердило, что образцы с покрытием увеличивают содержание нуклеиновых кислот в секретоме на 6—11% по сравнению с контролем (титан VT1-0) и на 22—27% по сравнению с непокрытым сплавом VT6. **Выводы.** Аддитивные технологии (СЛС и СЭП) повышают биосовместимость сплава VT6. Покрытие TiO<sub>2</sub> толщиной 25 нм дополнительно улучшает остеоинтеграционные свойства. Метод АСО эффективен для создания барьерных слоев, снижающих миграцию вредных примесей.

**Ключевые слова:** титановые имплантаты, диоксид титана, атомно-слоевое осаждение, биосовместимость, мезенхимальные стволовые клетки, аддитивные технологии

### ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ:

Долгалева А.А., Христофорандо Д.Ю., Диденко Н.Н., Чониашвили Д.З., Зеленский А.К. Исследование биосовместимости покрытий для металлических имплантатов на основе технологии атомно-слоевого осаждения в зависимости от свойств подложки. — *Клиническая стоматология*. — 2025; 28 (3): 128—132. DOI: 10.37988/1811-153X\_2025\_3\_128

[А.А. Dolgalev](#)<sup>1</sup>,

Doctor of Science in Medicine, professor of the Department of General practice dentistry and pediatric dentistry

[D.Yu. Christophorando](#)<sup>1,2</sup>,

Doctor of Science in Medicine, professor of the Oral and maxillofacial surgery Department; head of the Maxillofacial surgery ward

[N.N. Didenko](#)<sup>1</sup>,

head of Regenerative Medicine Lab, assistant at the Pathophysiology Department

[D.Z. Choniashvili](#)<sup>3</sup>,

PhD in Medical Sciences, associate professor of the Therapeutic, surgical and pediatric dentistry Department, dean of the Faculty of Medicine, chief physician of Clinical and diagnostic Center

[A.K. Zelenskij](#)<sup>1,4</sup>,4<sup>th</sup> year student of the Faculty of Dentistry; director

## Biocompatibility study of coatings obtained by atomic layer deposition on titanium implants made of various alloys

**Annotation.** Restoration of bone tissue following trauma, congenital defects, or tumor resection remains one of the key challenges in medicine. Traditional autotransplantation methods are limited by donor material availability and the invasive nature of tissue harvesting. This has driven research into biocompatible materials that mimic bone tissue, particularly those based on titanium and its alloys. However, while pure titanium lacks sufficient mechanical strength, alloys (e.g., Ti6Al4V) may exhibit inferior biocompatibility due to aluminum and vanadium impurities. **The aim** of this study was to investigate the effects of nanoscale titanium dioxide (TiO<sub>2</sub>) coatings, deposited via atomic layer deposition (ALD), on the biocompatibility of titanium implants for maxillofacial surgery. Samples made of VT6 alloy (Grade5) were fabricated using selective laser sintering (SLS) and electron beam melting (EBM) techniques, followed by application of 25 nm TiO<sub>2</sub> coatings. Elemental analysis revealed titanium oxidation (27.4% oxygen content) in SLS-produced samples, while EBM samples showed no oxidation. The TiO<sub>2</sub> coating reduced surface concentrations of aluminum and vanadium, thereby enhancing biocompatibility. Testing with mesenchymal stem cells (MSCs) demonstrated that coated samples increased nucleic acid content in the secretome by 6—11% compared to control (Grade2 titanium) and by 22—27% compared to uncoated VT6 alloy. **Conclusions.** Additive



<sup>1</sup> Stavropol State Medical University,  
355017, Stavropol, Russia

<sup>2</sup> Stavropol City Clinical Emergency  
Hospital, 355040, Stavropol, Russia

<sup>3</sup> North Ossetian State University,  
362025, Vladikavkaz, Russia

<sup>4</sup> North Caucasus Research Laboratory  
of Medical Technologies LLC,  
355035, Stavropol, Russia

manufacturing technologies (SLS and EBM) improve the biocompatibility of VT6 alloy (Grade5). 25 nm TiO<sub>2</sub> coatings further enhance osseointegration properties. The ALD method effectively creates barrier layers that mitigate migration of harmful impurities.

**Key words:** titanium implants, titanium dioxide, atomic layer deposition, biocompatibility, mesenchymal stem cells, additive manufacturing technologies

#### FOR CITATION:

Dolgalev A.A., Christophorando D.Yu., Didenko N.N., Choniashvili D.Z., Zelenskij A.K. Biocompatibility study of coatings obtained by atomic layer deposition on titanium implants made of various alloys. *Clinical Dentistry (Russia)*. 2025; 28 (3): 128—132 (In Russian). DOI: 10.37988/1811-153X\_2025\_3\_128

## ВВЕДЕНИЕ

Восполнение дефектов костных тканей вследствие травмы, коррекции врожденных заболеваний или удаления опухолей — одна из наиболее важных задач медицины. Ее решение реконструктивно-восстановительными операциями посредством пересадки собственных костных тканей пациента существенно ограничено объемом доступного аутоматериала и необходимостью проведения дополнительных операций, зачастую достаточно травматичных [1, 2]. В этой связи в современном материаловедении особую актуальность приобретают исследования, направленные на разработку биоматериалов, имитирующих костную ткань [3, 4]. Несмотря на то что в клинической практике применяется огромное количество разнообразных материалов на основе металлов, керамики, полимеров и их комбинаций, качество имплантатов не всегда остается удовлетворительным, что стимулирует дальнейшие исследования в области разработки новых конкурентоспособных технологий изготовления имплантатов. К наиболее часто используемым материалам в имплантологии относятся титан и сплавы на его основе. Титан химически и биологически инертен, что обуславливает его использование для изготовления имплантатов различного назначения. Однако чистый титан, в отличие от его сплавов с алюминием и ванадием, имеет относительно низкую прочность. В то же время вследствие присутствия примесей сплавы характеризуются худшей, чем у титана, биосовместимостью и остеointеграцией [5].

Простым, экономичным и в то же время действенным решением проблемы может стать нанесение на поверхность имплантатов, изготовленных из высокопрочных сплавов титана, модифицирующих покрытий с высокой биологической совместимостью с тканями живого организма [6, 7].

Цель работы — поиск эффективных и безопасных покрытий, созданных с использованием нанотехнологий на имплантационные материалы из сплава титана VT6 при изготовлении индивидуальных титановых наконечных имплантатов для челюстно-лицевой хирургии и хирургической стоматологии.

Задачей стало исследование молекулярных ответов продуцента мезенхимных стволовых клеток на образцы титана и его сплава VT6 с покрытиями на основе диоксида титана, нанесенными методом атомно-слоевого осаждения в эксперименте *in vitro*.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В работе использовали пластины из титанового сплава и шайбы из прокатанного титана. Для изготовления пластин использовали мелкодисперсный порошок титанового сплава VT6 (Ti6Al4V). Частицы порошка имели сферическую форму с диаметром 20—40 мкм, благодаря чему он обладал высокой сыпучестью и равномерно распределялся для заполнения рабочего объема установки.

3D-печать пластин по технологии селективного лазерного спекания (СЛС) выполнялась на лазерной установке ULS-125/180 (Россия). Порошок наносили слой за слоем в камере построения. Спекание частичек порошка происходило лучом лазера.

3D-печать пластин по технологии спекания электронным пучком (СЭП) проводилась на аппарате Arcam Q20 Plus (Швеция). В рабочей камере установки обеспечивался вакуум. Порошок наносили слой за слоем в камере построения. Спекание частичек порошка происходило электронно-лучевой пушкой.

Всего было изготовлено 10 пластин размером 8×8×2 мм методом СЛС и 10 пластин — методом СЭП.

Шайбы диаметром 8 мм и высотой 2 мм, вырезанные из прокатного прутка титана марки VT1-0 и титанового сплава марки VT6, были контролем, при этом исходили из того, что оба материала разрешены к применению в медицине для изготовления медицинских изделий — имплантатов и их компонентов. Шайбы из титана марки VT1-0 рассматривали как положительный контроль, из титанового сплава марки VT6 — как отрицательный. На шайбы покрытие не наносили (табл. 1).

Атомно-слоевое осаждение (АСО) пленок диоксида титана проводили на образцы титанового сплава VT6 в виде пластин 8×8×2 мм, полученных методами СЛС

**Таблица 1. Образцы исследуемых материалов**

Table 1. Samples of the materials under study

Образец	Покрытие
1. Титан VT1-0, прутки (положительный контроль)	Нет
2. Титан VT6, прутки (отрицательный контроль)	Нет
3. Титан VT6, спекание лазером	Нет
4. Титан VT6, спекание электронным пучком	Нет
5. Титан VT6, спекание лазером	TiO <sub>2</sub> , 25 нм
6. Титан VT6, спекание лазером	TiO <sub>2</sub> , 25 нм

и СЭП. Образцы очищали последовательной промывкой по 15 минут в ацетоне, этиловом спирте и деионизированной воде и высушивали особо чистым азотом. После загрузки образцов в реактор и при достижении температуры осаждения 210°C пластины дополнительно очищали в кислородной плазме при мощности 150 Вт в течение 1–2 минут.

Один цикл синтеза пленок диоксида титана методом плазмоактивированного АСО состоял из следующих последовательных этапов:

- 1) напуск первого прекурсора длительностью 100 мс;
- 2) продувка реактора азотом в течение 10 секунд для удаления избытков первого прекурсора;
- 3) плазменная экспозиция с длительностью 15 с;
- 4) вторичная продувка реактора после плазменной экспозиции для удаления побочных продуктов плазмохимической реакции с длительностью 5 с.

Учитывая, что средняя скорость роста в данных условиях синтеза составляла 0,075 нм за цикл, повторением данного цикла достигалась требуемая толщина выращиваемых пленок. В качестве первого прекурсора и источника титана использовался тетрахлорид титана  $TiCl_4$ , а в качестве второго прекурсора — кислород с общим потоком 150 см<sup>3</sup>/мин. При этом мощность горения плазмы составляла 150 Вт.

Диоксид титана на поверхности титановых образцов (подложек) получали из этоксититана  $Ti(C_2H_5O)_4$  (97%) и воды методом АСО в вертикальном реакторе TFS 200 (Beneq, Финляндия) с источником емкостно-связанной плазмы. Покрывают наносили толщиной 25 нм. При проведении синтеза пленок диоксида титана на поверхности титановых имплантатов методом АСО в реактор помещались образцы-свидетели из подложек монокристаллического кремния. Толщину покрытия оценивали путем исследования синтезированных пленок на поверхности данных образцов-свидетелей методом эллипсометрии с использованием спектроскопического эллипсометра SE800 (Sentech, ФРГ), работающего в спектральном диапазоне 280–850 см<sup>-1</sup>.

Элементный анализ проводили с помощью системы AZtecEnergy Standard/X-max 20, установленной на сканирующем электронном микроскопе Tescan Mira 3 LMN, при величине ускоряющего напряжения 20 кВ и величине рабочего расстояния 15 мм.

Биосовместимость исследовали на культуре мезенхимных стволовых клеток (МСК). Для получения секрета МСК, культивированных на исследуемых материалах в полной среде в стандартных условиях, образцы промывали раствором Хенкса, после чего переносили в 500 мкл стерильного фосфатного буфера в лунки 24-луночного планшета. Планшет инкубировали 24 часа при комнатной температуре, после чего супернатант аспирировали, фильтровали с использованием шприцевого фильтра с диаметром пор 0,2 мкм и центрифугировали 20 минут при 2000 g.

Отобранный впоследствии супернатант, содержащий секретом МСК, исследовали на содержание нуклеиновых кислот. Измеряли оптическую плотность раствора при длине волны 270 нм с референсной длиной волны 290 нм и выражали в процентах относительно

1-го образца (положительный контроль), который был принят за 100%.

## РЕЗУЛЬТАТЫ

Основным элементом в поверхностном слое образца прокатанного титана VT1-0 является собственно титан — более 90% (вес). Еще были обнаружены углерод (1,5%), кислород (5–7%), а также следовое количество (менее 0,2%) железа.

Результаты исследования элементного состава контрольных образцов из прокатанного титанового сплава VT6 показали, что основным элементом, содержащимся в поверхностном слое образцов, является титан — более 85% (вес). Кроме того, обнаружены алюминий (5,4%), ванадий (4,5%), углерод (2%), кислород (3%), а также незначительное количество железа — менее 0,3%.

По всей видимости, наличие железа в обоих образцах связано с механической обработкой их поверхности. Кроме того, за исключением железа, все обнаруженные элементы достаточно равномерно распределены по поверхности подложки. Однако при этом наблюдались области локализации углерода (табл. 2).

Количественное исследование элементного состава

**Таблица 2. Сравнение элементного состава образцов из сплавов VT1-0 и VT6**

Table 2. Comparison of the elemental composition of samples from VT1-0 and VT6 alloys

Элемент	Сплав			
	VT1-0	VT6	VT6, СЛС	VT6, ЭЛП
Al	1,45	1,86	3,23	5,91
C	5,26	2,83	2,48	1,48
O	0,09	5,44	27,41	0
Ti	93,02	85,09	61,68	88,20
V	0	4,53	2,22	4,29

поверхности образцов 3 и 4, изготовленных из порошка сплава титана VT6, показали, что в образцах, полученных методом лазерного спекания, присутствовал кислород в доле 27,4%. В образцах, полученных электронно-лучевым спеканием, кислород отсутствовал.

При исследовании образцов с покрытием из диоксида титана, синтезированного методом АСО, выявлено, что основным элементом, содержащимся в поверхностном слое, является титан. Кроме того, обнаружены алюминий, ванадий (~5%), углерод (~1%), кислород, а также незначительное количество железа (~0,2%).

При исследовании образцов титана и его сплавов на биосовместимость методом определения содержания нуклеиновых кислот в секретоме МСК наиболее достоверные отличия были получены на образце 2 (титан VT6 без обработки) — содержание нуклеиновых кислот в секретоме МСК было значительно ниже контрольной группы и групп сравнения и составляло  $73,59 \pm 1,20\%$  ( $t=2,003$ ,  $p<0,2$ ). На образцах без покрытия диоксидом титана показатели содержания нуклеиновых кислот в секретоме были ниже, чем на образцах с покрытием

диоксида титана. На образцах с покрытиями из диоксида титана содержание нуклеиновых кислот было на 6–11% выше, чем в 1-й контрольной группе и на 22–27% выше, чем во 2-й контрольной группе (см. рисунок).

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Высокое содержание кислорода (27,4% вес) в образцах, полученных методом лазерного спекания и отсутствие его в образцах, полученных электронно-лучевым спеканием, свидетельствует об окислении титана во время лазерного спекания и отсутствии окисления при электронно-лучевом спекании.

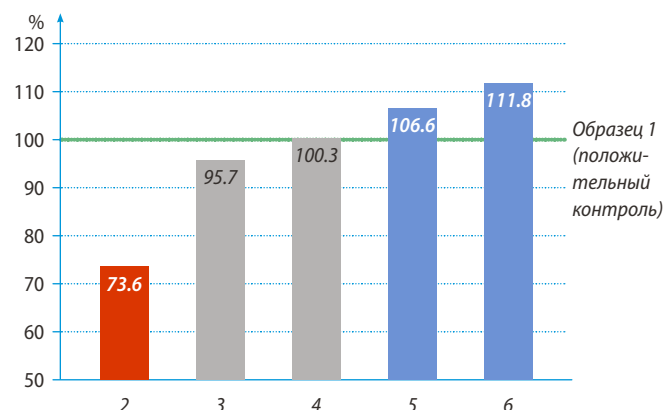
Важно отметить, что при толщине слоя  $\text{TiO}_2$  в 25 нм наблюдалось увеличение массовой доли кислорода до 13,12%, а также снижение содержания титана с до 77,68%. Данное обстоятельство является вполне закономерной особенностью при исследовании образцов методом энергодисперсионной спектроскопии и связано с уменьшением глубины проникновения электронного пучка в подложки. Помимо этого, увеличение толщины слоя оказывало благоприятное влияние на снижение концентрации алюминия и ванадия. Однако при достигнутых толщинах покрытия (до 30 нм) эти изменения были незначительны (не более 0,5%). Сам факт уменьшения массовой доли алюминия в поверхностных слоях может косвенно свидетельствовать об эффективности использования покрытий диоксида титана, выращиваемых методом АСО, в качестве барьерных слоев для снижения выхода примесей на поверхности титановых имплантатов и их негативного влияния на ткани живого организма. Наиболее вероятно, дальнейшее увеличение толщины пленок  $\text{TiO}_2$  может привести к еще большему снижению массового содержания алюминия и ванадия в поверхностных слоях образцов.

### ВЫВОДЫ

Образцы из порошка сплава титана ВТ6, полученные методами прямого лазерного и электронно-лучевого спекания, показывают большую биологическую совместимость по сравнению с образцами прокатного сплава титана ВТ6 и приближены к прокатному титану ВТ1-0.

### ЛИТЕРАТУРА:

- Ивашков В.Ю., Ахматова Р.Р., Соболевский В.А., Мудунов А.М. Возможности использования лоскута угла лопатки для микрохирургического замещения комбинированных дефектов верхней челюсти у онкологических больных. — *Саркомы костей, мягких тканей и опухоли кожи*. — 2019; 2: 40—48. [eLibrary ID: 38936750](#)
- Иванов С.Ю. Актуальные медицинские технологии направленной костной регенерации. — М.: СИМК, 2022. — С. 129—140.
- Долгалева А.А., Святославов Д.С., Путь В.А., Ржепаковский И.В., Елдашев Д.С.А., Рабинович А.В., Джафаров Э.М., Чагаров Арс.А. Морфологическая оценка остеоинтеграции при замещении дефекта нижней челюсти имплантатами,



Процентное содержание нуклеиновых кислот в секретоме МСК на исследуемых образцах титана и его сплавов по отношению к образцу 1 (контроль)

Percentage content of nucleic acids in the MSC secretome on the studied samples of titanium and its alloys in relation to sample 1 (control)

Пленки из диоксида титана увеличивают биосовместимость образцов из сплава титана ВТ6, полученных методами селективного лазерного спекания и электронно-лучевого спекания, по сравнению с образцами без покрытия на 10–11%.

Результаты данной работы рекомендовано учитывать при разработке имплантационных материалов на основе титана и его сплавов.

### ФИНАНСИРОВАНИЕ

Данная работа выполнена как этап НИР по выполнению государственного задания МЗ РФ 2024—2027 по теме «Разработка прототипов персонализированных имплантатов, изготовленных с помощью аддитивных технологий из высокопрочных сплавов с биосовместимым покрытием».

### FUNDING

This work was carried out as a stage of research and development to fulfill the state assignment of the Ministry of Health of the Russian Federation 2024—2027 on the topic «Development of prototypes of personalized implants manufactured using additive technologies from high-strength alloys with a biocompatible coating».

Поступила/Received: 08.11.2024

Принята в печать/Accepted: 28.07.2025

### REFERENCES:

- Ivashkov V.Yu., Akhmatova R.R., Sobolevskiy V.A., Mudunov A.M. Possibilities of the use of an animal pattern tray for microsurgical substitution of combined top jaw defects in cancer patients. *Bone and soft tissue sarcomas and tumors of the skin*. 2019; 2: 40—48 (In Russian). [eLibrary ID: 38936750](#)
- Ivanov S.Yu. Current medical technologies for guided bone regeneration. Moscow: Special Publishing House for Medical Books, 2022. Pp. 129—140 (In Russian).
- Dolgalev A.A., Svyatoslavov D.S., Put V.A., Rzhepakovsky I.V., Eldashev D.S.A., Rabinovich A.V., Jafarov E.M., Chagarov A.A. Morphological assessment of osseointegration during replacement of mandible defect with implants that made using additive



- изготовленными с применением аддитивных технологий. Экспериментальное исследование. — *Медицинский алфавит*. — 2019; 5 (380): 63—68. [eLibrary ID: 39195451](#)
4. Гапонов М.Е. Методика реконструкции нижней челюсти композитными биокерамическими конструкциями с применением аддитивных технологий. Экспериментальное исследование: дис. ... к.м.н. — Москва, 2020. — 124 с.
5. Шайхалиев А.И. Комбинированные титановые эндопротезы с наноструктурированной поверхностью в комплексной реабилитации пациентов с дефектами нижней челюсти: автореф. дис. ... д.м.н. — М., 2022. — 48 с.
6. Давыдова Т.Р., Шайхалиев А.И., Гасбанов Г.А., Корголов Р.С., Усатов Д.А. Влияние поверхности медицинских титановых эндопротезов на эффективность интеграционных процессов. — *Стоматология для всех*. — 2020; 2 (91): 50—55. [eLibrary ID: 43076070](#)
7. Зеленский В.И. Разработка наноструктурированных покрытий для внутрикостных дентальных имплантатов (экспериментальное исследование): автореф. дис. ... к.м.н. — Москва, 2022. — 23 с.
- technologies. Experimental research. *Medical alphabet*. 2019; 5 (380): 63—68 (In Russian). [eLibrary ID: 39195451](#)
4. Gaponov M.E. Technique of reconstruction of the mandible with composite bioceramic structures using additive technologies. Experimental study: master's thesis. Moscow, 2020. 124 p. (In Russian).
5. Shajhaliev A.I. Combined titanium endoprostheses with a nanostructured surface in the complex rehabilitation of patients with mandibular defects: dissertation abstract. Moscow, 2022. 48 p. (In Russian).
6. Davydova T.R., Shaikhaliev A.I., Gasanov G.A., Korgoloev R.S., Usatov D.A. Impact of medical titanium implant surface on the efficiency of fibrointegration. *International Dental Review*. 2020; 2 (91): 50—55 (In Russian). [eLibrary ID: 43076070](#)
7. Zelenskij V.I. Development of nanostructured coatings for intraosseous dental implants (experimental study): master's thesis. Moscow, 2022. 23 p. (In Russian).

DOI: 10.37988/1811-153X\_2025\_3\_133

Г.В. Хачатрян<sup>1</sup>,врач — стоматолог-хирург, имплантолог,  
ортопед, главный врачА.Г. Степанов<sup>2</sup>,д.м.н., профессор Института цифровой  
стоматологииС.В. Апресян<sup>2</sup>,д.м.н., профессор, директор Института  
цифровой стоматологии<sup>1</sup> Клиника «Космодент»,  
634049, Томск, Россия<sup>2</sup> РУДН, 117198, Москва, Россия

## ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ:

Хачатрян Г.В., Степанов А.Г., Апресян С.В. Применение техники корневого щита при выполнении немедленной дентальной имплантации (обзор литературы). — *Клиническая стоматология*. — 2025; 28 (3): 133—141.

DOI: 10.37988/1811-153X\_2025\_3\_133

G.V. Khachatryan<sup>1</sup>,dental surgeon, implantologist,  
prosthodontist, chief doctorA.G. Stepanov<sup>2</sup>,Doctor of Science in Medicine, professor  
of the Institute of Digital DentistryS.V. Apresyan<sup>2</sup>,Doctor of Science in Medicine, professor,  
director of the Institute of Digital Dentistry<sup>1</sup> “Cosmodent” clinic,  
634049, Tomsk, Russia<sup>2</sup> RUDN University,  
117198, Moscow, Russia

## Применение техники корневого щита при выполнении немедленной дентальной имплантации (обзор литературы)

**Аннотация.** Проведен анализ научной литературы о клинической эффективности применения техники корневого щита при выполнении немедленной дентальной имплантации (ДИ) в эстетически значимой зоне. Подход к лечению, в ходе которого удаляется только часть корня зуба (частичная экстракция) включает использование техник корневого щита (socket shield) и щита моста (pontic shield). Для сохранения альвеолярного гребня и окружающих его мягких тканей также применяют технику «погружения корня» (root submergence), которую в последнее время все чаще используют при выполнении немедленной ДИ. Этот метод обычно используется при выполнении немедленной имплантации в передней области верхней челюсти с целью улучшения эстетического результата лечения. Показаниями к применению техники socket shield являются наличие вертикальных переломов, зуб, не поддающийся восстановлению и требующий удаления, немедленная установка имплантата, сохранение альвеолярного гребня, в частности для предотвращения атрофии щечной костной пластинки и сохранения сосочков или мягких тканей вокруг имплантата. Основными критериями эффективности применения техники socket shield являются выживаемость имплантата, а также частота осложнений. Осложнения включают выраженный болевой синдром, наличие отека, смещение щита или имплантата, периимплантит, потерю краевой костной ткани и резорбцию щита. В большинстве исследований показано, что применение техники корневого щита позволяет достичь лучшего по сравнению с другими методами эстетического результата, поскольку при ее использовании менее выражена резорбция альвеолярной кости. **Заключение.** В целом применение техники корневого щита является перспективным методом немедленной ДИ, поскольку приводит к более высоким показателям эффективности немедленной ДИ: сохранению объема костной ткани, лучшим, чем при использовании стандартных подходов, показателям функционального и эстетического результата лечения и более высокой удовлетворенности пациента выполненной ДИ. Необходимы дальнейшие рандомизированные клинические исследования для получения веских доказательств, позволяющих рекомендовать применение этой техники по сравнению с традиционными методами немедленной ДИ.

**Ключевые слова:** корневой щит, немедленная дентальная имплантация, розовая эстетика, вестибулярная пластинка, сохранение альвеолярной кости

## Application of the root shield technique in immediate dental implantation (literature review)

**Summary.** An analysis of literature data on the clinical effectiveness of the root shield technique in immediate dental implantation in an aesthetically significant area was conducted. The treatment approach, during which only part of the root is removed (partial extraction), includes the use of the “socket shield” and “pontic shield” techniques. To preserve the alveolar ridge and soft tissues of the oral cavity, the root submergence technique is also used, which has recently been increasingly used in performing dental implantation (DI). This method is usually used when performing implantation in the anterior region of the upper jaw in order to improve the aesthetic result of the treatment. Indications for the use of the Socket Shield technique are: the presence of vertical fractures; a tooth that cannot be restored and requires extraction; immediate implant placement; preservation of the alveolar ridge, in particular to prevent bucco-palatal collapse and to preserve the papillae or soft tissue around the implant. The main criteria for the effectiveness of the Socket Shield technique are implant survival and complication rate. Complications include severe pain, swelling, shield or implant displacement, peri-implantitis, loss of marginal bone tissue and shield resorption. Most studies have shown that the use of the shield method allows achieving a better aesthetic result compared to other methods, since it results in less pronounced alveolar bone resorption. **Conclusions.** Overall, the use of the shield technique is a promising method of DI, as it leads to higher DI efficacy rates: better bone volume preservation than with standard approaches, better aesthetic

treatment outcome rates, and higher patient satisfaction with the performed DI. Further randomized clinical trials are needed to obtain strong evidence to recommend the use of this technique compared to traditional DI methods with immediate implantation.

**Key words:** socket shield, immediate dental implantation, pink aesthetics, buccal plate, alveolar bone preservation

## ВВЕДЕНИЕ

На сегодняшний день стандартом восстановления зубного ряда у пациентов, утративших зубы, является установка денальных имплантатов. И если раньше их было принято использовать лишь для тотального протезирования, для создания точек прикрепления к челюсти сложных многоэлементных протезов, то в последние десятилетия широко осуществляется замена единичных зубов [1, 2]. Со временем спрос на хорошие эстетические результаты обусловил необходимость разработки техник оперативного вмешательства, позволяющих максимально сохранить мягкие ткани, поскольку именно резорбция вестибулярной костной пластинки челюсти, происходящая после удаления зуба и установки на его место денального имплантата (ДИ), может стать серьезным осложнением и причиной формирования как костного, так и визуального дефекта [3, 4].

В последние 20 лет было опубликовано много работ, посвященных разработке различных методик предотвращения атрофии костной ткани альвеолярных лунок после удаления зубов. Несмотря на то что использование этих подходов оказывает благотворное влияние на костную ткань массива, совсем избежать изменений в зоне удаления зубов не представляется возможным [5].

Различные авторы в разные годы сообщали о достижении наилучших эстетических результатов при сохранении корней зубов в целях предотвращения атрофии вестибулярной костной стенки альвеолярной лунки и потери объема мягких тканей [3, 6]. Для того чтобы минимизировать потерю тканей, процедуру дополняют костной пластикой, от которой, по мнению ряда авторов, можно отказаться в том случае, если удалось сохранить достаточный объем костной пластинки [7, 8]. Основываясь на этой концепции, в 2010 г. M.B. Hürzeler и соавт. опубликовали работу, в которой описали технику socket shield (корневого щита) [9]. Главной задачей ее применения является сохранение пучковой кости (связанная с зубом костная ткань, имеющая периодонтальные связки, которая полностью рассасывается после его удаления) в стенке вестибулярной пластинки челюсти путем сохранения щечного фрагмента корня зуба, позволяющего избежать атрофии альвеолярного гребня [10–12].

Техника корневого щита — метод, применяемый при выполнении ДИ, название которого происходит от socked shield или root membrane, что означает «луночная» или «корневая» мембрана.

Несмотря на большое количество сообщений, появившихся в последние годы, в которых описывается применение техники корневого щита, тем не менее до настоящего времени отсутствует единое мнение об

## FOR CITATION:

Khachatryan G.V., Stepanov A.G., Apresyan S.V. Application of the root shield technique in immediate dental implantation (literature review). *Clinical Dentistry (Russia)*. 2025; 28 (3): 133—141 (In Russian). DOI: 10.37988/1811-153X\_2025\_3\_133

эстетических, функциональных и долгосрочных результатах использования техники socket shield при выполнении немедленной ДИ.

Проведен анализ литературных данных о клинической эффективности применения техники корневого щита при немедленной ДИ в эстетически значимой зоне в англо- и в русскоязычных базах данных отечественных и международных научных библиотек: eLIBRARY, PubMed, Scopus (с 1995 по 2025 г.). Критерии отбора оригинальных статей: клинические исследования по изучению эффективности применения техники корневого щита (socket shield) при выполнении немедленной ДИ. Проведен анализ 173 литературных источников, посвященных вопросам имплантации зубов с использованием техники корневого щита. В результате было отобрано 47 источников. Для этого использовали следующие лексические единицы на английском языке: socket shield, immediate dental implantation, pink aesthetics, buccal plate, alveolar bone preservation — и перевод этих слов на русский язык: корневой щит, немедленная денальная имплантация, розовая эстетика, вестибулярная пластинка, сохранение альвеолярной кости. Использован комплекс исследовательских методов, сочетающий общенаучные (анализ и синтез литературных данных, сравнительной аналогии, извлечение информации из научных источников) и специальные методы (системный и сравнительный анализ).

## ТЕХНИКА SOCKET SHIELD ПРИ ДЕНАЛЬНОЙ ИМПЛАНТАЦИИ: ОПРЕДЕЛЕНИЕ, ПОШАГОВЫЙ ПРОТОКОЛ, ПОКАЗАНИЯ И ПРОТИВОПОКАЗАНИЯ

Подход к лечению, в ходе которого удаляется только часть корня (частичная экстракция) включает использование техник корневого щита (socket shield) и щита моста (pontic shield). Для сохранения альвеолярного гребня и мягких тканей с вестибулярной стороны также применяют технику погружения корня (root submergence) — в последнее время ее все чаще используют при выполнении ДИ. Этот метод обычно используется при выполнении немедленной ДИ в передней области верхней челюсти с целью улучшения эстетического и функционального результата лечения [2, 4, 13].

С помощью цилиндрического алмазного бора удаляется коронковая часть не подлежащего восстановлению зуба (рис. 1). Для удаления верхушки корня и гуттаперчи просверливается корневой канал с использованием хирургического твердосплавного бора Линдемана (рис. 2), корень сегментируется на вестибулярную и небную части (рис. 3), вестибулярный фрагмент формируется в U-образную форму с легким расширением на небную сторону (рис. 4). Небная часть



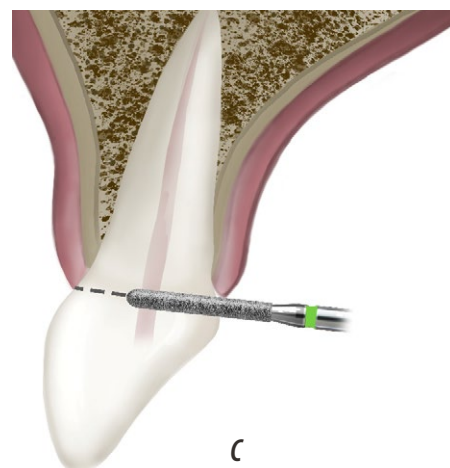


Рис. 1. Удаление коронковой части не подлежащего восстановлению зуба: А — фронтальный вид; В — окклюзионный вид; С — схематичное изображение удаления коронковой части зуба с помощью цилиндрического алмазного бора (фото и рисунки Г.В. Хачатряна)

Fig. 1. Removal of the crown portion of a non-restorable tooth: A — frontal view; B — occlusal view; C — schematic representation of crown removal using a cylindrical diamond bur (photos and art by G.V. Khachatryan)

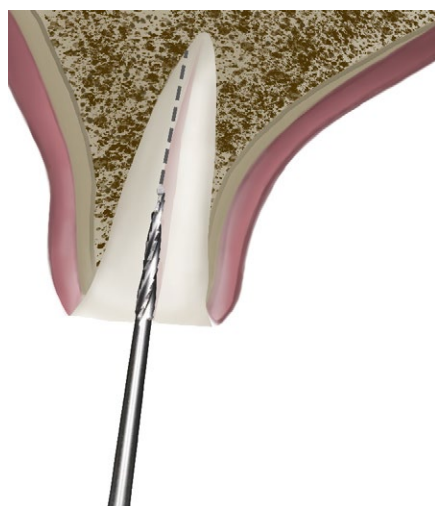


Рис. 2. Корневой канал (рисунок Г.В. Хачатряна)  
Fig. 2. Root canal (art by G.V. Khachatryan)



Рис. 3. Сегментирование корня на вестибулярную и нёбную части (рисунок Г.В. Хачатряна)  
Fig. 3. Segmentation of the root into buccal and palatal portions (art by G.V. Khachatryan)



Рис. 4. Формирование вестибулярного фрагмента в U-образную форму (фото Г.В. Хачатряна)  
Fig. 4. Shaping the buccal fragment into a U-shaped form (photo by G.V. Khachatryan)

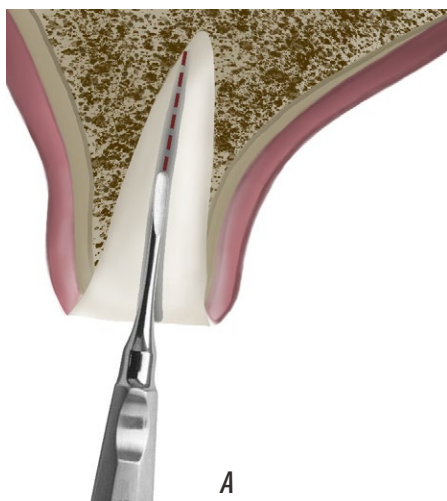


Рис. 5. Удаление нёбной части корня: А — разделение фрагментов корня зуба с помощью элеватора; В — удаление нёбного фрагмента корня зуба с помощью щипцов (рисунки Г.В. Хачатряна)  
Fig. 5. Removal of the palatal portion of the root: A — separation of the root fragments using an elevator; B — extraction of the palatal root fragment using forceps (art by G.V. Khachatryan)

корня осторожно удаляется с использованием периотомов и щипцов, без нарушения вестибулярного фрагмента (рис. 5). Вестибулярный фрагмент истончается до 1–1,5 мм (рис. 6А) с использованием твердосплавного бора Линдемана и шаровидного бора большого диаметра (рис. 6В). Фрагмент укорачивается с помощью шаровидного бора на 2–3 мм ниже предполагаемого зенита и сглаживается для создания округлого профиля (рис. 7). Краю фрагмента придается покатая форма к центру. Проводится кюретаж для удаления оставшихся тканей и обеспечения чистоты места для имплантации. Обработка лунки не проводится.

М.В. Hurzeler и соавт. (2010) предположили, что сохранение вестибулярного фрагмента корня зуба толщиной 1,5 мм позволит освободить достаточное для установки имплантата пространство и вместе с тем сохранить целостность вестибулярной костной пластинки [9].

Частичное удаление направлено на предотвращение атрофии вестибулярной кортикальной пластинки [14,

15]. Было показано, что преимуществом использования техники щита в сочетании с немедленной установкой имплантата является сохранение естественного десневого профиля. Метод считается минимально инвазивным, поскольку при его выполнении не требуется отслаивание слизисто-надкостничного лоскута, а также дополнительного использования аутогенной костной стружки и барьерной мембраны [16].

В нескольких исследованиях сообщалось о модификациях этой процедуры для повышения клинической эффективности лечения [16–18]. Показано, что в отдельных случаях при использовании метода могут развиваться осложнения: инфекция, обнажение и миграция щита, — в результате чего происходит отторжение имплантата [3, 5, 18].

Установка имплантата в эстетически значимой зоне является сложной задачей, на результаты ДИ в этой области влияют срок установки, топография альвеолярного отростка, объем мягких и твердых тканей, уровень мануальных навыков хирурга, положение

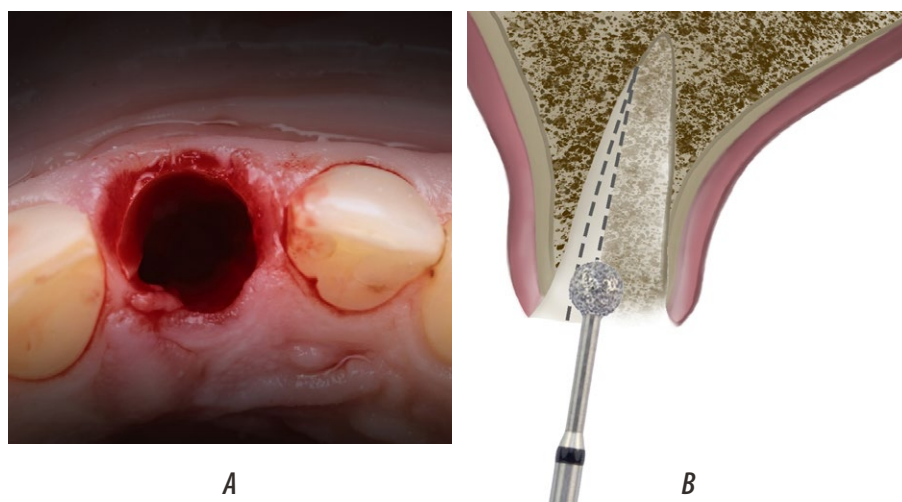


Рис. 6. Истончение вестибулярного фрагмента: А — окклюзионный вид вестибулярного фрагмента корня после истончения; В — схематичное изображение истончения вестибулярного фрагмента с помощью шаровидного бора (фото и рисунок Г.В. Хачатряна)

Fig. 6. Thinning of the buccal fragment: A — occlusal view of the buccal root fragment after thinning; B — schematic representation of thinning the buccal fragment using a round bur (photo and art by G. V. Khachatryan)

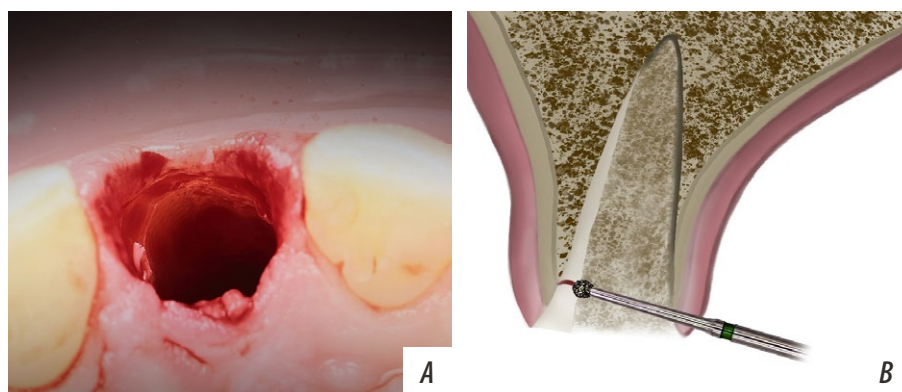


Рис. 7. Укорочение фрагмента с помощью шаровидного бора: А — окклюзионный вид вестибулярного фрагмента после укорочения; В — схематичное изображение укорочения вестибулярного фрагмента (фото и рисунок Г.В. Хачатряна)

Fig. 7. Shortening of the fragment using a round bur: A — occlusal view of the buccal fragment after shortening; B — schematic representation of buccal fragment shortening (photo and art by G. V. Khachatryan)



и конструкция имплантата [5, 8, 19]. Для снижения частоты неудач использования техники socket shield необходима разработка показаний и противопоказаний к использованию разных вариантов корневого щита.

Показания к применению техники socket shield:

- наличие вертикальных переломов;
- зуб, не поддающийся восстановлению и требующий удаления;
- немедленная установка имплантата;
- сохранение альвеолярного гребня, в частности для предотвращения атрофии вестибулярной костной пластинки и сохранения сосочков или мягких тканей вокруг имплантата [20, 21].

В качестве противопоказаний к применению техники socket shield рассматривают:

- наличие оставшихся корней с патологией апикальной части;
- заболевания пародонта;
- травматическая окклюзия [15, 22].

Основными критериями эффективности применения техники socket shield являются выживаемость имплантата, а также частота осложнений [22]. Последние включают выраженный болевой синдром, наличие отека, смещение щита или имплантата, периимплантит, потерю краевой костной ткани и резорбцию щита [22, 23].

Следует отметить, что большинство исследований, посвященных применению рассматриваемой техники, представляют собой описания клинических случаев или серий случаев, при этом не используются группы сравнения (контрольные группы). Поэтому выживаемость имплантата после использования техники щита требует дальнейшего изучения в исследованиях с наблюдением более 1 года.

## КЛИНИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ

В работе A. Sharma и соавт. (2022) были проанализированы результаты исследований 656 пациентов, которым в общей сложности было установлено 664 имплантата с использованием техники корневого щита. Представлены данные о выживаемости 636 имплантатов. В целом уровень выживаемости имплантатов при использовании техники корневого щита был высоким — 98,45%. Из 10 имплантатов, которые были удалены, 7 имплантатов не прижились, 3 имплантата удалены из-за периимплантита, который не поддавался лечению. Зарегистрировано 32 осложнения при установке 646 ДИ, но эти осложнения были устранены и не привели к удалению имплантата. Основные зарегистрированные осложнения или нежелательные явления при использовании техники корневого щита: внутреннее и внешнее обнажение щита; инфекция щита; миграция щита; ослабление абатмента; образование периодонтального кармана; апикальная резорбция корня [24].

В общей сложности 20 случаев обнажения щита были зарегистрированы в работах U. Kher и соавт. (2018) и J. Abitbol и соавт. (2016) [25, 26].

Самым распространенным осложнением в исходе применения обсуждаемой техники является внутреннее обнажение сохраненного фрагмента корня, под которым

понимают прямой контакт коронки или абатмента протеза с корональной порцией оставленного фрагмента корня [19]. Во избежание этого в пошаговом протоколе протезирования H. Gluckman и соавт. (2019) рекомендовали изготавливать узкий абатмент с S-образным расширением профиля, что позволяет сохранить достаточное пространство для мягких тканей и вместе с тем предотвратить потенциальный контакт конструкции с фрагментом корня [27].

В исследовании L.J. Lagas и соавт. (2015) один фрагмент щечного корня был удален вследствие развития инфекции. Инфекция была связана с неполным удалением старого реставрационного материала после расщепления корня. В связи с этим сохраненная вестибулярная часть корня, которая играет роль щита, должна быть подготовлена таким образом, чтобы содержимое корневого канала (реставрационный материал, гуттаперча, герметики или пульпа) было удалено для сведения к минимуму вероятности осложнений. Эти мероприятия способствуют удалению возбудителей из верхушки корня и предотвращают риск апикальной резорбции щита [28].

Сохраненный фрагмент корня должен быть достаточной толщины, чтобы обеспечить размещение имплантатов, а также обеспечить сохранение прочности данного фрагмента. В ряде работ авторы сообщают о различной толщине щита: не менее 1 мм [29], 1,5 мм [3, 22], 1–2 мм [30] и 2–3 мм [31]. По мнению С.Н. Нап и соавт. (2018), толщина вестибулярного фрагмента корня должна быть не менее 1,5 мм, чтобы обеспечить устойчивость щита к переломам и резорбции [22].

На основании результатов оценки изменений твердых и мягких тканей при использовании техники щита D. Bäumer и соавт. (2017) сообщили о 100%-ной выживаемости имплантатов при средней величине потери маргинальной кости, составляющей  $0,33 \pm 0,43$  мм на мезиальной и  $0,17 \pm 0,36$  мм на дистальной стороне имплантатов [31].

T. Ogawa и соавт. (2022) проанализировали результаты 20 исследований, включая одно рандомизированное контролируемое исследование, 2 когортных исследования, 14 клинических отчетов и 3 ретроспективных исследования. Всего в эти работы было включено 288 пациентов, им выполнялось лечение с использованием техники socket shield с немедленной установкой имплантата и последующим наблюдением. У 26 (9,5%) пациентов были диагностированы осложнения или побочные эффекты, связанные с использованием техники корневого щита. В большинстве исследований сообщалось о выживании имплантата без осложнений на уровне 90,5%. У абсолютного большинства пациентов через 12 месяцев после установки имплантата результат был оценен как хороший с точки зрения функции и эстетики. В отдельных случаях наблюдались отторжение имплантата, подвижность и обнажение щита, его миграция, апикальная резорбция корня, а также инфекционные осложнения. Авторы сделали заключение о том, что метод щита может использоваться при выполнении немедленной ДИ, но долгосрочные результаты его применения в полной мере пока не оценены [32].



А. Mourya и соавт. (2019) в своей работе с участием пациентов, которым в общей сложности было установлено 426 зубных имплантатов, наблюдали их отторжение в 6,96% случаев в течение 5–58 месяцев с момента выполнения протезирования [12].

#### ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ И ЭСТЕТИЧЕСКИЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕХНИКИ SOCKET SHIELD

Вестибулярная костная пластинка передних зубов верхней челюсти обычно очень тонкая, что обуславливает значительные изменения ее размеров непосредственно после удаления зуба [33]. Эти изменения приводят к апикальной миграции мягких тканей гребня, а также к вогнутостям на губной поверхности гребня [34]. В этих случаях выполняются немедленная установка ДИ и воссоздание зенита слизистой оболочки на уровне точек зенита десны проксимальных зубов в области, где требуется особо эстетичный результат [35].

Розовая эстетическая шкала (PES), предложенная R. Fürhauser и соавт. (2005), позволяет оценивать эстетику передней поверхности одиночной коронки с опорой на имплантат, фокусируясь на аспектах мягких тканей реставраций на имплантатах. Оценка проводится по 7 пунктам: мезиальный и дистальный сосочек, высота мягких тканей, краевой контур, контур альвеолярного отростка, цвет мягких тканей и текстура мягких тканей [36] (рис. 8).

Об улучшении показателей розовой эстетики также сообщают J. Abitbol и соавт. (2016) [26]. E. Bramanti и соавт. (2018) сообщили об уровне значения этой шкалы  $12,15 \pm 0,76$  в группе пациентов, где был использован метод корневого щита, по сравнению с  $10,3 \pm 2,53$  в контрольной группе [37].

Y.M. Xu и соавт. (2019) обнаружили, что немедленная ДИ с применением метода корневого щита превосходит результаты применения традиционной техники (немедленная ДИ с полным удалением зуба, вне зависимости от наличия костной пластики) по шкале розовой эстетики, значения показателя составляют  $13,25 \pm 0,75$  в группе, где была использована техника корневого щита, по сравнению с  $11,83 \pm 0,94$  в контрольной группе (немедленная ДИ с полной экстракцией зуба) [29]. C. Sun и соавт. (2020) также сообщили о лучшем функциональном и эстетическом результате в группе, где выполнялась немедленная ДИ с помощью техники корневого щита ( $12,07 \pm 1,62$ ), чем при применении традиционной техники (немедленная ДИ с полным удалением зуба, вне зависимости от наличия костной пластики) ( $11,33 \pm 1,76$ ) [38]. В других исследованиях сообщалось об улучшении состояния слизистой оболочки при немедленной ДИ с использованием техники корневого щита [23, 30, 39].

S.J. Yan и соавт. (2019) использовали розовый и белый эстетический индекс, предложенный U.C. Belser и соавт. (2009) [40]. Было установлено, что в группе, где применялся метод корневого щита, значения этих показателей составили  $9,10 \pm 0,54$  и  $9,00 \pm 0,63$  соответственно [3].

Для успешного эстетического результата реставрации с опорой на имплантат следует сохранять и поддерживать анатомические соотношения костей и окружающих мягких тканей [41, 42].

Применение техники socket shield позволяет сохранить объем мягких тканей с вестибулярной стороны и сделать их распределение интактным [18, 31]. F. Bramanti и соавт. (2018) показали, что удовлетворенность пациентов результатами вмешательств при ее использовании была выше, чем после выполнения стандартной одномоментной имплантации [37]. Опираясь на эту работу, авторы проведенных впоследствии исследований единогласно заявляют о том, что применение техники socket shield сопровождается лучшими эстетическими результатами лечения [20, 27]. К аналогичным выводам пришли также А. Mourya и соавт. (2019) в систематическом обзоре возможностей socket shield при выполнении одномоментной имплантации. В присутствии интактной периодонтальной связки и вестибулярной костной пластинки челюсти при соблюдении техники socket shield мягкие ткани с вестибулярной стороны не меняются в объеме, поскольку не отслаиваются зубодесневые волокна, а следовательно, десна сохраняет естественный, здоровый внешний вид после вмешательства [12].



Рис. 8. Розовая эстетическая шкала: 1) мезиальный сосочек; 2) дистальный сосочек; 3) высота мягких тканей; 4) краевой контур; 5) контур альвеолярного отростка; 6) цвет мягких тканей; 7) текстура мягких тканей  
Fig. 8. Pink esthetic scale: 1) mesial papilla; 2) distal papilla; 3) curvature of facial mucosa; 4) level of facial mucosa; 5) soft tissue color; 6) soft tissue texture

Таким образом, применение метода корневого щита позволяет достичь лучшего по сравнению с другими методами (немедленная ДИ с полной экстракцией зуба, вне зависимости от наличия костной пластики) эстетического результата, поскольку при его использовании менее выражена атрофия альвеолярной кости. В большинстве исследований вестибулярный фрагмент корня зуба был уменьшен примерно на 1 мм коронально по отношению к вестибулярной костной пластинке. Сохранение зубодесневых волокон, по-видимому, способствовало улучшению эстетических характеристик мягких тканей, при этом сохранялся зенит слизистой оболочки в более корональном положении [29, 43].

## ВЛИЯНИЕ ТЕХНИКИ SOCKET SHIELD НА СОСТОЯНИЕ КОСТНОЙ ТКАНИ

Результаты объемного анализа показали низкую выраженность изменений контура и практически полное сохранение исходных объемов твердых тканей [29]. Так, D.A. Barakat и соавт. (2014) была установлена статистически значимо большая горизонтальная и вертикальная потеря костной ткани при применении традиционной техники по сравнению с использованием техники корневого щита [44]. E. Bramanti и соавт. (2018) сообщили о более высоком эстетическом результате и лучшем уровне маргинальной кости при использовании техники корневого щита [37].

C. Sun и соавт. (2020) установили значительно более низкие уровни потери ширины и высоты щечной пластинки в группе пациентов, которым выполнялась немедленная ДИ с использованием техники корневого щита, что указывало на большую потерю костной ткани в контрольной группе. У пациентов основной группы (с применением техники корневого щита) были выявлены значительно более низкие значения глубины зондирования, модифицированного индекса кровоточивости борозд и модифицированного индекса бляшки при контрольных осмотрах через 12 и 24 месяца. Авторы также сообщили о несколько более высоком уровне индекса розовой эстетики в группе с использованием техники корневого щита, но эти различия не были статистически значимы [38].

В исследовании Y.M. Xu и соавт. (2019) наблюдались статистически значимые различия по степени атрофии вестибулярной костной пластинки через 1 год после установки имплантата в основной (техника щита) и контрольной (немедленная ДИ с полной экстракцией зуба) группах. При этом в основной группе атрофия костной ткани была менее выраженной, чем в контрольной. Значение показателя розовой эстетики также было значительно выше у пациентов, которым немедленная ДИ выполнялась с использованием техники корневого щита [29].

В сравнительном исследовании S. Tiwari и соавт. (2019) потеря вестибулярной костной пластинки через 12 месяцев после выполнения немедленной ДИ была значительно ниже у пациентов с использованием метода корневого щита ( $0,030 \pm 0,025$  мм) по сравнению с традиционной техникой ( $0,188 \pm 0,013$  мм) [45].

M. Abadzhiev и соавт. (2014) также пришли к выводу, что в основной группе пациентов (техника щита) наблюдалась меньшая потеря костной ткани, больший объем мягких тканей и лучший эстетический результат по сравнению с группой пациентов, которым немедленная ДИ осуществлялась с помощью традиционной техники [39]. При этом интересно отметить, что уровень выживаемости имплантатов в вышеприведенных исследованиях составил 100% в обеих группах без каких-либо осложнений [46].

Помимо сохранения щечной костной пластинки, биотип десны также играет решающую роль в отношении успешного результата реставрации с опорой на имплантаты.

Тонкий биотип десны или имплантаты, расположенные вестибулярно, могут приводить к развитию тяжелой рецессии слизистой оболочки [46]. Показано, что применение метода корневого щита приводит к значительному уменьшению выраженности рецессии слизистой оболочки с вестибулярной стороны, а также к мезиальной и дистальной рецессии сосочков по сравнению с результатами применения традиционной техники немедленной ДИ [47].

Таким образом, очевидно, что применение техники корневого щита является перспективным методом немедленной ДИ, поскольку приводит к более высоким показателям эффективности ДИ: сохранению объема костной ткани, лучшим, чем при использовании стандартных подходов (немедленная ДИ с полным удалением зуба), показателям функционального и эстетического результата лечения, а также к более высокой удовлетворенности пациента выполненной ДИ.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Успех ДИ зависит от комплекса факторов, способствующих долгосрочному поддержанию состояния и функции здоровых тканей вокруг имплантата. Метод корневого щита выступает в качестве альтернативного подхода к лечению, направленного на сохранение альвеолярной кости путем сохранения части корня зуба.

Представленные в доступной литературе к настоящему времени данные свидетельствуют о том, что уровень выживаемости имплантата при использовании метода корневого щита как минимум сопоставим с таковым при применении стандартных методов немедленной ДИ, а также более эффективен в отношении сохранения костной ткани, эстетического результата и удовлетворенности пациента. Необходимы дальнейшие рандомизированные клинические исследования для получения веских доказательств, позволяющих рекомендовать применение этой техники по сравнению с традиционными методами ДИ с немедленной имплантацией.

Как свидетельствуют данные литературы, техника socket shield является минимально инвазивным подходом с хорошими функциональными и эстетическими результатами. Техника корневого щита может быть эффективно использована при немедленной ДИ, однако прогнозирование долгосрочных результатов до настоящего времени остается сложным.

Помимо всего прочего, в настоящее время не представляется возможным дать долгосрочный прогноз, для того что происходит с фрагментом корня зуба, намеренно сохраненным, поскольку реакция периодонта и его вклад в стабильность вестибулярной/щечной пластинки еще недостаточно изучены. Вместе с тем эти моменты могут и вероятно оказывают непосредственное влияние на результаты лечения и выживаемость имплантата. По этой причине предстоящие исследования техники socket shield должны ставить своей целью определение долгосрочных прогнозов лечения при сохранении фрагмента корня зуба у пациента.

Необходимо также проведение исследований, направленных на создание единого стандартного протокола выполнения socket shield, в которых будут определены точные значения длины и ширины фрагмента корня зуба, который должен быть оставлен, а в случае необходимости проводить заполнение полости между имплантатом и корневым щитом костнопластическим материалом. Таким образом, несмотря на накопленный к настоящему времени большой объем данных о применении техники корневого щита при выполнении

немедленной ДИ, необходимо проведение рандомизированных контролируемых клинических исследований для получения убедительных доказательств высокой клинической эффективности и безопасности применения этого метода в повседневной стоматологической практике.

Поступила/Received: 24.03.2025

Принята в печать/Accepted: 31.08.2025

#### ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES:

1. Лосев Ф.Ф., Брайловская Т.В., Калинин Р.В. Использование дентальных имплантатов при ортопедической реабилитации пациентов в эстетически значимой зоне. — *Стоматология*. — 2022; 1: 84—88.  
[Losev F.F., Brailovskaya T.B., Kalinin R.V. Use of dental implants in orthopedic rehabilitation of patients in aesthetically important area. — *Stomatology*. — 2022; 1: 84—88 (In Russian)].  
[eLibrary ID: 48239893](#)
2. Costa A.J.M.E., Burgoa S., Pinhata-Baptista O.H., Gutierrez V., Cortes A.R.G. Digital workflow for image-guided immediate implant placement by using the socket-shield technique and custom abutment in the esthetic area. — *J Prosthet Dent*. — 2023; 130 (2): 155—159. [PMID: 34728071](#)
3. Yan S.J., Zhou C., Liu J., Xu X.N., Yang Y., Chen X., Lan J. [Clinical evaluation of the socket-shield technique for immediate implantation in the maxillary anterior region]. — *Hua Xi Kou Qiang Yi Xue Za Zhi*. — 2019; 37 (6): 615—620 (In Chinese). [PMID: 31875439](#)
4. Heinemann F., Hasan I., Bourauel C., Biffar R., Mundt T. Bone stability around dental implants: Treatment related factors. — *Ann Anat*. — 2015; 199: 3—8. [PMID: 25770887](#)
5. Ganeles J., Levine R.A., Tironi F., Dias D., Aranguren L., Nor-kin F.J. Application of the 10 keys checklist and partial extraction techniques to optimize esthetic outcomes for adjacent implants in the esthetic zone. — *Int J Periodontics Restorative Dent*. — 2025; 45 (3): 317—327. [PMID: 38717440](#)
6. Стоматов Д.В., Стоматов А.В., Ефимов Ю.В., Аванесян Н.А., Тачукова Е.П., Нижадакл С.М. Применение комбинации резорбируемой коллагеновой мембраны и остеопластического материала в технике немедленной дентальной имплантации в условиях дефекта наружной стенки лунки. — *Стоматология для всех*. — 2020; 3 (92): 26—29.  
[Stomatov D.V., Stomatov A.V., Efimov Yu.V., Avanesyan N.A., Tachukova E.P., Nizhadasl S.M. Application of a combination of the resorbable collagen membrane and the demineralized bone material in the technique of immediate dental implantation in conditions of a defect in the outer wall of the socket. — *International Dental Review*. — 2020; 3 (92): 26—29 (In Russian)].  
[eLibrary ID: 44000968](#)
7. Salama M., Ishikawa T., Salama H., Funato A., Garber D. Advantages of the root submergence technique for pontic site development in esthetic implant therapy. — *Int J Periodontics Restorative Dent*. — 2007; 27 (6): 521—7. [PMID: 18092446](#)
8. Blaschke C., Schwass D.R. The socket-shield technique: a critical literature review. — *Int J Implant Dent*. — 2020; 6 (1): 52. [PMID: 32893327](#)
9. Hürzeler M.B., Zuhr O., Schupbach P., Rebele S.F., Emmanouilidis N., Fickl S. The socket-shield technique: a proof-of-principle report. — *J Clin Periodontol*. — 2010; 37 (9): 855—62. [PMID: 20712701](#)
10. Bishara M., Sinada N., Wu D.T., Miron R.J., Karateew D., Gluckman H., Salama M. Partial extraction therapy (Part 1): Applications in full-arch dental implant therapy. — *Int J Periodontics Restorative Dent*. — 2023; 43 (4): 443—449. [PMID: 37552191](#)
11. Chvartzaid D., Oates T.W., Estafoanos E., Ellingsen J.E., Osswald M. Socket shield technique: A new way to deal with an old problem. — *Int J Oral Maxillofac Implants*. — 2023; 38 (6): 1078—1082. [PMID: 38085738](#)
12. Mourya A., Mishra S.K., Gaddale R., Chowdhary R. Socket-shield technique for implant placement to stabilize the facial gingival and osseous architecture: A systematic review. — *J Invest Clin Dent*. — 2019; 10 (4): e12449. [PMID: 31433130](#)
13. Ahamed M.S., Mundada B.P., Paul P., Reche A. Partial extraction therapy for implant placement: A newer approach in implantology practice. — *Cureus*. — 2022; 14 (11): e31414. [PMID: 36523724](#)
14. Wu D.T., Raoof S., Latimer J.M., Nguyen T.T. Partial extraction therapy: A review of human clinical studies. — *J Oral Implantol*. — 2022; 48 (5): 436—454. [PMID: 34937086](#)
15. Gluckman H., Salama M., Du Toit J. Partial extraction therapies (PET) part 2: Procedures and technical aspects. — *Int J Periodontics Restorative Dent*. — 2017; 37 (3): 377—385. [PMID: 28402349](#)
16. Mattiola A., Bosshardt D., Schmidlin P.R. The rigid-shield technique: A new contour and clot stabilizing method for ridge preservation. — *Dent J (Basel)*. — 2018; 6 (2): 21. [PMID: 29914186](#)
17. Gharpure A.S., Bhatavadekar N.B. Current evidence on the socket-shield technique: A systematic review. — *J Oral Implantol*. — 2017; 43 (5): 395—403. [PMID: 28604262](#)
18. Aslan S. Improved volume and contour stability with thin socket-shield preparation in immediate implant placement and provisionalization in the esthetic zone. — *Int J Esthet Dent*. — 2018; 13 (2): 172—183. [PMID: 29687096](#)
19. Gluckman H., Salama M., Du Toit J. A retrospective evaluation of 128 socket-shield cases in the esthetic zone and posterior sites: Partial extraction therapy with up to 4 years follow-up. — *Clin Implant Dent Relat Res*. — 2018; 20 (2): 122—129. [PMID: 29178381](#)
20. Habashneh R.A., Walid M.A., Abualteen T., Abukar M. Socket-shield technique and immediate implant placement for ridge preservation: Case report series with 1-year follow-up. — *J Contemp Dent Pract*. — 2019; 20 (9): 1108—1117. [PMID: 31797838](#)
21. Mujawar S., Devkar N., Vibhute A., Deshpande M., Mali P. Socket shield technique: a review. — *International Journal of Recent Scientific Research*. — 2018; 9 (6): 27612—27615.  
<https://tinyurl.com/5f77d56b>



22. Han C.H., Park K.B., Mangano F.G. The modified socket shield technique. — *J Craniofac Surg.* — 2018; 29 (8): 2247—2254. [PMID: 29561484](#)
23. Siormpas K.D., Mitsias M.E., Kotsiotou-Siormpa E., Garber D., Kotsakis G.A. Immediate implant placement in the esthetic zone utilizing the "root-membrane" technique: clinical results up to 5 years postloading. — *Int J Oral Maxillofac Implants.* — 2014; 29 (6): 1397—405. [PMID: 25265125](#)
24. Sharma A., Maheshwari K., Tiwari B., Naik D. Socket shield technique: An unconventional method for immediate implant placement — A review. — *Natl J Maxillofac Surg.* — 2022; 13 (Suppl 1): S24-S35. [PMID: 36393931](#)
25. Kher U., Tunkiwala A., Shanbag S. A graftless socket-shield technique for immediate implant placement in the esthetic zone. — *Clin Oral Implants Res.* — 2018; 29 (Suppl. 17): 451. [DOI: 10.1111/clr.336\\_13358](#)
26. Abitbol J., Antoun H., Degorce T. Outcome of dental implant with the socket shield technique: A retrospective study. — *Clin Oral Implants Res.* — 2016; 27 (Suppl. 13): 530. [DOI: 10.1111/clr.527\\_12958](#)
27. Gluckman H., Nagy K., Du Toit J. Prosthetic management of implants placed with the socket-shield technique. — *J Prosthet Dent.* — 2019; 121 (4): 581—585. [PMID: 30554825](#)
28. Lagas L.J., Pepplinkhuizen J.J., Bergé S.J., Meijer G.J. [Implant placement in the aesthetic zone: the socket-shield-technique]. — *Ned Tijdschr Tandheelkd.* — 2015; 122 (1): 33—6 (In Dutch). [PMID: 26192981](#)
29. Xu Y.M., Huang H., Wang L., Wu Q.Q., Fu G., Li J. [Comparison of clinical effects of a modified socket shield technique and the conventional immediate implant placement]. — *Hua Xi Kou Qiang Yi Xue Za Zhi.* — 2019; 37 (5): 490—495 (In Chinese). [PMID: 31721495](#)
30. Hinze M., Janousch R., Goldhahn S., Schlee M. Volumetric alterations around single-tooth implants using the socket-shield technique: preliminary results of a prospective case series. — *Int J Esthet Dent.* — 2018; 13 (2): 146—170. [PMID: 29687095](#)
31. Bäumer D., Zuhr O., Rebele S., Hürzeler M. Socket Shield technique for immediate implant placement — clinical, radiographic and volumetric data after 5 years. — *Clin Oral Implants Res.* — 2017; 28 (11): 1450—1458. [PMID: 28333394](#)
32. Ogawa T., Sitalaksmi R.M., Miyashita M., Maekawa K., Ryu M., Kimura-Ono A., Suganuma T., Kikutani T., Fujisawa M., Tamaki K., Kuboki T. Effectiveness of the socket shield technique in dental implant: A systematic review. — *J Prosthodont Res.* — 2022; 66 (1): 12—18. [PMID: 33692284](#)
33. Zekry A., Wang R., Chau A.C., Lang N.P. Facial alveolar bone wall width — a cone-beam computed tomography study in Asians. — *Clin Oral Implants Res.* — 2014; 25 (2): 194—206. [PMID: 23294441](#)
34. Petropoulou A., Pappa E., Pelekanos S. Esthetic considerations when replacing missing maxillary incisors with implants: a clinical report. — *J Prosthet Dent.* — 2013; 109 (3): 140—4. [PMID: 23522361](#)
35. Cosyn J., Eghbali A., De Bruyn H., Collys K., Cleymaet R., De Rouck T. Immediate single-tooth implants in the anterior maxilla: 3-year results of a case series on hard and soft tissue response and aesthetics. — *J Clin Periodontol.* — 2011; 38 (8): 746—53. [PMID: 21752044](#)
36. Fürhauser R., Florescu D., Benesch T., Haas R., Mailath G., Watzek G. Evaluation of soft tissue around single-tooth implant crowns: the pink esthetic score. — *Clin Oral Implants Res.* — 2005; 16 (6): 639—44. [PMID: 16307569](#)
37. Bramanti E., Norcia A., Cicciù M., Maticena G., Cervino G., Troiano G., Zhurakivska K., Laino L. Postextraction dental implant in the aesthetic zone, socket shield technique versus conventional protocol. — *J Craniofac Surg.* — 2018; 29 (4): 1037—1041. [PMID: 29489581](#)
38. Sun C., Zhao J., Liu Z., Tan L., Huang Y., Zhao L., Tao H. Comparing conventional flap-less immediate implantation and socket-shield technique for esthetic and clinical outcomes: A randomized clinical study. — *Clin Oral Implants Res.* — 2020; 31 (2): 181—191. [PMID: 31680339](#)
39. Abadzhiev M., Nenkov P., Velcheva P. Conventional immediate implant placement and immediate placement with socket-shield technique — which is better. — *Int J Clin Med Res.* — 2014; 1 (5): 176—180. <https://tinyurl.com/906882>
40. Belser U.C., Grütter L., Vailati F., Bornstein M.M., Weber H.P., Busser D. Outcome evaluation of early placed maxillary anterior single-tooth implants using objective esthetic criteria: a cross-sectional, retrospective study in 45 patients with a 2- to 4-year follow-up using pink and white esthetic scores. — *J Periodontol.* — 2009; 80 (1): 140—51. [PMID: 19228100](#)
41. Yan Q., Xiao L.Q., Su M.Y., Mei Y., Shi B. Soft and Hard Tissue Changes Following Immediate Placement or Immediate Restoration of Single-Tooth Implants in the Esthetic Zone: A Systematic Review and Meta-Analysis. — *Int J Oral Maxillofac Implants.* — 2016; 31 (6): 1327—1340. [PMID: 27861657](#)
42. Weigl P., Strangio A. The impact of immediately placed and restored single-tooth implants on hard and soft tissues in the anterior maxilla. — *Eur J Oral Implantol.* — 2016; 9 Suppl 1: S89—106. [PMID: 27314114](#)
43. Walid M.A., Alkhodary M.A. Socket shield and bioactive glass around anterior maxilla immediate dental implants. — *Egyptian dental journal.* — 2019; 65: 1535—1548. [DOI: 10.21608/edj.2019.72578](#)
44. Barakat D.A., Hassan R.S., Eldibany R.M. Evaluation of the socket shield technique for immediate implantation. — *Alexandria Dental Journal.* — 2017; 42: 155—161. [DOI: 10.21608/adjalexu.2017.57919](#)
45. Tiwari S., Bedi R.S., Wadhvani P., Aurora J.K., Chauhan H. Comparison of Immediate implant placement following extraction with and without socket-shield technique in esthetic region. — *J Maxillofac Oral Surg.* — 2020; 19 (4): 552—560. [PMID: 33071504](#)
46. Kan J.Y., Rungcharassaeng K., Lozada J.L., Zimmerman G. Facial gingival tissue stability following immediate placement and provisionalization of maxillary anterior single implants: a 2- to 8-year follow-up. — *Int J Oral Maxillofac Implants.* — 2011; 26 (1): 179—87. [PMID: 21365054](#)
47. Ishikawa T., Fukuba S. Esthetic management of anterior implants in advanced periodontal defects. A case report. — *Int J Esthet Dent.* — 2024; 19 (1): 60—73. [PMID: 38284944](#)

DOI: 10.37988/1811-153X\_2025\_3\_142

[Е.М. Трунин](#)<sup>1,2</sup>,

д.м.н., профессор, зав. кафедрой оперативной и клинической хирургии с топографической анатомией им. С.А. Симбирцева; врач-хирург высшей квалификационной категории

[В.В. Татаркин](#)<sup>1</sup>,

к.м.н., доцент кафедры оперативной и клинической хирургии с топографической анатомией им. С.А. Симбирцева

[С.А. Артюшкин](#)<sup>1</sup>,

д.м.н., профессор, зав. кафедрой оториноларингологии

[Ю.Л. Васильев](#)<sup>3</sup>,

д.м.н., доцент, профессор кафедры оперативной хирургии и топографической анатомии

[А.И. Щеголев](#)<sup>1,4</sup>,

к.м.н., доцент кафедры оперативной и клинической хирургии с топографической анатомией им. С.А. Симбирцева; врач-колопроктолог

[А.М. Бакунов](#)<sup>2</sup>,

врач-хирург

[С.Ю. Никулин](#)<sup>1</sup>,

студент IV курса

[Е.О. Стецки](#)<sup>1</sup>,

лаборант кафедры оперативной и клинической хирургии с топографической анатомией им. С.А. Симбирцева

<sup>1</sup> СЗГМУ им. И.И. Мечникова, 191015, Санкт-Петербург, Россия

<sup>2</sup> Елизаветинская больница, 195257, Санкт-Петербург, Россия

<sup>3</sup> Первый МГМУ им. И.М. Сеченова, 119991, Москва, Россия

<sup>4</sup> Городская больница № 40, 197706, Санкт-Петербург, Россия

## Изменение положения гортани относительно наружного основания черепа при некоторых физиологических движениях головы и шеи

**Реферат.** Хирургические вмешательства в орофарингеальной зоне и на анатомических структурах входа в гортань, особенно ее задних отделов, до настоящего времени представляют значительные сложности вследствие трудного хирургического доступа для осуществления необходимого объема хирургических манипуляций. Большое количество хирургических доступов, предложенных для оперирования в этой зоне: трансоральный, различные виды фаринготомий, боковая и срединная мандибулотомии, резекция обеих челюстей (бимаксиллярная резекция) — говорит об отсутствии окончательного решения этой хирургической проблемы. Следовательно, интраоперационные физиологические изменения положения головы пациента могут способствовать улучшению ключевых параметров хирургических доступов к орофарингеальной зоне и структурам входа в гортань за счет увеличения рабочего пространства при выполнении манипуляций в зоне интереса, а новые сведения о прижизненной позиционной анатомии гортани станут источником развития хирургии заболеваний этой сложной анатомической зоны. **Цель исследования** — получить сведения о прижизненном изменении положения гортани относительно наружного основания черепа при некоторых физиологических движениях головы и шеи. **Материалы и методы.** Материалом для выполнения работы стали сведения, полученные в результате антропометрических измерений и МРТ шеи 100 здоровых, случайно выбранных лиц (45 мужчин и 55 женщин). Изучена прижизненная топография гортани в стандартном анатомическом положении тела, при полностью согнутой (разогнутой) шее и при поворотах головы в зависимости от гендерных и конституциональных особенностей обследуемого. **Результаты.** При измерении в различных положениях расстояний от наиболее латеральных точек верхнего края щитовидного хряща справа и слева и от центра наиболее медиальной точки задней поверхности дуги перстневидного хряща до реперной точки на основании черепа (наиболее медиальной точки foramen magnum) выявлены следующие изменения. При сгибании шеи — уменьшение расстояний от наиболее медиальной точки края foramen magnum до наиболее латеральных точек щитовидного хряща (справа и слева). Наибольшие изменения выявлены в группе мужчин-долихоморфов — на 26%. В то же время при сгибании шеи расстояние от реперной точки на основании черепа до центра наиболее медиальной точки задней поверхности дуги перстневидного хряща увеличивается практически во всех обследованных группах. Более значимое увеличение имеет место у мужчин с мезоморфным телосложением — на 18,9%. Разгибание шеи по-разному воздействует на трансформацию расстояний от основания черепа до контрольных точек на основных хрящах гортани. В большинстве наших наблюдений указанные выше интервалы возрастают. Наибольшее нарастание длины отрезка от реперной точки до центра наиболее медиальной точки задней поверхности дуги перстневидного хряща имело место у женщин брахиморфного типа телосложения — на 10,6%. В то же время расстояние до латеральной части щитовидного хряща справа у мужчин-брахиморфов наоборот уменьшается, максимально — на 21,3%. Повороты головы влево и вправо в большинстве обследованных групп приводят к уменьшению всех измеряемых расстояний. При повороте головы влево наибольшие изменения в виде уменьшения исследованных расстояний по отношению к левой половине щитовидного хряща зафиксированы у мужчин с брахиморфным типом телосложения — на 17,8%. При поворачивании головы в правую сторону по отношению к правой половине щитовидного хряща в группе мужчин-долихоморфов уменьшение длины исследованного расстояния составило 25%. **Заключение.** Изучена прижизненная позиционная анатомия гортани относительно реперной точки на наружной поверхности основания черепа в зависимости от гендерных и конституциональных особенностей обследованного лица, что существенно расширяет сведения о топографической анатомии этого органа и переднего отдела шеи в целом.

**Ключевые слова:** позиционная анатомия, витальная позиционная анатомия, гортань, топографическая анатомия гортани, магнитно-резонансная томография органов шеи

### ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ:

Трунин Е.М., Татаркин В.В., Артюшкин С.А., Васильев Ю.Л., Щеголев А.И., Бакунов А.М., Никулин С.Ю., Стецки Е.О. Изменение положения гортани относительно наружного основания черепа при некоторых физиологических движениях головы и шеи. — *Клиническая стоматология*. — 2025; 28 (3): 142—150. DOI: 10.37988/1811-153X\_2025\_3\_142

[E.M. Trunin](#)<sup>1,2</sup>,

Doctor of Science in Medicine, full professor  
of the Surgical and clinical anatomy  
Department; top tier surgeon

[V.V. Tatarkin](#)<sup>1</sup>,

PhD in Medical Sciences, associate professor  
of the Surgical and clinical anatomy  
Department

[S.A. Artyushkin](#)<sup>1</sup>,

Doctor of Science in Medicine, full professor  
of the Otolaryngology Department

[Yu.L. Vasiliev](#)<sup>3</sup>,

Doctor of Science in Medicine, full professor  
of the Operative surgery and topographic  
anatomy Department

[A.I. Shchegolev](#)<sup>1,4</sup>,

PhD in Medical Sciences, associate professor  
of the Surgical and clinical anatomy  
Department; coloproctologist

[A.M. Bakunov](#)<sup>2</sup>,

surgeon

[S.Yu. Nikulin](#)<sup>1</sup>,

4th year student

[E.O. Stetsik](#)<sup>1</sup>,

laboratory assistant at the Surgical and clinical  
anatomy Department

<sup>1</sup> Mechnikov North-West  
State Medical University,  
191015, Saint-Petersburg, Russia

<sup>2</sup> Elizavetinskaya hospital,  
195257, Saint-Petersburg, Russia

<sup>3</sup> Sechenov University,  
119991, Moscow, Russia

<sup>4</sup> Municipal hospital no. 40,  
197706, Saint-Petersburg, Russia

## Changes in the position of the larynx relatively to the external base of the skull during some physiological movements of the head and neck

**Abstract.** Surgical interventions in the oropharyngeal zone and on the anatomical structures of the laryngeal entrance, especially its posterior sections, still present significant difficulties due to the difficult surgical access for performing the required volume of surgical manipulations. A large number of surgical approaches proposed for operating in this zone — transoral, various types of pharyngotomies, lateral and median mandibulotomy, resection of both jaws (bimaxillary resection) indicate the absence of a definitive solution to this surgical problem. Therefore, intraoperative physiological changes in the position of the patient's head can contribute to improving the key parameters of surgical approaches to the oropharyngeal zone and the structures of the laryngeal entrance by increasing the working space when performing manipulations in the area of interest, and new information on the intravital positional anatomy of the larynx will become a source of development of surgery for diseases of this complex anatomical zone. **Purpose of the study** — to obtain information on lifetime changes in the position of the larynx relative to the external base of the skull during some physiological movements of the head and neck. **Materials and methods.** The material for the work was the data obtained as a result of anthropometric measurements and magnetic resonance imaging of the neck of 100 healthy, randomly selected individuals (55 women and 45 men) who agreed to participate in the research project. The lifetime topography of the larynx was studied in the standard anatomical position of the body, with a fully flexed (extended) neck and with head turns depending on the gender and constitutional characteristics of the subject. **Results.** When measuring in different positions the distances from the most lateral points of the upper edge of the thyroid cartilage on the right and left and from the center of the most medial point of the posterior surface of the cricoid arch to the reference point on the base of the skull (the most medial point of the foramen magnum), the following changes were revealed. During neck flexion, the distances from the most medial point of the foramen magnum edge to the most lateral points of the thyroid cartilage (on the right and left) decrease. The greatest changes were found in the group of dolichomorph males — by 26%. At the same time, during neck flexion, the distance from the reference point on the base of the skull to the center of the most medial point of the posterior surface of the cricoid cartilage arch increases in almost all examined groups. A more significant increase is observed in males with a mesomorphic body type — by 18.9%. Neck extension has different effects on the transformation of the distances from the base of the skull to the reference points on the main cartilages of the larynx. In most of our observations, the above intervals increase. The greatest increase in the length of the segment from the reference point to the center of the most medial point of the posterior surface of the cricoid cartilage arch was observed in women with a brachymorphic body type — by 10.6%. At the same time, the distance to the lateral part of the thyroid cartilage on the right in brachymorph males, on the contrary, decreases, by a maximum of 21.3%. Turning the head to the left and to the right in most of the examined groups leads to a decrease in all measured distances. When turning the head to the left, the greatest changes in the form of a decrease in the studied distances in relation to the left half of the thyroid cartilage were recorded in men with a brachymorphic body type — by 17.8%. When turning the head to the right in relation to the right half of the thyroid cartilage in the group of examined dolichomorph males, the decrease in the length of the studied distance was 25%. **Conclusion.** The intravital positional anatomy of the larynx was studied relative to the reference point on the outer surface of the base of the skull, depending on the gender and constitutional characteristics of the examined person, which significantly expands the information on the topographic anatomy of this organ and the anterior neck as a whole.

**Key words:** positional anatomy, vital positional anatomy, larynx, topographic anatomy of the larynx, magnetic resonance imaging of the neck organs

### FOR CITATION:

Trunin E.M., Tatarkin V.V., Artyushkin S.A., Vasiliev Yu.L., Shchegolev A.I., Bakunov A.M., Nikulin S.Yu., Stetsik E.O. Changes in the position of the larynx relatively to the external base of the skull during some physiological movements of the head and neck. *Clinical Dentistry (Russia)*. 2025; 28 (3): 143—150 (In Russian). DOI: 10.37988/1811-153X\_2025\_3\_142



## ВВЕДЕНИЕ

Шея человека имеет значительную подвижность, сопоставимую лишь с некоторыми сегментами конечностей. Результаты изучения биомеханики движений шеи показывают, что при рентгенологических исследованиях для здоровых лиц моложе 65 лет углы сгибания (разгибания) шеи составляют  $70^\circ$ , при поворотах головы шея может смещаться на  $80^\circ$ , наклоны головы в любую сторону возможны с амплитудой в  $50^\circ$  [1, 2]. Изменение положения головы закономерно влечет за собой содружественное смещение органов и анатомических образований шеи [3, 4].

Экспериментальное исследование, посвященное ранениям магистральных сосудов шеи, выполненное на нашей кафедре показало возможность смещения I–IV фасций шеи (по В.Н. Шевкуненко, 1935) до 5,5 мм, что оказало влияние на совершенствование тактики оказания помощи раненым в шею [2, 5, 6]. Основываясь на информации, полученной нашей группой при изучении прижизненной позиционной анатомии щитовидной железы, можно предположить, что использование таких сведений в хирургической практике будет способствовать улучшению ключевых параметров оперативных доступов для проведения хирургических вмешательств в орофарингеальной зоне и на анатомических структурах входа в гортань, особенно ее задних отделов. Эти новые данные помогут снизить риски повреждения анатомических структур шеи в зоне оперативного вмешательства, а также дадут возможность виртуально прогнозировать возможность травмы органов

и анатомических образований шеи при ее ранениях, полученных в различных положениях головы [7–9].

**Цель исследования** — получить сведения о прижизненном изменении положения гортани относительно наружного основания черепа при некоторых физиологических движениях головы и шеи.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Материалом исследования послужили данные об антропометрии и результаты магнитно-резонансной томографии (МРТ) органов шеи здоровых добровольцев старше 18 лет без заболеваний и хирургических операций на шее в прошлом, которые могли изменить топографическую анатомию в этой области. В исследовании участвовало 100 человек — 45 мужчин и 55 женщин в возрасте от 18 до 65 лет. Средний возраст —  $28,5 \pm 12,9$  года, медианный — 22 [21; 32] года.

Для определения формы телосложения (по В.Н. Шевкуненко) определяли отношение длины нижней конечности к росту обследованного лица. При полученном отношении более 55 индивидуума считали долихоморфом. Если искомая величина составляла от 55 до 50 — мезоморфом. При отношении длины нижней конечности к росту менее 50 — брахиморфом. Кроме того, вычисляли величину эпигастрального угла. При его величине менее  $85^\circ$  обследованного относили к долихоморфной форме телосложения, если угол имел величину от  $85^\circ$  до  $95^\circ$  — к мезоморфной. В случае когда угол составлял более  $95^\circ$  — к брахиморфной. Также определяли расстояние между подбородочной и верхнегрудной точками и окружность на уровне основания шеи по В.Н. Шевкуненко [10], по которой рассчитывали ширину (диаметр) шеи.

МРТ-исследование выполняли на томографе GE Optima 360 с напряженностью магнитного поля 1,5 Тл. Как радиочастотную катушку использовали специализированный двухкомпонентный вариант, который располагали на коже передней поверхности шеи обследуемых. МРТ проводили по протоколу «Функциональное исследование шеи» без использования рентгеноконтрастных веществ (табл. 1).

Исследование выполняли в положении лежа на спине. Направление сканирования в сагиттальной плоскости — справа налево, во фронтальной плоскости — сзади наперед, в аксиальной плоскости — снизу вверх.

Таблица. 1. Параметры сканирования при проведении МРТ шеи  
Table 1. Scanning parameters for performing MRI of the neck

Показатель	Плоскость			
	Трехплоскостной локализатор (3 PI Loc)	Сагиттальная	Коронарная	Аксиальная
Поле зрения, см	25	25	25	25
Толщина среза, мм	5	4	4	4
Расстояние между срезами, мм	5,0	1,0	1,5	1,5
Количество срезов	15	23	14	20
Интервал, мс	—	3835	2200	2650



Рис. 1. Положение головы во время выполнения МРТ сканирования: А — голова повернута вправо; В — стандартное анатомическое положение; С — голова повернута влево; D — шея максимально разогнута; E — шея максимально согнута

Fig. 1. Head position during scanning: A — head rotated to the right; B — standard anatomical position; C — head rotated to the left; D — position of maximum extension; E — position of maximum flexion

Первоначально сканирование выполняли в стандартном анатомическом положении тела. Во время томографии подбородочный выступ располагали срединно, шею — в физиологической позиции. Затем сканировали шею при максимальном сгибании (разгибании). При этом подбородок фиксировали в срединной позиции. При проведении МРТ с поворотом головы подбородочный выступ смещали от средней линии на 45° вправо (влево), шейный отдел позвоночника во время сканирования в сагиттальной плоскости не перемещали (рис. 1).

Для удержания головы и шеи во время сканирования с разгибанием (сгибанием) шеи и при поворотах головы использовали фиксатор оригинальной конструкции [11].

Для определения наиболее медиальной точки переднего края большого затылочного отверстия в сагиттальной плоскости визуализировали срез, на котором длина отрезка между передним (граница ската клиновидной кости) и задним (граница чешуи затылочной кости) краем отверстия было наибольшим. Переднюю точку данного отрезка принимали за искомую (рис. 2).

При статистической обработке данных для вычисления достоверность межгрупповых различий применяли *U*-критерий Манна—Уитни. Различия считали достоверными при  $p < 0,05$ .

## РЕЗУЛЬТАТЫ

По данным измерений средняя длина шеи у мужчин равнялась  $154,0 \pm 17,4$  мм, медианная — 158 [144; 160] мм, у обследованных женщин всех типов телосложения шея оказалась короче, средняя длина —  $141,0 \pm 14,2$  мм, медианная — 140 [130; 150] мм. В среднем у всех участников исследования длина шеи равнялась  $114,0 \pm 16,0$  мм, медианная длина — 143 [133; 154] мм.

Наибольшая длина шеи (160 мм) имела место у мужчин-долихоморфов, самая короткая шея среди обследованных выявлена у мужчин-брахиморфов — 130 мм.

Установлено, что максимальный диаметр (ширина) шеи равнялся  $112,0 \pm 9,7$  мм, медианный — 113 [103; 118] мм, такая ширина имела место у мужчин. Среди прошедших обследование женщин с любым типом телосложения диаметр шеи составил  $105,0 \pm 9,2$  мм, медианный — 105 [110; 111] мм. В общей выборке диаметр шеи составил  $107,0 \pm 9,5$  мм, медиана — 108 [100; 113] мм.

С учетом половых различий и конституциональной принадлежности выявлено, что самые малые показатели ширины (диаметра) шеи обнаружены у мужчин-долихоморфов — 100,0 мм, наибольшие значения — среди обследованных мужчин с мезоморфным телосложением ( $114,0 \pm 10,2$  мм).

### Расстояние в сагиттальной плоскости от реперной точки на основании черепа (наиболее медиальная точка переднего края foramen magnum) до центра наиболее латеральной точки щитовидного хряща справа

При анализе расстояния от основания черепа до наиболее латеральной точки щитовидного хряща справа, измеренного в стандартном анатомическом положении

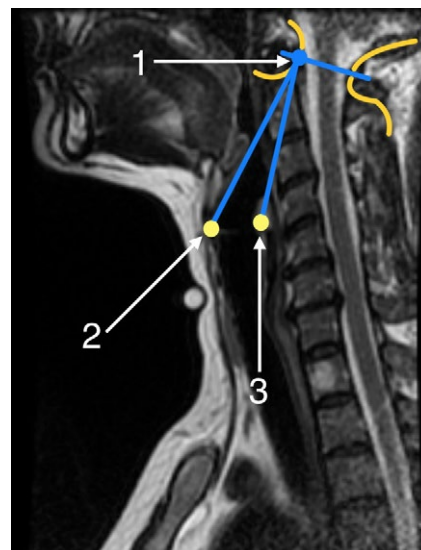


Рис. 2. Схема измерений МРТ в сагиттальной плоскости: 1) — наиболее медиальная точка переднего края foramen magnum; 2) — верхний край щитовидного хряща; 3) — наиболее медиальная (отдаленная кзади) точка перстневидного хряща

Fig. 2. Sagittal plane MRI tomogram measurements scheme: 1) — most medial point of anterior edge of foramen magnum; 2) — upper edge of the thyroid cartilage; 3) — most medial (posterior) point of the cricoid cartilage

с учетом гендерных и конституциональных различий добровольцев, вошедших в группу обследования, выявлено, что максимальное расстояние имело место у мужчин мезоморфного телосложения — 90,8 мм, самое малое — у женщин-брахиморфов — 72,8 мм.

Во время сгибания шеи изучаемое расстояние уменьшается во всех сформированных группах обследованных лиц. Наибольшее уменьшение — на 26% изученной переменной — имело место у мужчин с долихоморфным телосложением ( $p < 0,05$ ). Самое большое значение измеряемого расстояния отмечено у обследованных мужчин-мезоморфов — 90,6 мм ( $p < 0,001$ ), самое малое — у лиц мужского пола с долихоморфным типом телосложения 56,0 мм ( $p < 0,05$ ).

При разгибании шеи величина изученной переменной изменяется в разных направлениях. У обследованных лиц женского пола всех типов телосложения изученное расстояние увеличивается. Наибольшее увеличение (на 4,2%) этой переменной имело место у женщин-брахиморфов ( $p < 0,05$ ); наибольшее уменьшение (на 21,3%) у мужчин-брахиморфов ( $p < 0,05$ ). Наибольшие значения изученной переменной — 88,9 мм — выявлены у вошедших в группу обследования лиц женского пола с мезоморфным типом телосложения ( $p < 0,05$ ), наименьшие — 70,3 мм — у мужчин-брахиморфов ( $p < 0,001$ ). У лиц мужского пола с любым типом телосложения, изученное расстояние уменьшается.

Изучаемая переменная уменьшается при повороте головы в левую сторону во всех группах обследования. Максимальные изменения — уменьшение на 16,3% — выявлены у женщин с мезоморфным телосложением ( $p < 0,05$ ). Максимальная величина изученной переменной — 85,2 мм — отмечена в группе мужчин-мезоморфов ( $p < 0,02$ ), ее наименьшая длина — 68,3 мм — имела место у женщин-брахиморфов ( $p < 0,05$ ).

**Таблица 2. Расстояние в сагиттальной плоскости от наиболее медиальной точки переднего края foramen magnum на основании черепа до центра контрольной (наиболее латеральной) точки щитовидного хряща справа, мм**

Table 2. Distance (sagittal plane) from the base of the skull (the most medial point of the anterior edge of the foramen magnum) to the center of the most lateral point on the right of the thyroid cartilage (in mm)

Положение	Телосложение					
	Долихоморф		Мезоморф		Брахиморф	
	муж.	жен.	муж.	жен.	муж.	жен.
Среднее анатомическое положение	75,8±1,9	74,0±7,6	90,8±8,3	86,3±6,5	88,9±2,4	72,8±6,5
Сгибание	56,0±1,6*	73,2±7,4	90,6±13,3*	80,7±5,5	74,2±2,3	73,2±7,7
Разгибание	72,1±1,9	77,7±8,5	88,7±15,8	88,9±1,8*	70,3±1,9*	75,4±5,2*
Поворот влево	75,3±1,1	71,0±7,0	85,2±14,8*	72,1±3,0*	75,6±1,9	68,3±10,7*
Поворот вправо	56,2±5,6*	64,4±6,9	90,1±15,6*	74,2±5,0	73,5±1,7	72,4±5,5

Примечание. \* — статистически достоверно значимое отличие от показателей среднего анатомического положения ( $p<0,05$ ).

**Таблица 3. Расстояние (сагиттальная плоскость) от основания черепа (наиболее медиальная точка переднего края foramen magnum) до центра наиболее латеральной точки щитовидного хряща слева, мм**

Table 3. Distance (sagittal plane) from the base of the skull (the most medial point of the anterior edge of the foramen magnum) to the center of the lateral point on the left of the thyroid cartilage (in mm)

Положение	Телосложение					
	Долихоморф		Мезоморф		Брахиморф	
	муж.	муж.	муж.	муж.	муж.	муж.
Среднее анатомическое положение	74,5±2,3	74,1±6,9	88,1±9,3	86,2±4,5	90,0±2,3	72,8±10,4
Сгибание	55,9±1,2*	73,4±7,6	93,7±10,4*	80,3±4,6	74,7±2,2	73,8±7,9
Разгибание	69,7±1,8*	78,1±7,0*	90,6±11,2*	89,3±2,1	69,7±1,8	73,3±7,6
Поворот влево	71,0±1,5	68,7±5,6*	87,5±10,4*	72,5±3,5	74,4±2,6*	69,9±8,9
Поворот вправо	59,6±1,6*	64,7±6,0	89,3±18,4*	74,0±5,8	73,3±1,6	74,0±9,0

Примечание. \* — статистически достоверно значимое отличие от показателей среднего анатомического положения ( $p<0,05$ ).

**Таблица 4. Расстояние (сагиттальная плоскость) от основания черепа (наиболее медиальная точка переднего края foramen magnum) до центра наиболее медиальной точки задней поверхности дуги перстневидного хряща, мм**

Table 4. Distance (sagittal plane) from the base of the skull (the most medial point of the anterior margin of the foramen magnum) to the center of the most medial point (distant posteriorly) of the cricoid cartilage (in mm)

Положение	Телосложение					
	Долихоморф		Мезоморф		Брахиморф	
	муж.	муж.	муж.	муж.	муж.	муж.
Среднее анатомическое положение	91,6±1,9	83,0±10,6	95,0±5,9	89,2±2,5	104,1±3,0	85,4±12,4
Сгибание	74,7±2,1*	89,8±6,1	113,1±22,5*	92,1±5,2	105,8±3,2	91,7±7,5
Разгибание	84,5±2,4*	91,5±5,7	110,2±26,3*	86,1±13,1	104,6±2,7	94,5±7,0*
Поворот влево	85,7±2,5	84,8±6,4	97,8±15,5	80,6±3,1*	100,3±3,0*	80,8±11,2*
Поворот вправо	85,3±2,4	83,6±5,9	98,4±16,0	80,8±3,9*	100,3±2,2*	82,3±10,9*

Примечание. \* — статистически достоверно значимое отличие от показателей среднего анатомического положения ( $p<0,05$ ).

Во всех обследованных группах при повороте головы в правую сторону изучаемое расстояние уменьшается. Наибольшее уменьшение изученной переменной (на 25%) имело место у мужчин с долихоморфным типом телосложения (рис. 3). Самая большая величина изученного отрезка расстояния (90,1 мм) отмечена у мужчин-мезоморфов ( $p<0,05$ ), самая малая — у добровольцев мужского пола долихоморфов — 56,2 мм ( $p=0,03$ ; табл. 2).

#### **Расстояние (сагиттальная плоскость) от основания черепа (наиболее медиальная точка переднего края foramen magnum) до центра наиболее латеральной точки щитовидного хряща слева**

В стандартном анатомическом положении у лиц обоего пола с разной конституциональной принадлежностью наибольшее расстояние от наиболее медиальной точки переднего края foramen magnum до контрольной точки в центре наиболее латеральной части щитовидного хряща — 90,0 мм — отмечено у мужчин с брахиморфным телосложением, наименьшее — 72,8 мм — у лиц женского пола брахиморфов ( $p<0,04$ ).

Во всех группах обследованных при сгибании шеи изучаемое расстояние уменьшается, кроме группы мужчин-мезоморфов. Самое большое значение этой переменной (93,7 мм) имело место у мужчин-мезоморфов, самое малое — 55,9 мм — у мужчин с долихоморфным типом телосложения. Наибольшие изменения изученного расстояния (уменьшение на 24,3%) отмечено у мужчин с долихоморфным телосложением ( $p<0,05$ ).

Во всех группах, кроме лиц мужского пола с долихоморфным телосложением у мужчин с брахиморфным типом телосложения разгибание шеи приводит к увеличению длины изученного отрезка. Наибольшие значения этой переменной — 90,6 мм отмечены у мужчин-мезоморфов ( $p<0,05$ ), наименьшие — 69,7 мм также у мужчин, которые имели долихоморфный тип телосложения ( $p<0,001$ ). Самые



большие изменения рассматриваемого расстояния (увеличение на 5,4%) выявлены у женщин с долихоморфным типом телосложения ( $p<0,05$ ).

Уменьшение изученной переменной во всех группах обследованных лиц имело место при повороте головы в правую сторону. Самая большая величина изученного расстояния (87,3 мм) имела место у лиц мужского пола с мезоморфным телосложением, самая малая (59,6 мм) — у мужчин долихоморфного телосложения ( $p<0,05$ ). Самое большое уменьшение изученной переменной (на 20%) выявлено у лиц мужского пола с долихоморфным типом телосложения.

При повороте головы в левую сторону величина изученной переменной уменьшается. Самая большая величина изученного расстояния (87,5 мм) выявлена у мужчин-мезоморфов ( $p<0,001$ ), самая малая (68,7 мм) — у женщин-долихоморфов (табл. 3). Самое большое уменьшение изученного расстояния (на 17,8%) имело место у лиц мужского пола, брахиморфного телосложения ( $p<0,05$ ; рис. 4).

#### Расстояние (сагиттальная плоскость) от основания черепа (наиболее медиальная точка переднего края foramen magnum) до центра наиболее медиальной точки задней поверхности дуги перстневидного хряща

При анализе расстояния от основания черепа до центра наиболее медиальной точки задней поверхности дуги перстневидного хряща в среднем анатомическом положении с учетом гендерной принадлежности и конституционального типа обследованного выявлено, самая большая величина изученной переменной (104,1 мм) отмечена у мужчин-брахиморфов ( $p<0,05$ ), самая малая (83,0 мм) — у женщин с долихоморфным телосложением.

Во всех группах обследованных, за исключением лиц мужского пола с долихоморфным телосложением, при сгибании шеи изучаемое расстояние увеличивается. Самое большое увеличение (на 18,9%) отмечено у мезоморфов мужского пола ( $p<0,05$ ). Наибольшее значение измеренного расстояния (113,1 мм) имело место в группе обследованных мужского пола с мезоморфным

типом телосложения, самое малое (74,7 мм) — у мужчин-долихоморфов ( $p<0,05$ ).

Во всех группах обследованных лиц, кроме мужчин-долихоморфов и лиц женского пола с мезоморфным телосложением разгибание шеи увеличивает изученную величину. Самое большое значения этой переменной — 110,2 мм — выявлено у мужчин-мезоморфов ( $p<0,05$ ), самое малое — 84,5 мм — также у мужчин,

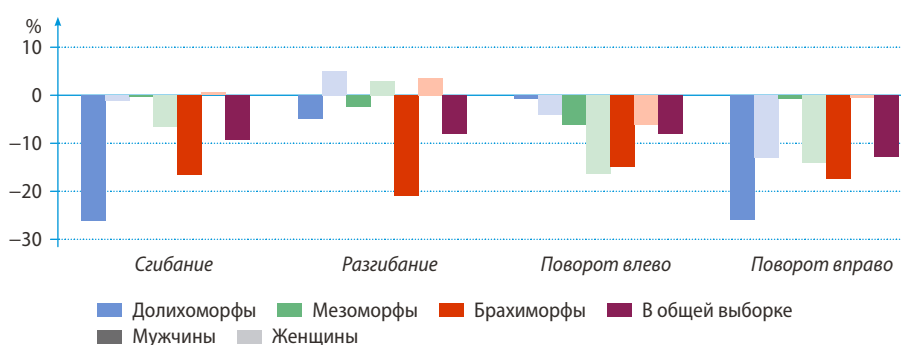


Рис. 3. Расстояние (сагиттальная плоскость) от основания черепа (наиболее медиальная точка переднего края foramen magnum) до наиболее латеральной точки справа щитовидного хряща с учетом пола и типа телосложения обследованного лица

Fig.3 Distance (sagittal plane) from the base of the skull (the most medial point of the anterior edge of the foramen magnum) to the lateral point on the right of the thyroid cartilage, taking into account the sex and body type of the examined person

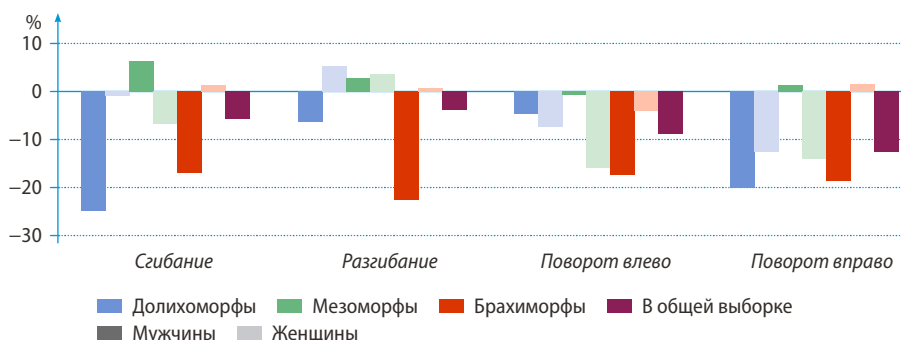


Рис. 4. Расстояние (сагиттальная плоскость) от основания черепа (наиболее медиальная точка переднего края foramen magnum) до центра наиболее латеральной точки щитовидного хряща слева с учетом пола и типа телосложения обследованного лица

Fig. 4. The distance in the sagittal plane from the the most medial point of the anterior margin of the foramen magnum to the center of the most lateral point on the left of the thyroid cartilage, taking into account the sex and body type of the person examined

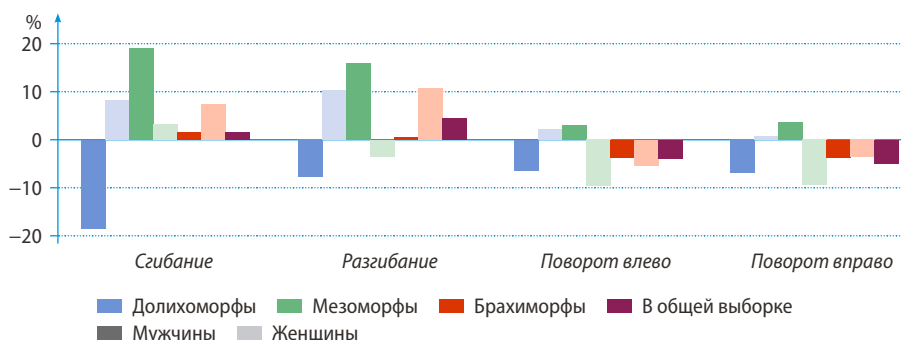


Рис. 5. Расстояние (сагиттальная плоскость) от основания черепа (наиболее медиальная точка переднего края foramen magnum) до центра наиболее медиальной точки задней поверхности дуги перстневидного хряща с учетом пола и типа телосложения обследованного лица

Fig. 5. Distance (sagittal plane) from the base of the skull (the most medial point of the anterior edge of the foramen magnum) to the center of the most medial point (distant posteriorly) of the cricoid cartilage, taking into account the sex and body type of the examined person

только с долихоморфным типом телосложения. Самое большое в процентном отношении увеличение на 10,6% имело место у женщин с брахиморфным телосложением ( $p < 0,05$ ).

Уменьшение изучаемой переменной во всех группах, за исключением женщин-долихоморфов и лиц мужского пола с мезоморфным типом телосложения, возникает при повороте головы в левую сторону. Максимальная величина изучаемого расстояния (100,3 мм) выявлена у мужчин-брахиморфов, минимальная — 80,8 мм — у женщин также с брахиморфным телосложением. Максимальные в процентном отношении изменения (уменьшение на 10,1%) имели место в группе женщин с мезоморфным телосложением ( $p < 0,05$ ).

Уменьшение изученной переменной во всех группах, за исключением женщин с долихоморфным телосложением и лиц мужского пола с мезоморфным телосложением, возникает также при повороте головы в правую сторону. Наибольшая величина изученного расстояния — 100,3 мм выявлена у лиц мужского пола брахиморфного телосложения, наименьшая — 82,3 мм у обследованных женщин брахиморфного телосложения ( $p < 0,05$ ; табл. 4). Наибольшие в процентном отношении изменения (уменьшение на 10,1%) имели место в группе лиц женского пола с мезоморфным типом телосложения ( $p < 0,05$ ; рис. 5).

## ОБСУЖДЕНИЕ

Топографическая анатомия шеи весьма сложна. На шее располагается большое количество органов и анатомических образований, травма которых может привести к летальному исходу, поэтому оперативные вмешательства в этой области требуют скрупулезного планирования оперативного доступа. Расположение хирургического доступа на коже пациента и его длина являются основными факторами, которые влияют на визуализацию анатомических объектов в операционной ране и на удобство манипулирования хирурга [12].

Оперативные вмешательства на области входа в гортань, особенно в ее задних отделах, до настоящего времени представляют значительные сложности вследствие трудного хирургического доступа для осуществления необходимого объема хирургических манипуляций [13]. Для оперирования в этой анатомической зоне предложены разные виды хирургических доступов: продольные, поперечные и комбинированные фаринготомии, которые по отношению к подъязычной кости разделяют на над-, под- и чресподъязычные. Чаще используют поперечные фаринготомии. При проведении хирургических вмешательств в этой анатомической области верхний край операционной раны представляет неподвижное костное образование — наружное основание черепа, которое значительно препятствует манипулированию хирурга в операционной ране. Поэтому при сопоставлении практического удобства хирургических доступов к зоне интереса авторы считают принципиально важным выделить следующие особенности используемого доступа — возможность адекватной визуализации таких анатомических

структур, как задняя стенка ротоглотки и гортаноглотки, гортани, корень языка.

Указанные авторами характеристики хирургического доступа отличаются от классических, предложенных А. Ю. Созон-Ярошевичем (1954), наиболее значимыми из которых для хирурга являются угол операционного действия и глубина раны, однако предложенные характеристики в некоторой степени дополняют классические. Авторы этого исследования на трупах провели сопоставление нескольких хирургических доступов к гортаноглотке, в том числе боковой и поперечной фаринготомии. Скрупулезный анализ полученных сведений показал, что самую плохую визуализацию с наименьшим числом видимых анатомических образований в зоне интереса дают хирургические доступы с сохранением или рассечением тела подъязычной кости по средней линии, самую хорошую — доступы с резекцией половины подъязычной кости и верхнезаднего угла пластинки щитовидного хряща. Наименьшая ширина операционного поля была установлена при хирургическом доступе с сохранением подъязычной кости, наибольшая — при авторском варианте доступа, по форме напоминающем клюшку, поднятую вверх [14, 15].

Следует отметить, что в процитированных исследованиях по улучшению визуализации анатомических структур в операционной ране у верхней части гортани, авторы не используют такую анатомическую характеристику шеи, как ее уникальная подвижность, — позиционную топографию. Прижизненные позиционные топографо-анатомические исследования, выполненные нашей группой, показали, что при интраоперационном изменении положения головы и шеи пациента во время оперативного вмешательства на щитовидной железе, выполняемого из асимметричного мини-инвазивного доступа на передней поверхности шеи, во время мобилизации разных отделов органа (верхний полюс, боковые отделы долей, нижний полюс) удастся увеличить угол операционного действия и уменьшить глубину раны. Такие интраоперационные изменения положения головы и шеи больного могут существенно упростить манипуляции хирурга на разных частях щитовидной железы, за счет чего прогнозируется уменьшение числа интраоперационных осложнений при проведении оперативного вмешательства на щитовидной железе в объеме до тиреоидэктомии. Согласно действующим клиническим рекомендациям, выбор последующей лечебной тактики осуществляется на основании результатов планового патологоанатомического исследования операционного материала с учетом выявления наличия или отсутствия неблагоприятных прогностических факторов (НПФ). Решение о характере и сроках реабилитационных мероприятий определяется объемом проведенного хирургического вмешательства и протяженностью оперативного доступа согласно п. 6 клинических рекомендаций Минздрава РФ «Рак ротоглотки» (2024 г.).

Результаты прижизненного исследования позиционной анатомии гортани показали, что некоторые изменения положения головы и шеи (разгибание) позволяет увеличить расстояние от выбранных точек в области скелета гортани до реперной точки на основании черепа,

которое создает трудно преодолимые трудности при хирургических манипуляциях в зоне интереса. Такое увеличение у женщин-долихоморфов составляет практически 1 см, что может существенно облегчить процесс оперирования на верхних отделах гортани, особенно при использовании современных методов эндовидеохирургической визуализации анатомических структур. Таким образом, максимальное разгибание шеи, как в положении пациента на спине, так и в положении на боку, позволит улучшить условия проведения оперативного вмешательства на анатомических структурах входа в гортань, особенно ее задних отделов. При этом сгибание шеи и повороты головы пациента в любую сторону существенно усложнят проведение хирургических манипуляций за счет уменьшения ширины операционного поля из-за уменьшения расстояния от основных хрящей гортани до основания черепа.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В процессе проведенного исследования выявлено, что расстояния от реперных точек в области крупных хрящей гортани до наиболее медиальной точки в области переднего края foramen magnum основания черепа при изменениях положения головы и шеи меняются в зависимости от пола, конституции обследованного лица и положения головы и шеи.

При сгибании шеи имеет место уменьшение расстояний от реперной точки на основании черепа до наиболее латеральных точек щитовидного хряща справа и слева. Наибольшие изменения выявлены у лиц мужского пола долихоморфного телосложения. Максимальное уменьшение изученного расстояния наблюдали в указанной группе обследованных лиц справа — на 19,8 мм (26%). В то же время расстояние до центра наиболее медиальной точки задней поверхности дуги перстневидного хряща увеличивается практически во всех обследованных группах, более значительно в группе лиц мужского пола с мезоморфным телосложением — на 18,1 мм (18,9%).

Разгибание шеи разнонаправленно влияет на изменения расстояний от основания черепа до реперных точек в области хрящей гортани, формирующих основу ее скелета. В большинстве групп обследованных лиц изученные расстояния увеличиваются. Наибольшее увеличение этого расстояния — на 9,1 мм (10,6%) имеет место при разгибании шеи у женщин-брахиморфов. При этом у мужчин-брахиморфов при разгибании шеи расстояние до латеральной части щитовидного хряща справа уменьшается в большей степени — на 18,6 мм (21,3%).

В большинстве групп обследованных лиц при повороте головы в левую сторону все изученные в работе расстояния уменьшаются. Наибольшее уменьшение имело место слева — на 15,6 мм (17,8%) в группе мужчин-брахиморфов. При повороте головы в правую сторону в большинстве обследованных групп также происходит уменьшение всех изученных переменных. Максимальное уменьшение отмечено справа — на 19,6 мм (25%) в группе мужчин с долихоморфным типом телосложения.

### ВЫВОДЫ

Расстояния от реперной точки на основании черепа до латеральных отделов щитовидного хряща справа и слева и расстояние до центра наиболее медиальной точки задней поверхности дуги перстневидного хряща изменяются при изменении положения головы и шеи. Величина этих изменений зависит от пола и типа телосложения.

Наибольшее расстояние от реперной точки на основании черепа до наиболее латеральной точки щитовидного хряща справа отмечено у мужчин-мезоморфов (94,6 мм), наименьшее — у мужчин-брахиморфов (64,5 мм). При сгибании шеи изученная переменная уменьшается во всех группах. Максимально — на 19,8 мм (26%) у мужчин-долихоморфов. Разгибание шеи у женщин всех типов телосложения увеличивает эту переменную, максимально — у женщин-брахиморфов на 2,6 мм (4,2%). У мужчин всех типов телосложения значения изученной переменной уменьшаются, максимально у мужчин-брахиморфов — на 18,6 мм (21,3%). Повороты головы во всех группах уменьшают изученную переменную (вправо максимально — у мужчин-долихоморфов на 19,6 мм — 25%; влево — максимально у женщин-мезоморфов на 14,2 мм — 16,3%).

Наибольшее расстояние от реперной точки на основании черепа до наиболее латеральной точки щитовидного хряща слева имеет место у мужчин-брахиморфов (94,7 мм), наименьшее — у женщин-брахиморфов (72,8 мм). При сгибании шеи эта переменная во всех группах, кроме мужчин-мезоморфов, уменьшается, максимально у мужчин-долихоморфов — на 18,6 мм (24,3%). Разгибание шеи увеличивает длину изучаемого отрезка во всех группах, кроме мужчин-долихоморфов и брахиморфов. Максимально у женщин-долихоморфов на 4,0 мм (5,4%). Повороты головы у всех обследованных уменьшают величину изученного расстояния, справа максимально у мужчин-долихоморфов на 14,9 мм (20%), слева — у мужчин-брахиморфов на 15,6 мм (17,8%).

Наибольшее расстояние от реперной точки на основании черепа до центра наиболее медиальной точки задней поверхности дуги перстневидного хряща отмечено у мужчин-брахиморфов — 104,1 мм; наименьшее у женщин-долихоморфов — 83,0 мм. При сгибании шеи эта переменная во всех группах уменьшается, кроме группы мужчин-долихоморфов, максимально — на 18,1 мм (18,9%). Разгибание шеи увеличивает эту переменную во всех группах, кроме мужчин-долихоморфов и женщин-мезоморфов; максимально на 9,1 мм (10,6%). Повороты головы во всех группах, кроме женщин-долихоморфов и мужчин-мезоморфов, приводят к уменьшению изученного расстояния справа максимально на 8,4 мм (10,1%), слева — максимально на 8,6 мм (10,1%).

Поступила/Received: 13.03.2025

Принята в печать/Accepted: 02.08.2025



## ЛИТЕРАТУРА:

1. Белецкий А.В., Пустовойтенко В.Т., Нечаев Р.В. Клинико-рентгенологическая характеристика шейных позвоночно-двигательных сегментов при остеохондрозе. — *Здравоохранение (Минск)*. — 2017; 3: 34—39. [eLibrary ID: 28864745](#)
2. Кочетков А.В. и др. Движения в шейном отделе позвоночника в норме и у больных с хронической дорсопатией. — *Лечебная физкультура и спортивная медицина*. — 2013; 5 (113): 4—7. [eLibrary ID: 18987418](#)
3. Andersen V., et al. The global end-ranges of neck flexion and extension do not represent the maximum rotational ranges of the cervical intervertebral joints in healthy adults — an observational study. — *Chiropr Man Therap*. — 2021; 29 (1): 18. [PMID: 34034773](#)
4. Малеев Ю.В., Черных А.В. Индивидуальная анатомическая изменчивость передней области шеи. Новые подходы и решения. — *Вестник экспериментальной и клинической хирургии*. — 2009; 4: 316—329. [eLibrary ID: 14873240](#)
5. Serpell J.W., et al. Does neck extension elevate the thyroid gland cephalad to potentially improve access during thyroidectomy? — *ANZ J Surg*. — 2003; 73 (11): 887—9. [PMID: 14616561](#)
6. Шабонов А.А., Симбирцев С.А., Трунин Е.М. Хирургическое лечение ранений магистральных сосудов шеи. — *Вестник Санкт-Петербургской медицинской академии последипломного образования*. — 2011; 2: 85—90. [eLibrary ID: 16532471](#)
7. Ромащенко П.Н. и др. Опорный конспект для оперирующих хирургов с классических позиций и методик исследований школы академика В.Н. Шевкуненко (1872—1952) на основании новых данных по типовой анатомии шеи. — *Пермский медицинский журнал*. — 2022; 5: 21—32. [eLibrary ID: 49960465](#)
8. Трунин Е.М. и др. Прижизненная позиционная топографическая анатомия нижних полюсов щитовидной железы. — *Оперативная хирургия и клиническая анатомия (Пироговский научный журнал)*. — 2024; 2: 26—33. [eLibrary ID: 67351978](#)
9. Tatarkin V.V., et al. Intravital position study of the clinical anatomy of the middle lobe and superior poles of the thyroid gland. — *Medicina (Kaunas)*. — 2024; 60 (9): 1520. [PMID: 39336559](#)
10. Шевкуненко В.Н., Геселевич А.М. Типовая анатомия человека. — Л.: Биомедгиз, 1935. — С. 14, 26—27, 150. <http://kstom.ru/shevkn>
11. Трунин Е.М. и др. Устройство для фиксации головы пациента при выполнении магнитно-резонансной томографии шеи. — Патент №217872, действ. с 29.12.2022.
12. Трунин Е.М. и др. Хирургическая цервикология как самостоятельный раздел хирургии — утопия или недалекое будущее? — *Оперативная хирургия и клиническая анатомия (Пироговский научный журнал)*. — 2023; 2: 55—64. [eLibrary ID: 53934138](#)
13. Романчишен А.Ф. и др. Оперативные доступы в экстренной и плановой хирургии органов шеи. — *Хирургия. Журнал им. Н.И. Пирогова*. — 2018; 5: 75—80. [eLibrary ID: 35042754](#)
14. Laccourreye O., et al. Lateral pharyngotomy. — *Eur Ann Otorhinolaryngol Head Neck Dis*. — 2019; 136 (2): 135—140. [PMID: 30482706](#)
15. Бакиева К.К. и др. Клинические особенности течения паратонзиллярного абсцесса в старческом возрасте как аспект онкологических заболеваний (Клинический случай). — *Вестник Кыргызско-Российского Славянского университета*. — 2023; 5: 40—45. [eLibrary ID: 54177419](#)

## REFERENCES:

1. Beletsky A.V., Pustovoitenko V.T., Niachayeu R.V. Clinical roentgenological characteristics of cervical backbone moving segments in case of osteochondrosis. *Zdravoohranenie (Minsk)*. 2017; 3: 34—39 (In Russian). [eLibrary ID: 28864745](#)
2. Kochetkov A.V., et al. The motions in the cervical spine in healthy people and in patients with chronic dorsopathy. *Exercise therapy and Sports Medicine*. 2013; 5 (113): 4—7 (In Russian). [eLibrary ID: 18987418](#)
3. Andersen V., et al. The global end-ranges of neck flexion and extension do not represent the maximum rotational ranges of the cervical intervertebral joints in healthy adults an observational study. *Chiropr Man Therap*. 2021; 29 (1): 18. [PMID: 34034773](#)
4. Maleyev Yu.V., Chernykh A.V. Individual anatomic variability of forward area of a neck. New approaches and decisions. *Journal of Experimental and Clinical Surgery*. 2009; 4: 316—329 (In Russian). [eLibrary ID: 14873240](#)
5. Serpell J.W., Grodski S.F., O'Donell C. Does neck extension elevate the thyroid gland cephalad to potentially improve access during thyroidectomy? *ANZ J Surg*. 2003; 73 (11): 887—9. [PMID: 14616561](#)
6. Shabonov A.A., Simbirtsev S.A., Trunin E.M. Surgical treatment wounds main vessels of a neck. *Herald of North-Western State Medical University named after I.I. Mechnikov*. 2011; 2: 85—90 (In Russian). [eLibrary ID: 16532471](#)
7. Romashchenko P.N., et al. Reference notes for operating surgeons from classical positions and research methods of academician V.N. Shevkunenko (1872—1952) school based on new data regarding typical anatomy of the neck. *Perm Medical Journal*. 2022; 5: 21—32 (In Russian). [eLibrary ID: 49960465](#)
8. Trunin E.M., et al. Intravital positional topographic anatomy of the lower poles of the thyroid gland. *Russian Journal of Operative Surgery and Clinical Anatomy*. 2024; 2: 26—33 (In Russian). [eLibrary ID: 67351978](#)
9. Tatarkin V.V., et al. Intravital position study of the clinical anatomy of the middle lobe and superior poles of the thyroid gland. *Medicina (Kaunas)*. 2024; 60 (9): 1520. [PMID: 39336559](#)
10. Shevkunenko V.N., Geselevich A.M. Typical human anatomy. Leningrad: Biomedgiz, 1935. Pp. 14, 26—27, 150 (In Russian). <http://kstom.ru/shevkn>
11. Trunin E.M., et al. Device for fixing the patient's head during magnetic resonance imaging of the neck. Patent RU #217872, effective from 29.12.2022 (In Russian).
12. Trunin E.M., et al. Surgical cervicology as an independent branch of surgery utopia or the near future? *Russian Journal of Operative Surgery and Clinical Anatomy*. 2023; 2: 55—64 (In Russian). [eLibrary ID: 53934138](#)
13. Romanchishen A.F., et al. Surgical approaches in urgent and elective surgery of the neck. *Pirogov Russian Journal of Surgery*. 2018; 5: 75—80 (In Russian). [eLibrary ID: 35042754](#)
14. Laccourreye O., et al. Lateral pharyngotomy. *Eur Ann Otorhinolaryngol Head Neck Dis*. 2019; 136 (2): 135—140. [PMID: 30482706](#)
15. Bakieva K.K., Nasyrov M.V., Asankulov E.K., Karimova B.K. Clinical features of the course of paratonsillar abscess in old age as an aspect of oncological diseases (Clinical case). *Herald of KRSU*. 2023; 5: 40—45 (In Russian). [eLibrary ID: 54177419](#)

DOI: 10.37988/1811-153X\_2025\_3\_151

[И.С. Найданова](#)<sup>1,2</sup>,

к.м.н., доцент кафедры дополнительного образования по стоматологическим специальностям; ассистент кафедры стоматологии ортопедической и материаловедения с курсом ортодонтии взрослых

[Е.А. Булычева](#)<sup>1,2</sup>,

д.м.н., профессор, зав. кафедрой дополнительного образования по стоматологическим специальностям; профессор кафедры стоматологии ортопедической и материаловедения с курсом ортодонтии взрослых

[А.Г. Быстров](#)<sup>2,3</sup>,

к.м.н., доцент, зав. кафедрой ортопедической стоматологии; доцент кафедры стоматологии ортопедической и материаловедения с курсом ортодонтии взрослых

[Ю.А. Быстрова](#)<sup>2,3</sup>,

к.м.н., доцент кафедры стоматологии ортопедической и материаловедения с курсом ортодонтии взрослых; доцент кафедры ортопедической стоматологии

[Д.С. Булычева](#)<sup>4</sup>,

к.м.н., доцент кафедры стоматологии детского возраста и ортодонтии

[Е.С. Таскина](#)<sup>5</sup>,

к.м.н., доцент кафедры офтальмологии

[И.А. Кириллов](#)<sup>6</sup>,

врач-стоматолог общей практики

<sup>1</sup> НовГУ, 173003,

Великий Новгород, Россия

<sup>2</sup> ПСПбГМУ им. акад. И.П. Павлова,

197022, Санкт-Петербург, Россия

<sup>3</sup> Санкт-Петербургский

медико-социальный институт,

195271, Санкт-Петербург, Россия

<sup>4</sup> РУДН, 117198, Москва, Россия<sup>5</sup> ЧГМА, 672000, Чита, Россия<sup>6</sup> Центр инновационной

стоматологии «Кристалл»,

196084, Санкт-Петербург, Россия

## Морфология мягких тканей височно-нижнечелюстного сустава в норме (обзор литературы)

**Аннотация.** Цель обзора — рассмотреть современные представления о морфологических особенностях мягкотканых элементов височно-нижнечелюстного сустава взрослого человека в норме. Поиск источников осуществляли в научной электронной библиотеке eLibrary, в международных электронных базах PubMed, MEDLINE, Google Scholar и ResearchGate. Для детального изучения отобраны 44 научные публикации с давностью издания не более 15 лет. В статье описаны анатомия, гистологическое строение и биохимический состав мягкотканых элементов височно-нижнечелюстного сустава: суставной капсулы, суставного диска, синовиальной жидкости, капсулярных связок, задискового пространства.

**Ключевые слова:** височно-нижнечелюстной сустав, суставная капсула, суставной диск, синовиальная жидкость, капсулярные связки, задисковое пространство, анатомия, гистология

### ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ:

Найданова И.С., Булычева Е.А., Быстров А.Г., Быстрова Ю.А., Булычева Д.С., Таскина Е.С., Кириллов И.А. Морфология мягких тканей височно-нижнечелюстного сустава в норме (обзор литературы). — *Клиническая стоматология*. — 2025; 28 (3): 151—159. DOI: 10.37988/1811-153X\_2025\_3\_151

## Normal morphology of the temporomandibular joint soft-tissue (literature review)

[I.S. Naidanova](#)<sup>1,2</sup>,

PhD in Medical Sciences, associate professor of the Department of additional education in dentistry specialties; assistant at the Prosthodontics and material science Department with the course of Orthodontics of adults

[E.A. Bulycheva](#)<sup>1,2</sup>,

Doctor of Science in Medicine, full professor of the Department of additional education in dentistry specialties; professor of the Prosthodontics and material science Department with the course of Orthodontics of adults

[A.G. Bystrov](#)<sup>2,3</sup>,

PhD in Medical Sciences, associate professor and head of the Prosthodontics Department; associate professor of the Prosthodontics and

material science Department with the course of Orthodontics of adults

[Yu.A. Bystrova](#)<sup>2,3</sup>,

PhD in Medical Sciences, associate professor of the Prosthodontics and material science Department with the course of Orthodontics of adults; associate professor of the Prosthodontics Department

[D.S. Bulycheva](#)<sup>4</sup>,

PhD in Medical Sciences, associate professor of the Department of Pediatric dentistry and Orthodontics

[E.S. Taskina](#)<sup>5</sup>,

PhD in Medical Sciences, associate professor of the Ophthalmology Department

[I.A. Kirillov](#)<sup>6</sup>,

general practice dentist

<sup>1</sup> Yaroslav-the-Wise Novgorod State University, 173003, Veliky Novgorod, Russia

<sup>2</sup> Pavlov University, 197022, Saint-Petersburg, Russia

<sup>3</sup> Saint-Petersburg Medico-Social Institute, 195271, Saint-Petersburg, Russia

<sup>4</sup> RUDN University, 117198, Moscow, Russia

<sup>5</sup> Chita State Medical Academy, 672000, Chita, Russia

<sup>6</sup> Center for Innovative Dentistry "Kristall" LLC, 196084, Saint-Petersburg, Russia

**Annotation.** The aim of this review is to examine current concepts regarding the morphological characteristics of the soft tissue components of the adult human temporomandibular joint (TMJ) under normal conditions. A literature search was conducted in the scientific electronic library eLibrary and the international electronic databases PubMed, MEDLINE, Google Scholar, and ResearchGate. Forty-four scientific publications with a publication date not exceeding 15 years were selected for detailed analysis. The article provides a description of the anatomy, histological structure and biochemical composition of the soft tissue elements of the temporomandibular joint: the articular capsule, articular disc, synovial fluid, capsular ligaments and retrodiscal tissues.

## ВВЕДЕНИЕ

Роль височно-нижнечелюстного сустава (ВНЧС) в организме человека многогранна и выходит за рамки основных физиологических функций жевательно-речевого аппарата (жевание, глотание, звукообразование, речь, дыхание). Нарушение нормального морфофункционального сочленения нижней челюсти с височной костью может сопровождаться рядом негативных последствий для опорно-двигательного аппарата, желудочно-кишечного тракта, нервной системы и, как следствие, привести к снижению качества жизни [1].

Существующие неэффективные меры диагностики и лечения пациентов с заболеваниями сустава, а также отсутствие единых схем терапии приводит к большому числу рецидивов дисфункции ВНЧС. Кроме этого, большой процент неудач лечения вызван низким уровнем дифференциальной диагностики, что влечет за собой развитие функциональных и морфологических расстройств жевательно-речевого аппарата.

С научной точки зрения интерес вызывает изучение особенностей макро- и микроструктуры мягкотканых элементов ВНЧС. Как правило, при заболеваниях сустава практически в 100% случаев имеются нарушения биомеханики нижней челюсти, при которых и поражаются мягкие ткани сустава.

Современные методы диагностики заболеваний ВНЧС с достаточно высокой точностью позволяют идентифицировать макроструктурные изменения сустава. Однако не менее важно понимать особенности развития патологических процессов в ВНЧС на микроуровне. Знание нормальной анатомии и гистологической структуры мягкотканых элементов ВНЧС даст возможность осуществлять раннюю диагностику, позволяющую свести к минимуму развитие внутренних нарушений сустава. Это, в свою очередь, сделает процесс диагностики и лечения пациентов с дисфункцией ВНЧС максимально эффективным.

**Цель исследования** — изучить морфологические особенности мягкотканых элементов височно-нижнечелюстного сустава взрослого человека в норме.

Поиск источников осуществляли в научной электронной библиотеке eLibrary по следующим ключевым словам: гистология/анатомия ВНЧС, суставной диск, задисковая зона, суставная капсула ВНЧС, биохимический состав суставной жидкости ВНЧС. Эти же ключевые слова на английском языке использовали при проведении поиска в международных электронных

**Key words:** temporomandibular joint, articular capsule, articular disc, synovial fluid, capsular ligaments, retrodiscal tissues, anatomy, histology

## FOR CITATION:

Naidanova I.S., Bulycheva E.A., Bystrov A.G., Bystrova Yu.A., Bulycheva D.S., Taskina E.S., Kirillov I.A. Normal morphology of the temporomandibular joint soft-tissue (literature review). *Clinical Dentistry (Russia)*. 2025; 28 (3): 151—159 (In Russian). DOI: 10.37988/1811-153X\_2025\_3\_151

базах библиотек PubMed, Medline, Google Scholar, ResearchGate. После исключения дубликатов для детального изучения отобраны 44 источника с давностью публикации не более 15 лет.

## СТРОЕНИЕ ВНЧС

Известно, что ВНЧС образован головкой нижней челюсти, нижнечелюстной ямкой и суставным бугорком височной кости. По данным компьютерной томографии, средние размеры суставной щели в сагиттальной плоскости следующие: передний отдел —  $2,45 \pm 0,17$  мм, верхний —  $3,27 \pm 0,19$  мм, задний —  $2,78 \pm 0,22$  мм; во фронтальной плоскости: медиальный отдел —  $3,24 \pm 0,51$  мм, латеральный —  $2,88 \pm 0,37$  мм [2]. Эллипсоидное строение и наличие суставного диска позволяют совершать головке нижней челюсти два типа движений: вращательное (в нижнем этаже) и скользящее (в верхнем этаже сустава).

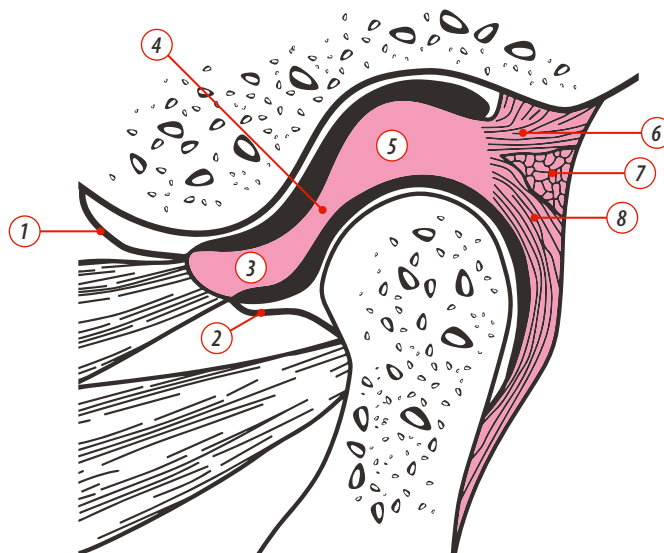


Рис. 1. Схема расположения мягкотканых элементов ВНЧС в сагиттальной плоскости: 1 — передняя дисковисочная связка; 2 — передняя дискочелюстная связка; 3—5 — суставной диск (3 — передняя часть, 4 — промежуточная часть, 5 — задняя часть); 6—8 — задисковое пространство (6 — задняя дисковисочная связка, 7 — рыхлая соединительная ткань, 8 — задняя дискочелюстная связка). Рисунок авторский

Fig. 1. Scheme of the temporomandibular joint soft-tissue in the sagittal plane: 1 — anterior disco-temporal ligament; 2 — anterior disco-mandibular ligament; 3—5 — articular disc (3 — anterior part, 4 — intermediate part, 5 — posterior part); 6—8 — retrodiscal tissues (6 — posterior disco-temporal ligament, 7 — loose connective tissue, 8 — posterior disco-mandibular ligament). Original drawing



В полости сустава располагаются следующие мягкотканые структуры: суставная капсула, суставной диск, рыхлая соединительная ткань биламинарной зоны (задисковое пространство), капсулярные связки (рис. 1, 2) [3].

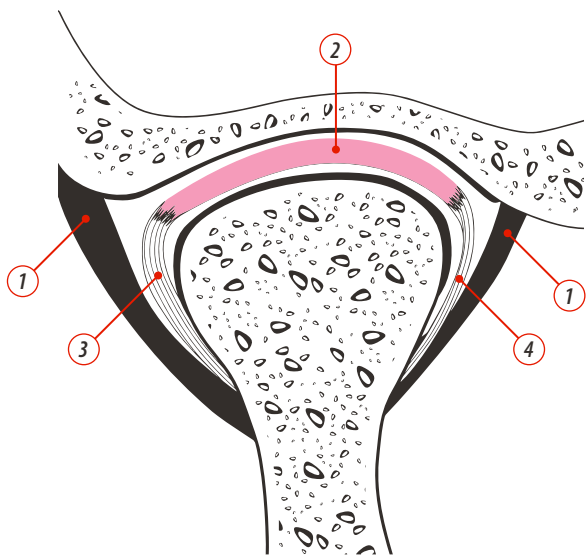


Рис. 2. Схема расположения мягкотканых элементов ВНЧС во фронтальной плоскости: 1 — суставная капсула; 2 — суставной диск; 3 — латеральная дискочелюстная связка; 4 — медиальная дискочелюстная связка. Рисунок авторский

Fig. 2. Scheme of the temporomandibular joint soft-tissue in the frontal plane: 1 — articular capsule; 2 — articular disc; 3 — lateral disco-mandibular ligament; 4 — medial disco-mandibular ligament. Original drawing

## СУСТАВНАЯ КАПСУЛА

Суставная капсула представлена тканями двух типов: волокнистый хрящ и синовиальная мембрана. Волокнистый хрящ состоит из хондроцитов и межклеточного матрикса, представленного плотными коллагеновыми волокнами, водой и основным веществом [4]. Хрящ покрывает суставные поверхности височной кости и головки нижней челюсти четырьмя слоями. Так, фиброзный слой в самой наружной своей части содержит бесклеточную пластинку из 1–2 пучков коллагеновых волокон толщиной от 5–6 до 23 мкм. Глубже параллельно суставной поверхности располагаются толстые и плотно упакованные пучки коллагеновых волокон с фибробластоподобными клетками уплощенной формы. Внеклеточный матрикс фиброзного слоя содержит коллаген I типа и протеогликан-4 (лубрицин), что наделяет его функцией механической защиты. Пролиферативный слой представлен хондрогенными клетками-предшественниками округлой формы, расположенными колонками перпендикулярно суставной поверхности. В матриксе, помимо коллагена I типа, встречается коллаген II типа, формирующий структурную сеть. Данный слой обеспечивает обновление клеточного пула, поддержание роста и регенерации хряща.

В слое зрелых хондроцитов хряща находятся крупные клетки округлой формы диаметром до 10–12 мкм. Большая часть хрящевых клеток формируют капсулы (кальцифицируются). Матрикс включает в себя

коллаген II типа и агрекан (протеогликан). Последний за счет удержания внутритканевой жидкости обеспечивает упругость и сопротивление компрессии при жевательной нагрузке. Слой гипертрофированных хондроцитов отвечает за подготовку к эндохондральному «окостенению». Он содержит крупные клетки (диаметром до 24–26 мкм), готовые к апоптозу или дифференцировке в остеобласты. Внеклеточный матрикс представлен коллагеном X типа, участвующем в минерализации и ремоделировании хряща [5–7].

Синовиальная оболочка — тонкая, гладкая, богато васкуляризированная и иннервируемая мембрана, лишенная эпителия. Эта ткань выстилает внутреннюю поверхность капсулы ВНЧС, за исключением суставных поверхностей височной кости и головки нижней челюсти. В ее поверхностном слое содержатся синовиальные клетки, в более глубоком — различная по структуре соединительная ткань. Синовиоциты обладают фагоцитарной (тип А — макрофагоподобные клетки) и секреторной (тип В — фибробластоподобные клетки) функциями. Клетки типа В секретируют компоненты синовиальной жидкости, включая гиалуроновую кислоту и лубрицин [8].

Стоит отметить, что фибробласты и синовиоциты под воздействием ряда факторов (например, активация провоспалительными цитокинами) способны к выработке матриксных металлопротеиназ (ММП) — ферментов, расщепляющих компоненты внеклеточного матрикса (коллаген, эластин, протеогликаны). Кроме того, фибробластоподобные клетки типа В экспрессируют эстрогеновый рецептор  $\alpha$ , что может объяснять преобладающую частоту дисфункций ВНЧС у женщин по сравнению с мужчинами [9].

Глубже располагается соединительнотканная прослойка, которая имеет разное строение в зависимости от расположения относительно сустава. Так, в задневерхнем сегменте полости располагается рыхлая соединительная ткань с обильными кровеносными сосудами, лимфатическими капиллярами и малым содержанием коллагеновых волокон. Она обеспечивает амортизацию и гибкость, способствует обмену веществ между кровью и синовиальной жидкостью. В передневерхней области сустава соединительнотканый слой представлен плотной коллагеновой тканью с минимальным количеством клеток и сосудов. Вероятно, такая особенность связана с высокими функциональными механическими нагрузками. При хроническом воспалении встречаются скопления адипоцитов (жировых клеток), окруженных тонкими коллагеновыми волокнами. Во всех типах подслизистой ткани присутствуют фенестрированные капилляры — сосуды с порами в эндотелии. Благодаря этому осуществляется быстрый транспорт веществ между кровью и синовиальной жидкостью [10].

Нарушения биомеханики нижней челюсти, возникающие при расстройствах ВНЧС и жевательных мышц, неизбежно оказывают травмирующее воздействие на суставную капсулу. Знание структуры тканей суставной капсулы и ее уникальных особенностей (влияние эстрогена, региональная вариабельность) критически важно для определения тактики лечения, в том числе

разработки новых регенеративных методов терапии. К таковым можно отнести трансплантацию стволовых клеток для восстановления поврежденного хряща, а также использование факторов роста для стимуляции пролиферации [11].

### СИНОВИАЛЬНАЯ ЖИДКОСТЬ

Питание тканей сустава осуществляется благодаря синовиальной жидкости (СЖ), в основном синтезирующейся двумя путями. Таковыми являются транссудация из кровеносных сосудов и секреция клетками синовиальной оболочки сустава. Объем жидкости в норме составляет 0,5–2 мл. Увеличение ее количества встречается в результате компенсаторной реакции на повторяющиеся микротравмы элементов сустава (при парафункциях жевательных мышц, аномалиях зубных рядов/положения челюстей), при артрите ВНЧС и т.д. [12, 13].

В качестве основных компонентов в составе СЖ выделяют гиалуроновую кислоту, белки (альбумины, глобулины, лубрицин), клеточные элементы (синовиоциты, лейкоциты), а также низкомолекулярные вещества, электролиты и воду. Кроме того, СЖ включает и регуляторные факторы: цитокины, ферменты (матриксные металлопротеиназы) и их ингибиторы [14].

Вязкоупругие свойства СЖ обеспечиваются за счет гиалуроновой кислоты (содержится в количестве 2–4 мг/мл в норме). Гиалуроновая кислота (ГК) — это высокомолекулярный полисахарид из класса гликозаминогликанов, состоящий из повторяющихся звеньев N-ацетилглюкозамина и глюкуроновой кислоты. В суставе здоровых обследуемых ГК имеет высокую молекулярную массу ( $\approx 2 \cdot 10^6$  Да), тогда как при остеоартрите ее масса значительно снижается ( $< 0,6 \cdot 10^6$  Да). При этом теряется вязкость жидкости, препятствующая трению суставных поверхностей. В частности, на фоне ревматоидного артрита происходит фрагментация ГК, а при смещении диска меняется ее физиологичное распределение в полости сустава [15].

Общая концентрация белка в СЖ относительно низкая из-за избирательной проницаемости синовиальной мембраны для высокомолекулярных плазменных глобулинов [16]. При изучении СЖ у пациентов с подвывихом суставного диска обнаружено большое количество волокон фибриногена, а также общего белка и, наоборот, снижение альбуминовой фракции и количества сывороточных иммуноглобулинов, а также повышенная активность лактатдегидрогеназы по сравнению со здоровыми обследуемыми. Все это свидетельствует об увеличении проницаемости синовиальных оболочек и вялотекущем развитии воспалительного процесса на фоне смещения диска. Как следствие происходят выпадение фибрина на суставных поверхностях и нарушение подвижности в суставе.

Данные биохимические изменения могут служить предвестниками развития остеоартроза в суставе, который, помимо вышесказанного, сопровождается увеличенным количеством волокон фибриногена, повышенной активностью щелочной фосфатазы и нейтрофилов [17, 18].

Синовиальная жидкость в норме содержит минимальное количество лейкоцитов ( $< 200$  клеток/мкл). Так, при артрите ВНЧС инфекционного происхождения количество лейкоцитов превышает 50 000 клеток/мкл с преобладанием нейтрофилов ( $> 90\%$ ), а ревматоидный артрит сопровождается умеренным лейкоцитозом (2–50 тыс. клеток/мкл) с преобладанием лимфоцитов и плазматических клеток. На стадии дегенеративных изменений элементов сустава лейкоцитоз менее выражен ( $< 2000$  клеток/мкл), преобладают моноциты/макрофаги, выделяющие провоспалительные медиаторы (IL-6, матриксные металлопротеиназы) [19].

Показатели низкомолекулярных веществ и электролитов в СЖ могут отражать метаболические нарушения в условиях гипоксии и воспаления. Исследование биохимических маркеров СЖ показало, что высокий уровень глюкозы коррелирует с прогрессированием степени тяжести морфофункциональных нарушений ВНЧС. Истончение и снижение плотности волокнистого хряща сустава сопровождается повышенным уровнем ионов калия ( $> 4,6$  ммоль/л) и хлора ( $\geq 50$  ммоль/л). Гиперкалиемия может влиять на активность хондроцитов и целостность хряща. Дисбаланс ионов хлора нарушает pH синовиальной жидкости. При смещении суставного диска без вправления обнаруживается высокая концентрация ионов натрия (50–136 ммоль/л) вследствие нарушения осмотического баланса и отека тканей [20, 21].

Изучение синовиальной жидкости ВНЧС у здорового человека показало наличие следующих цитокинов: TNF (фактор некроза опухоли), провоспалительные интерлейкины (IL-2, IL-1 $\beta$ , IL-6) и противовоспалительные — IFN- $\gamma$  (интерферон-гамма), IL-10. Необходимо отметить, что в норме содержание TNF в ВНЧС выше, чем в коленных суставах (0–4,4 пг/мл). Считается, что в суставе здорового человека TNF и IFN- $\gamma$  поддерживают гомеостаз, а IL-1 $\beta$ , IL-6 и IL-10 должны практически отсутствовать в норме [22].

Ряд авторов в экспериментальном исследовании динамики движения синовиальной жидкости определили, что направление ее циркуляции соответствует движению против часовой стрелки. При этом ученые отмечают, что наибольшая скорость потока наблюдается вблизи верхней поверхности суставного диска [23].

Будучи компонентом внутренней среды ВНЧС, синовиальная жидкость одна из первых реагирует на изменения микроциркуляции и состояния мягких тканей сустава. Анализ составляющих ее веществ может предоставить информацию не только о наличии и характере воспалительного процесса, но и способствовать определению начальных стадий заболеваний до появления дегенеративно-дистрофических изменений элементов ВНЧС.

### СУСТАВНОЙ ДИСК

Суставной диск (СД) имеет двояковогнутую форму, что позволяет ему адаптироваться к инконгруэнтности суставных поверхностей. Анатомически в сагитальном сечении диск можно разделить на три части: передний пучок (толщиной  $\approx 2$  мм), средняя часть ( $\approx 1$  мм)

и задний пучок ( $\approx 3$  мм). Общая длина СД составляет  $9,15 \pm 1,10$  мм. В каждой части диска морфологически выделяются поверхностные, покрывающие диск снаружи, и глубокие слои. Особенностью СД является его аваскулярность (не имеет собственного кровоснабжения): трофика происходит через синовиальную жидкость [24, 25]. Относительное соотношение объемов структур диска представлено в таблице [26].

Организация волокон различается в частях СД. Так, в его передней части содержатся плотные коллагеновые пучки, ориентированные преимущественно в поперечном направлении. Задний пучок представляет собой переплетение коллагеновых волокон в разных направлениях (переднезаднее, поперечное, косое). Вблизи переднего и заднего края диска в поверхностном слое располагаются эластиновые волокна. В средней части волокна коллагена и эластина параллельно расположены в переднезаднем направлении, что позволяет сопротивляться растяжению при движениях челюсти [27]. Однако такая их ориентация делает эту область менее устойчивой к растяжению в медиолатеральном направлении [28].

Коллагеновые волокна представлены шестью типами. I тип (70–80% от общего коллагена) преобладает во всех зонах диска. Он обеспечивает устойчивость к растяжению, механическим нагрузкам и анизотропные свойства диска (разная прочность в разных направлениях). II тип (10–20%) концентрируется в средней части СД, повышая его устойчивость к компрессионным нагрузкам. Коллагены III, VI, IX и XII типов присутствуют в меньших количествах в разных зонах диска. Так, III тип расположен сетчатыми волокнами в поверхностных слоях переднего и заднего пучка СД, обеспечивая эластичность и регенерацию. VI тип распределен по всему диску вокруг клеток (фибробластов и хондроцитов), формируя связь клеток с внеклеточным матриксом. IX тип, встречающийся в средней части СД, осуществляет связывание волокон II типа с протеогликанами и повышает устойчивость к деформациям. XII тип в поверхностных слоях и переходных зонах диска регулирует организацию коллагеновых фибрилл, чаще ассоциирован с коллагеном I типа.

Эластичные волокна состоят из эластина и фибриллина (2–5% от сухого веса диска). Они обеспечивают упругость и способность СД возвращаться в исходную форму после деформации. Располагаются в основном в заднем пучке и в промежуточной части СД. В составе имеются следующие протеогликаны: агрекан

(основной протеогликан, образующий крупные агрегаты с гиалуроновой кислотой); декорин и бигликан (связывают коллагеновые волокна, регулируют их организацию). Гликозаминогликаны (ГАГ) в большинстве представлены хондроитинсульфатом (60–70% ГАГ), который обеспечивает гидрофильность матрикса и удерживает воду. В меньшем объеме содержится кератансульфат (20–30%), который повышает устойчивость к сжатию, и гиалуроновая кислота, участвующая в формировании агрегатов протеогликанов и обеспечивающая вязкоупругие свойства суставного диска.

Вода составляет 74,5% от общего веса СД и распределяется в матриксе благодаря гидрофильным свойствам протеогликанов и ГАГ. Она играет ключевую роль в смазке сустава и передаче питательных веществ. Клеточный массив состоит из фибробластов ( $\approx 70\%$  клеток), хондроцитов ( $\approx 30\%$  клеток) и мезенхимальных стволовых клеток. Фибробласты синтезируют коллаген I типа и протеогликаны. Хондроциты локализованы в средней части СД и продуцируют коллаген II типа и агрекан; отвечают за регенерацию матрикса. Стволовые клетки обнаружены в периферических зонах, участвуют в восстановлении тканей. Среди других компонентов содержатся фибронектин и ламинин — гликопротеины, обеспечивающие адгезию клеток к матриксу, факторы роста (TGF- $\beta$ , IGF, FGF) — регулируют клеточную пролиферацию и дифференцировку, металлопротеиназы — участвуют в ремоделировании матрикса [29–32].

При заболеваниях ВНЧС наблюдается снижение содержания гликозамино- и протеогликанов, что приводит к потере амортизации диска. Истончение или перфорация диска является результатом деградации коллагеновых волокон. Фиброз или кальцификация наступает вследствие нарушения баланса фибробластов и хондроцитов [33]. Подобные изменения могут наблюдаться под влиянием нарушения обменных процессов в организме в целом, а также на локальном уровне вследствие потери нормального взаиморасположения элементов сустава.

Суставной диск в норме располагается между височной ямкой и головкой нижней челюсти таким образом, что его заднее утолщение находится в проекции от 11:30 до 12:30 часов условного циферблата [34]. Смещение диска может встречаться и при отсутствии жалоб пациентов. В частности, исследование пациентов со скелетными формами нарушения прикуса и асимметрией ветвей нижней челюсти показало, что, несмотря на отсутствие жалоб, смещение суставного диска выявлено

#### Относительный объем структур диска ВНЧС

##### Relative volume TMJ disk structure

Анатомическая часть	Слой ткани	Относительное количество клеток, %	Относительный объем волокон, %	Относительный объем внеклеточного матрикса (кроме волокон), %
Передний пучок	Поверхностный	4,4	88,7	6,9
	Глубокий	4,9	86,3	8,8
Средняя часть	Поверхностный	2,4	97,6	—
	Глубокий	2,8	97,0	0,2
Задний пучок	Поверхностный	4,1	88,5	7,4
	Глубокий	4,3	86,4	9,3



у 70% обследованных [35]. Парафункциональная активность жевательной мускулатуры, в частности латеральной крыловидной мышцы, приводит к смещению диска и его деформации [36], а синдром болевой дисфункции ВНЧС сопровождается дислокацией СД, чаще в переднем направлении ( $\approx 60\%$  обследованных) [37].

Сложная структурная организация и богатый биохимический состав суставного диска делают его строение уникальным, а функцию — оптимальной для выполнения сложных биомеханических задач. Однако аваскулярность и низкая регенеративная способность СД делают его уязвимым к повреждениям. Этот факт стимулирует развитие научных разработок в направлении тканевой инженерии (например, создание децеллюляризованных матриц).

### КОМПЛЕКС СВЯЗОК И БИЛАМИНАРНАЯ ЗОНА ВНЧС

В непосредственной близости к ВНЧС расположен следующий комплекс связок: капсулярная, височно-нижнечелюстная (латеральная), дисковые (коллатеральные), дисковисочные и дискочелюстные (передние и задние). Дополнительные связки (клиновидно-нижнечелюстная, шилонизнечелюстная и связка Пинто) считаются вспомогательными, поскольку в некоторой степени служат пассивными ограничителями движения нижней челюсти [38].

#### Капсулярная связка

Капсулярная связка является предметом обсуждений. Одни авторы считают ее отдельной связкой, другие — утолщением суставной капсулы. Данная структура расположена на латеральной стороне сустава, соединяет височную кость с головкой нижней челюсти. Передняя часть данной связки содержит больше коллагена, чем задняя ( $311,0 \pm 185,6$  против  $221,0 \pm 124,9$  мкг/мг) и характеризуется большей жесткостью: модуль упругости  $6,4 \pm 5,2$  против  $3,6 \pm 2,4$  МПа при 20%-ной деформации. Напряжение при разрыве передней части выше, чем у задней:  $1,1 \pm 0,7$  против  $0,6 \pm 0,4$  МПа.

Учеными обнаружено более высокое содержание коллагена у мужчин ( $339,6 \pm 170,6$  мкг/мг) по сравнению с женщинами ( $204,5 \pm 130,7$  мкг/мг). Данная особенность, вероятно, вносит свой вклад в развитие дисфункции ВНЧС у лиц женского пола. К функциям капсулярной связки относят удержание синовиальной жидкости внутри сустава, участие в регуляции смещения головки в нижнем и боковых направлениях, обеспечение проприоцептивной чувствительности за счет обильной иннервации [39].

#### Височно-нижнечелюстная (латеральная) связка

Височно-нижнечелюстная (латеральная) связка состоит из двух частей. Наружная (косая) часть идет от скулового отростка к шейке мышечкового отростка. Внутренняя (горизонтальная) часть соединяет скуловой отросток с латеральным полюсом головки нижней челюсти. Наружная часть ограничивает смещение мышечка вниз, внутренняя — заднее смещение.

#### Дисковые (коллатеральные) связки

Медиальная и латеральная коллатеральные связки прикрепляют боковые края СД к медиальному и латеральному полюсам головки нижней челюсти соответственно. Размер латеральной связки преобладает над медиальной. Коллатеральные связки ограничивают смещение диска от головки нижней челюсти, обеспечивают пассивное движение диска вместе с головкой при открывании/закрывании рта, позволяют диску совершать вращение на суставной поверхности, обеспечивая шарнирное движение.

#### Дисковисочные и дискочелюстные связки (передние и задние)

Передние дисковисочные и дискочелюстные связки обеспечивают контроль избыточного дистального смещения СД. Задние дисковисочные и дискочелюстные связки формируют пластины (ламинаы) задисковой области или биламинарной зоны ВНЧС. Задняя дискочелюстная связка (нижняя пластинка) прикрепляется к надкостнице головки примерно на 8–10 мм ниже ее верхушки. Она образована толстыми коллагеновыми волокнами (преимущественно I типа) и не содержит эластических волокон. При смыкании зубных рядов пластинка растягивается, а при вращении головки нижней челюсти во время открывания рта — изгибается. Считается, что нижняя пластинка предотвращает чрезмерное смещение диска относительно головки при вращательных движениях нижней челюсти.

Задняя дисковисочная связка (верхняя пластинка), в отличие от нижней, тоньше и прикрепляется к надкостнице височной ямки кпереди от чешуйчато-барабанной и каменисто-барабанной щелей. Она содержит более тонкие коллагеновые и эластические волокна (до 18% от общего состава волокон). В положении сомкнутых зубных рядов верхняя пластинка уплотняется, при открывании рта или протрузии нижней челюсти — растягивается. В отношении клеточного состава пластинок выделяют располагающиеся на поверхности фибробласты (7,7% площади) и находящиеся в глубоком слое синовиальные клетки (типы А и В), хондроциты в норме отсутствуют [40, 41].

#### Биламинарная зона (задисковое пространство)

Между пластинами располагается рыхлая соединительная ткань с кровеносными и лимфатическими сосудами, а также нервными окончаниями. По всей площади пластин расположены волокна коллагена I типа, а также тонкие коллагеновые волокна III типа. Кровоснабжение биламинарной зоны осуществляется поверхностными височными артериями и ветвями верхнечелюстной артерии, представленными передними барабанными и глубокими ушными артериями. Артерии и артериолы состоят из толстых стенок, содержащих до четырех слоев мышц в средней оболочке сосудов. Напротив, стенки вен тонкие, эндотелиальные сосудистые синусы находятся в матрице рыхлой соединительной ткани. Задисковое пространство иннервируется одной-тремя коллатеральными и терминальными ветвями ушно-височного нерва, которые проходят через задненаружную поверхность ВНЧС [42].

Кровеносные сосуды задисковой области связаны с крыловидным венозным сплетением, расположенным кпереди и медиальнее головки нижней челюсти. При открывании рта кровь оттекает назад и латерально, заполняя расширенное пространство позади головки, а при закрывании — стекает в крыловидное сплетение [43].

#### Другие связи: клиновидно-нижнечелюстная, шилонизнечелюстная и дискомолоточковая

Клиновидно-нижнечелюстная связка протягивается от ости клиновидной кости к язычку, прикрывающему отверстие нижней челюсти у входа в нижнечелюстной канал. Шилонизнечелюстная связка соединяет шиловидный отросток с углом и задним краем ветви нижней челюсти. Функция данных связок — ограничение избыточной трансляции головки. Дискомолоточковая связка (в литературе также упоминается как дискомалеолярная, от англ. *discomalleolar*), или связка Пинто (по имени первооткрывателя, 1962 г.), играет важную роль в возникновении ушных симптомов (боль в области уха, снижение или потеря слуха, заложенность или шум в ушах) синдрома болевой дисфункции ВНЧС. Связка проходит из среднего уха (от молоточка) через каменисто-барабанную щель в нижнечелюстную вырезку, где соединяется с диском и капсулой. Форма и размер данной связки варьируют, средняя площадь составляет  $29,0 \pm 0,83 \text{ мм}^2$  [44].

Комплекс связок ВНЧС играет ключевую роль в стабилизации сустава, а их структурные и функциональные особенности напрямую влияют на риск развития и проявления различных патологических состояний. Биламнарная зона является ключевой структурой, обеспечивающей стабильность и подвижность суставного диска. Несмотря на значительный прогресс в научных исследованиях, остается ряд нерешенных вопросов о точном гистологическом строении связок и особенностях их функциональной адаптации.

#### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Каждая анатомическая единица организма уникальна по своему строению и вкупе с другими участвует в реализации сложных процессов жизнедеятельности

организма. Особенность ВНЧС заключается в возможности совершать вращательное и скользящее движение одновременно благодаря эллипсоидному строению и наличию суставного диска. Данная специфика требует большой эластичности тканевых структур сустава, что объясняет их многослойную организацию с региональными различиями в его разных сегментах.

В отличие от других синовиальных суставов, хрящ в своем составе имеет коллагеновые волокна и обладает значительной механической прочностью. Клетки синовиальной мембраны способны к экспрессии эстрогенового рецептора  $\alpha$ , что подчеркивает их ключевую в гормонально-зависимых физиологических и патологических процессах. Избыточная активация данного рецептора может стимулировать синтез коллагена, способствуя фиброзным изменениям. Под влиянием эстрогена фибробласты могут способствовать развитию ревматоидного артрита.

Изменение концентрации компонентов синовиальной жидкости ВНЧС может служить биохимическим маркером воспаления и дегенеративных изменений элементов сустава. Истончение или перфорация диска обусловлены снижением количества гликозамино- и протеогликанов в его составе под действием повышенной механической нагрузки. Растяжение или разрыв связок при травме или гипермобильности сустава проявляется вследствие нарушения ориентации коллагеновых волокон. Дегенеративные процессы в ВНЧС, инициированные гипоксией тканей, возникают под воздействием компрессии биламнарной зоны из-за нарушения взаиморасположения элементов сустава.

Изучение морфологии мягких тканей ВНЧС в норме объединяет фундаментальную науку и клиническую практику. Дальнейшие междисциплинарные исследования будут способствовать углублению знаний и пониманию роли элементов сустава в развитии патологии, откроют новые перспективы для разработки эффективных методов диагностики и лечения пациентов с расстройствами ВНЧС.

Поступила/Received: 05.04.2025

Принята в печать/Accepted: 25.07.2025

#### ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES:

1. Трезубов В.Н., Булычева Е.А., Чикунев С.О., Быстрова Ю.А., Кусевский Л.Я., Быстров А.Г., Розов Р.А., Спицына О.Б., Синицина Т.М. Заболевания височно-нижнечелюстного сустава (ВНЧС) и жевательных мышц: учебное пособие. — СПб.: Человек, 2021. — С. 32—39.  
[Trezubov V.N., Bulychева E.A., Chikunov S.O., Bystrova Yu.A., Kusevitsky L.Ya., Bystrov A.G., Rozov R.A., Spitsyna O.B., Sinitsina T.M. Diseases of the temporomandibular joint (TMJ) and masticatory muscles: handbook. — Saint-Petersburg: Human, 2021. — Pp. 32—39 (In Russian)].
2. Булычева Е.А., Булычева Д.С. Рентгеноанатомические особенности при заболеваниях височно-нижнечелюстного сустава. — *Клиническая стоматология*. — 2023; 2: 66—74.

- [Bulychева E.A., Bulychева D.S. X-ray and anatomical features of the temporomandibular joint disorders. — *Clinical Dentistry (Russia)*. — 2023; 2: 66—74 (In Russian)]. [eLibrary ID: 54167528](#)
3. Трезубов В.Н., Булычева Е.А., Мишнев Л.М., Абакаров С.И., Кусевский Л.Я., Быстрова Ю.А., Быстров А.Г., Розов Р.А., Спицына О.Б. Биомеханика жевательного аппарата, физиология и патология височно-нижнечелюстного сустава и жевательных мышц (Гнатология): учебное пособие. — СПб.: РИЦ ПСПбГМУ, 2020. — С. 24—39, 53.  
[Trezubov V.N., et al. Biomechanics of the masticatory apparatus, physiology and pathology of the temporomandibular joint and masticatory muscles (Gnathology). — Saint-Petersburg: Pavlov University, 2020. — Pp. 24—39, 53 (In Russian)].

DOI: 10.37988/1811-153X.2025.3.158

4. Арутюнов С.Д., Мишнев Л.М., Трезубов В.Н. Прикладная анатомия и физиология жевательно-речевого аппарата. — В кн.: Арутюнов С.Д., Трезубов В.Н. (ред.) Клиническая стоматология. Том II. Пропедевтические аспекты клинической стоматологии. — М.: Практическая медицина, 2020. — С. 11—15.  
[Arutyunov S.D., Mishnev L.M., Trezubov V.N. Applied anatomy and physiology of the masticatory-speech apparatus. — In: Arutyunov S.D., Trezubov V.N. (eds.). Clinical dentistry. Vol. II. Propaedeutic aspects of clinical dentistry. — Moscow: Practical medicine, 2020. — Pp. 11—15 (In Russian)].
5. Ruggiero L., Zimmerman B.K., Park M., Han L., Wang L., Burris D.L., Lu X.L. Roles of the fibrous superficial zone in the mechanical behavior of tmj condylar cartilage. — *Ann Biomed Eng.* — 2015; 43 (11): 2652—62. [PMID: 25893511](#)
6. Губайдуллин И.Р., Астахова М.И., Кузнецова Л.И., Кузнецова Н.С. Морфологические особенности суставного хряща височно-нижнечелюстного сустава. — *Журнал научных статей Здоровье и образование в XXI веке.* — 2017; 8: 164—165.  
[Gubaydullin I.R., Astakhova M.I., Kuznetsova L.I., Kuznetsova N.S. Morphological features of the articular cartilage of the temporomandibular joint. — *Health and Education Millennium.* — 2017; 8: 164—165 (In Russian)]. [eLibrary ID: 29185960](#)
7. Xu M., Zhang X., He Y. An updated view on temporomandibular joint degeneration: insights from the cell subsets of mandibular condylar cartilage. — *Stem Cells Dev.* — 2022; 31 (15—16): 445—459. [PMID: 35044232](#)
8. Carvalho de Moraes L.O., Tedesco R.C., Arraez-Aybar L.A., Klein O., Mérida-Velasco J.R., Alonso L.G. Development of synovial membrane in the temporomandibular joint of the human fetus. — *Eur J Histochem.* — 2015; 59 (4): 2569. [PMID: 26708184](#)
9. Iturriaga V., Bornhardt T., Velasquez N. Temporomandibular joint: Review of anatomy and clinical implications. — *Dent Clin North Am.* — 2023; 67 (2): 199—209. [PMID: 36965926](#)
10. Li Y., Cai H., Fang W., Meng Q., Wu Y., Li J., Deng M., Long X. Triple-layered cell sheet for tissue-engineering the synovial membrane of the temporomandibular joint. — *Cells Tissues Organs.* — 2014; 199 (2—3): 150—8. [PMID: 24853469](#)
11. Angelo D.F., Gil F.M. Tissue engineering in temporomandibular joint reconstruction. — *Atlas Oral Maxillofac Surg Clin North Am.* — 2022; 30 (2): 235—246. [PMID: 36116883](#)
12. Купырев И.В., Дробышев А.Ю., Свиридов Е.Г. Особенности морфо-функционального состояния височно-нижнечелюстного сустава у пациентов с гнатической формой вертикальной резцовой дизокклюзии. — *Голова и шея.* — 2021; 2: 27—37.  
[Kupyrev I.V., Drobyshev A.Y., Sviridov E.G. The morpho-functional state of the temporomandibular joint in patients with gnathic form of vertical incisal disocclusion. — *Head and Neck.* — 2021; 2: 27—37 (In Russian)]. [eLibrary ID: 45724710](#)
13. Yoshida H., Ishikawa H., Himejima A., Ikeda H., Tani M., Taniguchi R., Iseki T., Tsutsumi Y. Transmission electron microscopic study of the surface layer of surgical resected disc specimens in human temporomandibular joint. — *Med Mol Morphol.* — 2024; 57 (1): 76—81. [PMID: 38071257](#)
14. Ferreira N.D.R., Sanz C.K., Raybolt A., Pereira C.M., DosSantos M.F. Action of hyaluronic acid as a damage-associated molecular pattern molecule and its function on the treatment of temporomandibular disorders. — *Front Pain Res (Lausanne).* — 2022; 3: 852249. [PMID: 35369538](#)
15. Wen S., Iturriaga V., Vásquez B., Del Sol M. Comparison of four treatment protocols with intra-articular medium molecular weight hyaluronic acid in induced temporomandibular osteoarthritis: An experimental study. — *Int J Mol Sci.* — 2023; 24 (18): 14130. [PMID: 37762430](#)
16. Hui A.Y., McCarty W.J., Masuda K., Firestein G.S., Sah R.L. A systems biology approach to synovial joint lubrication in health, injury, and disease. — *Wiley Interdiscip Rev Syst Biol Med.* — 2012; 4 (1): 15—37. [PMID: 21826801](#)
17. Коротких Н.Г., Морозов А.Н., Келейникова В.А., Дремина И.В., Попович А.Л. Эндоскопические и лабораторные данные в диагностике травматических повреждений височно-нижнечелюстного сустава. — *Стоматология.* — 2013; 5: 22—24.  
[Korotkikh N.G., Morozov A.N., Keleĭnikova V.A., Dremi-na I.V., Popovich A.L. Endoscopic and laboratory data in diagnostics of traumatic TMJ lesions. — *Stomatology.* — 2013; 5: 22—24 (In Russian)]. [eLibrary ID: 21084663](#)
18. Cardoneanu A., Macovei L.A., Burlui A.M., Mihai I.R., Bratoiu I., Rezus I.I., Richter P., Tamba B.I., Rezus E. Temporomandibular joint osteoarthritis: Pathogenic mechanisms involving the cartilage and subchondral bone, and potential therapeutic strategies for joint regeneration. — *Int J Mol Sci.* — 2022; 24 (1): 171. [PMID: 36613615](#)
19. Chęciński M., Chęcińska K., Cholewa-Kowalska K., Romańczyk K., Chlubek D., Sikora M. Intra-articular physiological saline in temporomandibular disorders may be a treatment, not a placebo: A hypothesis, systematic review, and meta-analysis. — *J Clin Med.* — 2024; 13 (21): 6613. [PMID: 39518752](#)
20. Zhang D., Zhang Y., Xia S., Shen P., Yang C. Metabolic profiling of synovial fluid in human temporomandibular joint osteoarthritis. — *Front Immunol.* — 2024; 15: 1335181. [PMID: 38529278](#)
21. Bertotti M., de Moraes L.O.C., de la Sen Ó., Herrero-Álvarez S., Amorós C.M., Mérida-Velasco J.R., Martín-Granizo R. Correlation of biochemical markers in temporomandibular synovial fluid with Wilkes classification and arthroscopic findings. — *J Craniomaxillofac Surg.* — 2025; 53 (6): 692—696. [PMID: 39988529](#)
22. Kristensen K.D., Alstergren P., Stoustrup P., Küseler A., Herlin T., Pedersen T.K. Cytokines in healthy temporomandibular joint synovial fluid. — *J Oral Rehabil.* — 2014; 41 (4): 250—6. [PMID: 24575711](#)
23. Xu Y., Zhan J.M., Zheng Y.H., Han Y., Zhang Z.G., Xi C. Computational synovial dynamics of a normal temporomandibular joint during jaw opening. — *J Formos Med Assoc.* — 2013; 112 (6): 346—51. [PMID: 23787012](#)
24. Булычева Е.А., Чикунов С.О., Кончаковский А.В., Волковой О.А., Булычева Д.С. Изучение биомеханики нижней челюсти с помощью аксиографии: учебное пособие для занятий студентов V курса стоматологического факультета. — СПб.: Человек, 2017. — С. 5—7  
[Bulycheva E.A., Chikunov S.O., Konchakovsky A.V., Volkova O.A., Bulycheva D.S. Study of mandibular biomechanics using axialography: A practical manual for fifth-year dental students. — Saint-Petersburg: Human, 2017. — Pp. 5—7 (In Russian)].
25. Luo D., Qiu C., Zhou R., Yu W., Li X., Yang J. MRI-based observation of the size and morphology of temporomandibular joint articular disc and condyle in young asymptomatic adults. — *Dentomaxillofac Radiol.* — 2022; 51 (3): 20210272. [PMID: 34644186](#)



26. Изатулин В.Г., Лебединский В.Ю., Шеломенцев Е.В., Кондрашин С.Ю. Морфогенез внутрисуставного диска височно-нижнечелюстного сустава. — *Сибирский медицинский журнал (Иркутск)*. — 2016; 5: 14—17.  
[Izatulin V.G., Lebedinsky V.Y., Shelomentsev E.V., Kondrashin S.Y. Morphogenesis of intra-articular disc of the temporomandibular joint. — *Siberian medical journal (Irkutsk)*. — 2016; 5: 14—17 (In Russian)]. [eLibrary ID: 27511176](#)
27. Runci Anastasi M., Cascone P., Anastasi G.P., Santoro G., Nicita F., Picciolo G., Favaloro A., Rizzo G., Cutroneo G. Articular disc of a human temporomandibular joint: Evaluation through light microscopy, immunofluorescence and scanning electron microscopy. — *J Funct Morphol Kinesiol*. — 2021; 6 (1): 22. [PMID: 33669061](#)
28. Palla S. Anatomy and pathophysiology of the temporomandibular joint. — In: Klineberg I., Eckert S.E. (eds.) *Functional occlusion in restorative dentistry and prosthodontics*. — Elsevier, 2016. — Pp. 67—85. [DOI: 10.1016/B978-0-7234-3809-0.00006-1](#)
29. Kiga N. Histochemistry for studying structure and function of the articular disc of the human temporomandibular joint. — *Eur J Histochem*. — 2012; 56 (1): e11. [PMID: 22472889](#)
30. Wright G.J., Coombs M.C., Hepfer R.G., Damon B.J., Bacro T.H., Lechlop M.K., Slate E.H., Yao H. Tensile biomechanical properties of human temporomandibular joint disc: Effects of direction, region and sex. — *J Biomech*. — 2016; 49 (16): 3762—3769. [PMID: 27743627](#)
31. Eder J., Tonar Z., Schmid-Schwap M., Bristela M., Skolka A., Traxler H., Piehslinger E., Egerbacher M., Trattnig S., Witter K. Regional collagen fiber network in the articular disc of the human temporomandibular joint: Biochemical 3-tesla quantitative magnetic resonance imaging compared to quantitative histologic analysis of fiber arrangement. — *J Oral Facial Pain Headache*. — 2018; 32 (3): 266—276. [PMID: 30036886](#)
32. Trindade D., Cordeiro R., José H.C., Ângelo D.F., Alves N., Moura C. Biological treatments for temporomandibular joint disc disorders: Strategies in tissue engineering. — *Biomolecules*. — 2021; 11 (7): 933. [PMID: 34201698](#)
33. Pucci R., Vellone V., Ramieri V., Cascone P., Della Rocca C. Histological findings in TMJ treated with high condilectomy for internal derangement. — *J Craniomaxillofac Surg*. — 2018; 46 (8): 1185—1191. [PMID: 29880328](#)
34. Bouloux G.F. The use of synovial fluid analysis for diagnosis of temporomandibular joint disorders. — *Oral Maxillofac Surg Clin North Am*. — 2018; 30 (3): 251—256. [PMID: 29861340](#)
35. Зангиева О.Т., Епифанов С.А., Штемпель М.С., Шомин Е.А., Крайнюкова Л.А. Взаимосвязь смещения диска височно-нижнечелюстного сустава со скелетными формами патологии окклюзии. — *Клиническая стоматология*. — 2024; 2: 60—64.  
[Zangieva O.T., Epifanov S.A., Shtempel M.S., Shomin E.A., Krainyukova L.A. Relationship between temporomandibular joint disc displacement and skeletal forms of malocclusion. — *Clinical Dentistry (Russia)*. — 2024; 2: 60—64 (In Russian)]. [eLibrary ID: 67957617](#)
36. Бутюгин И.А., Булычева Е.А., Трезубов В.Н., Найданова И.С., Алпатьева Ю.В., Булычева Д.С. Статистическая характеристика электрической активности жевательных мышц при их функциональных нарушениях и патологии опорных тканей зубов. — *Клиническая стоматология*. — 2024; 3: 98—107.  
[Butyugin I.A., Bulycheva E.A., Trezubov V.N., Naidanova I.S., Alpatyeva Ju.V., Bulycheva D.S. The statistical characteristics of the electrical activity of the masticatory muscles in their functional impairments and pathology of the supporting tissues of the teeth. — *Clinical Dentistry (Russia)*. — 2024; 3: 98—107 (In Russian)]. [eLibrary ID: 71035257](#)
37. Комолов И.С., Васильев А.Ю. Магнитно-резонансная томография в оценке влияния смещений суставного диска на формирование болевого синдрома при дисфункции височно-нижнечелюстного сустава. — *Радиология — практика*. — 2018; 2 (68): 20—27.  
[Komolov I.S., Vasil'ev A.Yu. Magnetic resonance imaging in assessment of the effect of displacements of the articular disc in the formation of the pain syndrome in dysfunction of the temporomandibular joint. — *Radiology and Practice*. — 2018; 2 (68): 20—27 (In Russian)]. [eLibrary ID: 35176841](#)
38. González-García R., Gil-Díez Usandizaga J.L., Rodríguez-Campo F.J. Arthroscopic anatomy and lysis and lavage of the temporomandibular joint. — *Atlas Oral Maxillofac Surg Clin North Am*. — 2011; 19 (2): 131—44. [PMID: 21878248](#)
39. Hill C.N., Coombs M.C., Cisewski S.E., Durham E.L., Bonthius D.J., Gardner G.M., Lopez E.C., Wilson M.B., Cray J.J., Yao H. Structure-function relationships of TMJ lateral capsule-ligament complex. — *J Biomech*. — 2022; 130: 110889. [PMID: 34871896](#)
40. Farfán C., Quidel B., Borie-Echevarría E., Fuentes R. Anatomical and histological components of the bilaminar zone of the temporomandibular joint. A narrative review. — *International Journal of Morphology*. — 2021; 2: 477—483.  
[DOI: 10.4067/S0717-95022021000200477](#)
41. Bordoni B., Varacallo M.A. Anatomy, head and neck, temporomandibular joint. — StatPearls, 2025. [PMID: 30860721](#)
42. Mérida-Velasco J.R., de la Cuadra-Blanco C., Pozo Kreilinger J.J., Mérida-Velasco J.A. Histological study of the extratympanic portion of the discomalleolar ligament in adult humans: a functional hypothesis. — *J Anat*. — 2012; 220 (1): 86—91. [PMID: 22050648](#)
43. Coombs M.C., Petersen J.M., Wright G.J., Lu S.H., Damon B.J., Yao H. Structure-function relationships of temporomandibular retrodiscal tissue. — *J Dent Res*. — 2017; 96 (6): 647—653. [PMID: 28530471](#)
44. Runci Anastasi M., Macchi V., Vellone V., Nastro Siniscalchi E., Anastasi G., Morra A., Porzionato A., De Caro R., De Ponte F.S., Cascone P. The discomalleolar ligament: anatomical, microscopical, and radiologic analysis. — *Surg Radiol Anat*. — 2020; 42 (5): 559—565. [PMID: 31982932](#)

DOI: 10.37988/1811-153X\_2025\_3\_160

[A.I. Alnuaimy](#)<sup>1</sup>,

DDS, MSc, lecturer of the Department of Oral and Maxillofacial Radiology

[S.J. Mahmood](#)<sup>2</sup>,

DDS, MSc, assistant professor of the Oral medicine Department

[F. Alhamdani](#)<sup>3</sup>,

DDS, MSc, PhD, full professor of the Oral and maxillofacial surgery and oral diagnostic Department

[M.K. Mohammed Ali](#)<sup>4</sup>,

DDS, MSc specialist at the Oral and Maxillofacial Radiology Department

[R.M. Al-Bayati](#)<sup>4</sup>,

DDS, MSc, specialist at the Oral and Maxillofacial Radiology Department

<sup>1</sup> Al-Iraqia University, 10071, Baghdad, Iraq<sup>2</sup> Mustansiriyah University, 14022, Baghdad, Iraq<sup>3</sup> Ibn Sina University of Medical and Pharmaceutical Science, 10064, Baghdad, Iraq<sup>4</sup> Al-Sadir Specialized Dental Center, 10059, Baghdad, Iraq

## Putative measurement for alarming orthopantomogram relationship between mandibular third molar and inferior alveolar canal proved by CBCT: A cross-sectional study

**Abstract.** Cone-beam computed tomography (CBCT) provides three-dimensional assessment of the relationship between mandibular third molars (MTMs) and the inferior alveolar canal (IAC). It is crucial for reducing post-operative surgical complications. However, it might not be always available. However, orthopantomograms (OPG) remain the first-line investigation and help determine the need for further CBCT evaluation. Objective — to determine possible alarming OPG radiographic features in terms of the relationship between impacted lower third molar and IAC. **Materials and methods.** Total 85 patients with 113 mandibular third molars were evaluated. OPG images were examined according to Rood and Shehab's criteria. Root deflection, root darkening, and interruption of the white line were identified. Then, all cases underwent further examination with CBCT to determine the spatial relationship between MTMs and IAC and measure the distance between them. The results were classified into safe ( $\geq 2$  mm) and high-risk ( $< 2$  mm) groups. **Results.** According to OPG results, root deflection was the most common radiographic sign (53.1%), followed by root darkening (38%) and interruption of the white line (8.8%). The IAC was most frequently positioned buccally (49.5%), followed by inferiorly (31.8%) and lingually (18.5%) in CBCT imaging. A strong connection was noticed between the OPG radiographic signs and CBCT-measured distances. Of the 113 MTMs, 59.3% were categorized as high risk ( $< 2$  mm), comprising 47.8% root deflection. The root darkening was more frequently correlated with the safe distance group (33.6%). **Conclusion.** Despite that OPG findings can predict the nature of the relationship between IAC and MTM, it is not useful in assessing the distance. However, it can be suggested that root deflection in the OPG radiograph might carry more nerve injury risk than other radiographic findings. This is based on the fact that distance of  $\leq 2$  mm between the MTM and the IAC would increase the risk of nerve injury.

**Key words:** mandibular third molars, inferior alveolar nerve, orthopantomogram, OPG, cone-beam computed tomography, CBCT

### FOR CITATION:

Alnuaimy A.I., Mahmood S.J., Alhamdani F., Mohammed Ali M.K., Al-Bayati R.M. Putative measurement for alarming orthopantomogram relationship between mandibular third molar and inferior alveolar canal proved by CBCT: A cross-sectional study. *Clinical Dentistry (Russia)*. 2025; 28 (3): 160—166. DOI: 10.37988/1811-153X\_2025\_3\_160

[А.И. Альнуайми](#)<sup>1</sup>,

доктор наук, преподаватель кафедры стоматологии и челюстно-лицевой радиологии

[С.Дж. Махмуд](#)<sup>2</sup>,

доктор наук, доцент кафедры стоматологической медицины

[Ф. Альхамдани](#)<sup>3</sup>,

доктор наук в стоматологии, профессор, зав. кафедрой стоматологической и челюстно-лицевой хирургии и стоматологической диагностики

[М.К. Мохаммед Али](#)<sup>4</sup>,

доктор наук, специалист кафедры стоматологии и челюстно-лицевой радиологии

## Оценка риска взаимоотношения нижнего зуба мудрости и нижнечелюстного канала на ортопантомограмме с подтверждением методом КЛКТ: одномоментное исследование

**Реферат.** Конусная лучевая компьютерная томография (КЛКТ) обеспечивает трехмерную оценку связи между третьими молярами нижней челюсти и каналом нижней челюсти. Это имеет решающее значение для снижения послеоперационных хирургических осложнений. Однако она может быть не всегда доступна. Тем не менее ортопантомограммы (ОПТГ) остаются первоочередным методом исследования и помогают определить необходимость дальнейшей оценки с помощью КЛКТ. Цель — определить рентгенологические признаки взаимоотношения корней третьих моляров нижней челюсти и канала нижней челюсти по данным ОПТГ. **Материалы и методы.** Было обследовано 85 пациентов с 113 нижними третьими молярами. Полученные ОПТГ были изучены в соответствии с критериями Rood и Shehab. Были выявлены отклонение корня, потемнение корня и прерывание белой линии. Затем все случаи прошли дополнительное обследование с помощью КЛКТ для определения пространственного

Р.М. Аль-Баяти<sup>4</sup>,  
доктор наук, специалист кафедры  
стоматологии и челюстно-лицевой  
радиологии

<sup>1</sup> Иракский университет,  
10071, Багдад, Ирак

<sup>2</sup> Университет Мустансирия,  
14022, Багдад, Ирак

<sup>3</sup> Университет медицинских и фар-  
мацевтических наук им. Ибн Сины,  
10064, Багдад, Ирак

<sup>4</sup> Специализированный стомато-  
логический центр Аль-Садира,  
10059, Багдад, Ирак

отношения между МТМ и ИАС и измерения расстояния между ними. Результаты были классифицированы на безопасные ( $\geq 2$  мм) и высокорисковые группы ( $< 2$  мм). **Результаты.** На ОПТГ отклонение корня было наиболее распространенным рентгенологическим признаком — 53,1% случаев, за ним следовали потемнение корня (38%) и прерывание белой линии (8,8%). На КЛКТ ИАС чаще всего, в 49,5% случаев, располагался в буккальной области, за ним следовали нижняя (31,8%) и лингвальная (18,5%) области. Была отмечена сильная связь между рентгенологическими признаками на ОПТГ и расстояниями, измеренными с помощью КЛКТ. Из 113 третьих моляров 59,3% были отнесены к группе высокого риска ( $< 2$  мм), включая 47,8% случаев отклонений корня. Потемнение корня чаще коррелировало с группой безопасного расстояния (33,6%). **Заключение.** Хотя результаты ОПТГ могут предсказать характер взаимосвязи между ИАС и МТМ, они не полезны для оценки расстояния. Однако можно предположить, что отклонение корня на ОПТГ может нести больший риск повреждения нерва, чем другие рентгенологические признаки. Это основано на том факте, что расстоянием  $\leq 2$  мм между МТМ и ИАС увеличивает риск повреждения нерва.

**Ключевые слова:** нижние третьи моляры, нижнечелюстной нерв, ортопантомограмма, ОПТГ, конусно-лучевая компьютерная томография, КЛКТ

#### ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ:

Alnuaimy A.I., Mahmood S.J., Alhamdani F., Mohammed Ali M.K., Al-Bayati R.M. Putative measurement for alarming orthopantomogram relationship between mandibular third molar and inferior alveolar canal proved by CBCT: A cross-sectional study. — *Клиническая стоматология*. — 2025; 28 (3): 160—166. DOI: 10.37988/1811-153X\_2025\_3\_160

## INTRODUCTION

Extraction of mandibular third molars (MTMs) is a common surgical procedure dentists and maxillofacial surgeons perform in dental clinics [1, 2]. Like any other surgical intervention, it has different kinds of postoperative complications. Generally, these complications are considered minor and infrequent, with varying incidences and severity [3]. The minor complications are pain, edema, and a decrease in the opening of the mouth; however, these symptoms usually disappear within a few days after the surgery [4].

Injury to the inferior alveolar nerve (IAN) is considered the most serious complications that arise after extraction of the mandibular third molar (MTM) with potential long-term consequences [5]. The reported incidence of temporary IAN injury varies from 0.4% to 8.4% [6], with a permanent injury rate of less than 1% [7]. These complications will affect patients physically and psychologically, so it is crucial to assess the risk of IAN damage accurately and explain these unpleasant events to the patients before surgery verbally or by obtaining consent.

The outcomes of surgical extraction of third molars are significantly affected by the anatomical variations of the IAN. Nerve injuries can occur due to altered nerve position or close proximity between the IAN and mandibular third molars (MTMs) resulting in sensory disturbances like, hypoesthesia, paresthesia or even permanent numbness. Several studies used radiographic signs on panoramic radiographs to prevent these complications, which may suggest a close relationship between the mandibular canal and mandibular third molars [8, 9].

Because panoramic radiography has limitations in that it provides information in only two dimensions, its images would not be accurate in assessing the proximity of the inferior alveolar canal (IAC) to the roots of the mandibular third molar teeth [10, 11]. Suppose the panoramic radiograph reveals a close relationship (direct contact) between the root

of the third molar and the IAC. In that case, CBCT is recommended to verify the anatomical relationship in a three-dimensional view [12].

The 3-dimensional views provided by CBCT will help the surgeons have more information about direct contact, whether accurate or not. In addition, it will provide accurate measurements of the distance between the root of the third molar and the canal. Several CT radiographic features such as distance between MTM and IAC cortication status of IAC, IAC position of IAC to MTM, and type of contact are associated with increased risk of IAN damage [13—15]. The present study aims to reveal the role of CBCT in accurately assessing the direct contact seen by OPG, helping the surgeon set a proper treatment plan, and avoiding injury to the IAN.

## MATERIALS AND METHODS

Patients attended Alfalah Secondary Center (Baghdad, Iraq) between June 2023 to December 2024 (18 months) were examined. There were 85 patients with 113 lower third molars were included. These patients were referred by dentists from the surrounding dental health centers or came directly with symptoms like pain, swelling, infection, difficulty in mouth opening. Based on patient availability over an 18-month year age group, the sample size of our study was established. The age range for the included sample was 19—32 years with a mean of 24.3 year. The study sample comprised 62 females and 23 males.

All patients underwent through the same orthopantomography (OPG) imaging, which revealed a close relation between the MTM and the IAC. Based on these findings, CBCT was needed for further assessment before referral to the oral surgeon. Based on a previous study with a sample of 308 from the same population, the included sample size achieves 80% level of confidence.

The cone beam computed tomography (CBCT) used in the study is a Kodak 9500 cone beam 3D system. The field



of view was “Large” mode (18 cm height and 20.6 cm diameter). The tube of current is 10 mA with a tube voltage of 90 kV and exposure time of 10.08 seconds with a voxel size of 300.

Two radiologists with at least two years of experience in OPG and CBCT diagnosis evaluate both the OPG and CBCT findings. If there are any disagreements between them, this would be resolved after a discussion till they reach a consensus. After 30 days; half of the panoramic radiographs and CBCT images were collected and re-assessed by both examiners randomly.

Criteria that determine the relationship of MTM to IAC followed Rood and Shehab's established signs [7, 8]. Four of these signs were tooth-related (darkening, root deflection, root narrowing, and a bifid apex). The other three were canal-related signs (diversion, narrowing, and interruption in the canal white line) [9] (fig. 1). On the CBCT images, the position of the mandibular canal IAV in relation to the MTM was evaluated and classified as: buccal, lingual, and inferior position.

The images were evaluated in all three dimensions: sagittal, coronal, and axial plane.

We selected a radiographic relationship of the mandibular third molar to the IAC that we obtained in panoramic radiographs. Our first primary variable was both tooth-related and canal-related criteria. The secondary variable was CBCT-related. All the OPG 7 signs were examined against the actual CBCT findings. The focus of the CBCT examination was to establish the actual distance between MTM and IAC. Two millimeters were set as a demarcation between what is dangerous or safe in terms of distance relationship.

In our study we considered 2 mm or more between the MTM and IAC as a “safe distance”. Existing literature indicated that distance greater than 2 mm minimize the risk of (IAN) injury during extraction [16].

Both descriptive and inferential statistics were used in this study. Pearson correlation was used to determine the relationship between continuous variables, whereas Chi-Square Test was used to assess the relationship between nominal variables. P value < 0.05 was considered for significant relationship.

## RESULTS

The patients were referred with panoramic images indicating possible contact between mandibular third molars and inferior alveolar canal. These images were evaluated according to Rood's criteria [17]. The root deflection was the most common among the radiographic signs observed, suggesting a substantial likelihood of a close relationship between MTMs and the IAC, which was observed in almost half (60) of the cases. Darkening of the root was the second most frequent radiographic sign that was found in 43 cases. Meanwhile, the interruption of the white line of the canal was the least frequent, and it was found in 10 cases only. There was no significant relationship (chi-square test) between the patient's gender and OPG signs ( $p=0.705$ ; table 1).

All 85 patients underwent CBCT imaging to investigate the position of the IAC to the MTMs. The CBCT showed three kinds of positional relationship: the first group, where the majority of cases 56 were positioned buccally relative to MTMs. The second common relationship was the canal's

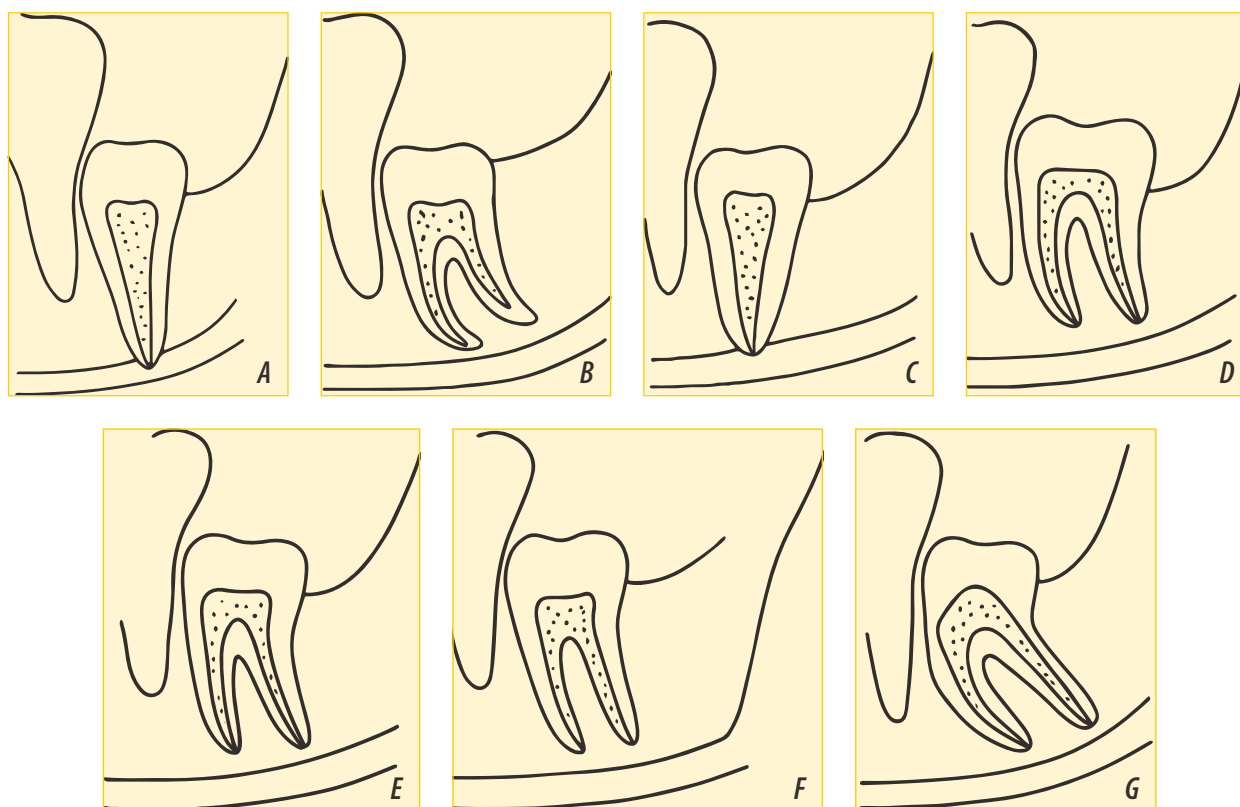


Fig. 1. Rood and Shehab classification of radiographic signs: A — root darkening, B — root deflection, C — root narrowing, D — dark line in apex, E — loss of white line, F — inferior alveolar nerve (IAN) narrowing, G — IAN diversion

inferior position, which was observed in 36 cases. Meanwhile, the least frequently identified was the lingual position in only 21 of the cases. These positional variations are essential for preoperative treatment plans, as they offer a good understanding of the locational relationship and possible surgical risks associated with the surgical extraction of MTMs (table 2).

To understand the relationship of OPG signs to the position of IAC in CBCT, all 85 cases were analyzed and divided into three groups:

The most common sign in the OPG was root deflection (fig. 2), which was reported in more than half of the cases. Twenty-nine cases were found in the CBCT with the buccal position of IAC. The inferior position of the canal in the CBCT was observed in 26 cases. Meanwhile, the lingual position was the least frequent. It was observed in only 5 cases of this group. These findings suggest that root deflection in the OPG is more likely associated with buccal and inferior canal position.

The root darkening is the second most common radiographic sign in the OPG (fig. 3). It was found in less than 40% of the cases. Again, the buccal position of the canal was the most common finding in the CBCT within this group. In this group, however, the lingual position of the canal was more common than the inferior position.

Interruption of the white line of canal (fig. 4) is the third group less common OPG finding in the study sample, with less than 10% of the cases. Contrary to the other OPG groups, in most cases, IAC was found lingual to the root of the tooth, followed by the inferior canal position. Less than 1% of the cases (within this group) were found to have a buccal canal position (table 3). Chi-Square test showed a highly significant relationship ( $p < 0.001$ ) between OPG signs and CBCT findings.

The results regarding the distance between the mandibular third molars and the inferior alveolar canal showed two distinct groups based on the CBCT measurements. The first group, classified as having a “safe distance” ( $\geq 2$  mm), included 46 cases (40.7%; fig. 5). In this group, we found that the distribution of OPG radiographic signs was as follows: 6 cases (5.3%) showed a deflection of the root, 38 cases (33.6%) presented with root darkening, and only 2 cases (1.8%) revealed an interruption of the white line.

The second group, classified as “high risk” ( $< 2$  mm), consists of 67 cases (59.3%), showing a closer relation of the MTM roots to the which would be associated with increased risk of nerve injury during surgical tooth extraction. In this group, we found that deflection of the root was

**Table 1. Radiographic signs from panoramic imaging**

Sign	Number of cases	
	abs.	%
Root deflection	60	53.1
Root darkening	43	38.1
Interruption of the white line	10	8.8

**Table 2. CBCT findings and positions relative to inferior alveolar canal**

Position	Number of cases	
	abs.	%
Buccal	56	49.6
Lingua	36	31.9
Inferior	21	18.5

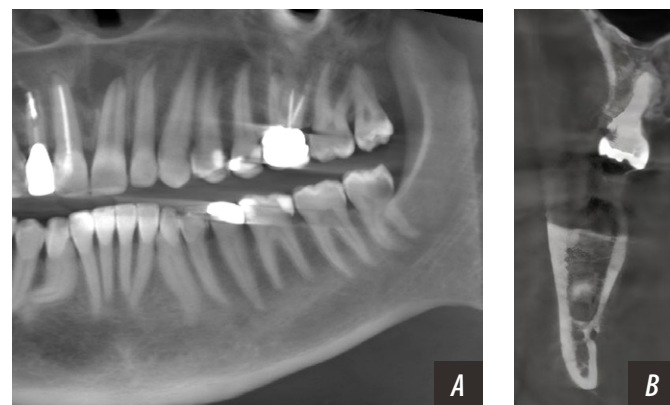


Fig. 2. Root deflection in panoramic radiography (A). Transaxial section in the cone beam computer tomography shows IDC inferior to root apex with direct contact of the mesial root of the MTM (B)

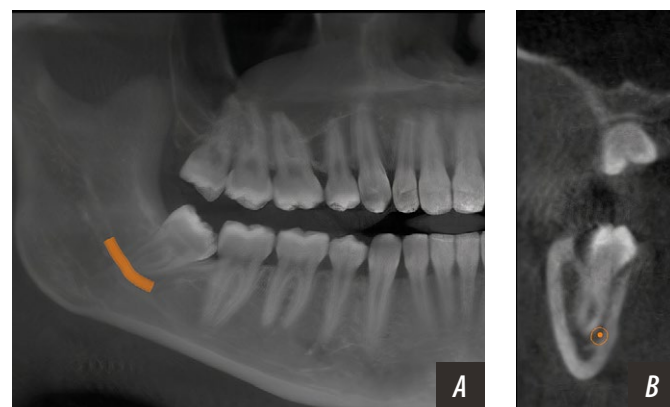


Fig. 3. Root darkening in the panoramic radiography (A). Transaxial section in the cone beam computer tomography shows IDC in lingual position to root apex with direct contact with the distal root of MTM (B)



Fig. 4. Interruption of the white line in panoramic radiography (A). Transaxial section in the CBCT shows IDC inferior to root apex of the mandibular third molar with direct contact (B)

**Table 3. Inferior alveolar canal relationship to the mandibular third molars root in the CBCT in contrast to OPG relations**

Radiographic sign	Number of cases (n=113)		Buccally position		Lingually position		Inferiorly position	
	abs.	%	abs.	%	abs.	%	abs.	%
Root deflection	60	53.1	29	25.7	5	4.4	26	23.0
Root darkening	43	38.1	26	23.0	10	8.8	7	6.2
Interruption of the white line of the canal	10	8.8	1	0.9	6	5.3	3	2.6

the most frequent radiographic sign, presented in 54 cases (47.8%). Root darkening was seen in 5 cases (4.4%), and interruption of the white line was identified in 8 cases (7.1%).

Most cases with a high risk of nerve damage, indicated by a distance of less than 2 mm between the MTM and the IAC, were associated with deflection of the root as the primary OPG radiographic sign. On the other hand, cases with root darkening were more frequently associated with a safe distance of  $\geq 2$  mm, which may suggest a less critical spatial relationship. Interestingly, interruption of the white line, though the least common radiographic sign, showed a higher percentage of cases falling into the high-risk group than the safe distance group.

Regarding OPG signs and the distance risk observed in the CBCT, Table 4 shows that root deflection represents the highest risk among other OPG findings. In contrast, root darkening seems the safest OPG finding. This was based on the 2 mm distance between the canal and the MTM root. The  $\chi^2$  test did not show a significant relationship between the patient's age and IAC distance to the MTM ( $p=0.858$ ). Overall OPG findings regarding the risk of IDC injury due to distance less than 2 mm showed 59% sensitivity and 56% specificity. On the other hand, root deflection showed 90% sensitivity and 54% specificity.

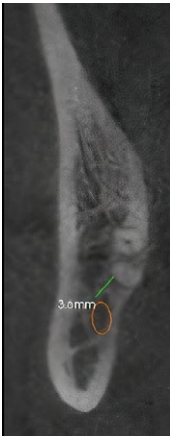
**Table 4. Relation of OPG signs to the distance between mandibular third molars & IAV**

OPG radiographic signs	Distance $\leq 2$ mm		Distance $\geq 2$ mm	
	abs.	%	abs.	%
Interruption of the white line of canal	8	7.1	2	1.8
Root darkening	5	4.4	38	33.6
Deflection of the root	54	47.8	6	5.3

DISCUSSION

Our study shows a higher proportion of symptomatic impacted mandibular third molars in females than males. This is in line with a recent systematic review reporting that females have a slightly higher likelihood of impacted third molars, which may reflect a greater tendency among women to seek dental care and undergo prophylactic extractions [18]. As far as age is concerned, the current study's results consistent with earlier research in that they fall within the commonly known age range where lower third molar issues are more noticeable. Adeola et al. (2023), for example, discovered that 73.1% of patients with impacted mandibular third molars were between the ages of 20 and 29. [19].

The dental panoramic radiograph (OPG) is commonly used as a standard diagnostic tool for the initial evaluation of the mandibular third molar (IAV) and its anatomical relationship with the IAC [20, 21]. The study data showed that only 3 OPG criteria were noticed, most of which were



*Fig. 5. The transaxial section in CBCT shows IDC in the inferior buccal position to the root apex without contact, a distance of 3.6 mm*

root deflection and darkening. The seven panoramic signs established by Rood and Shehab do not always support the possibility of injury to the inferior alveolar nerve as later on reported by Palma-Carrio et. al [22].

We found that root deflection is the most frequently observed radiographic sign, which indicates a close relationship between the MTM roots and the IAC. This observation is consistent with findings by Monaco et al. (2004), who identified root deflection as a significant risk factor for nerve injury during MTM extraction [20]. While root darkening was the second most common sign. Sedaghatfar et al. (2005) reported that root darkening strongly correlates with potential IAC involvement [23]. However, interruption of the white line of the canal was observed in 8.85% of cases, which

is the least frequent sign in our study. This contrasts with higher incidences reported by Nakagawa et al. (57.5%) [10] and Umar et al. (68%) [24], though it closely matches Nakamori et al. (9.4%) [8].

In the current study, the canal's position was predominantly buccal, followed by inferior and lingual. These findings are consistent with those reported by Safaee et al. (2016), who also observed a similar predominance of the buccal course of the inferior alveolar canal in their CBCT study [25].

These findings highlight the critical advantage of CBCT in high-risk cases, where panoramic imaging alone may not accurately show the relationship between MTMs and the IAC. The advantage is that CBCT has a three-dimensional capacity with better visualization of root morphology and IAC positioning; this considerably lowers the possibility of nerve damage during extraction. This finding is supported by Matzen et al. (2013), who highlight CBCT's diagnostic accuracy in cases with high-risk radiographic signs [26].

OPG and CBCT results showed a strong association in our study, especially when root deflection and darkening were present. When OPG images are not clear, CBCT offers spatial clarity. For example, CBCT explained how root deflection relates to the IAC regarding proximity and spatial orientation, but OPG recognized it as a high-risk indicator. These findings align with Tofangchiha et al. (2021) who demonstrated significantly higher diagnostic accuracy by using CBCT to confirm proximity indicators initially identified on OPG [27].

The results of the current study demonstrated a clinical implication that highlights the crucial role of CBCT in preoperative planning for MTM extraction, especially in cases with high-risk panoramic signs. The ability of CBCT to evaluate root position relative to the IAC reduces the risk of postoperative complications like nerve injuries or par-anesthesia. If the cases show low-risk panoramic signs, then OPG could be used as an initial imaging tool. However, CBCT would be a more accurate imaging diagnostic tool for high-risk cases.

The relationship between the mandibular third molar and the inferior alveolar canal is important in determining



the danger of nerve damage after surgical extraction. It is crucial to assess this relationship accurately by using CBCT, which determines the distance between MTMs and the IAC, classifying the risk levels based on proximity. Because a closer distance is associated with a higher chance of nerve involvement, the mandibular third molar's proximity to the canal greatly increases the risk of inferior alveolar nerve injury [28].

Another important factor is the positional relationship between the MTM and IAC. When the position is vertical, which means that MTM is profoundly impacted or inferiorly located, it is more likely to cause nerve damage. Mesio-angular and horizontal impactions have been associated with increased surgical difficulty and a higher probability of contact with the inferior alveolar canal. Cone-beam computed tomography (CBCT) offers a more accurate three-dimensional evaluation of the spatial relationship between the mandibular third molar and the canal compared to conventional panoramic radiography [29].

The relatively small sample size and variability in interpreting panoramic radiograph images might be considered limitations to our study. In addition, the relatively small

sample size and the single-center design may limit the generalizability of the findings to broader populations. Another limitation is the absence of long-term clinical follow-up to assess postoperative outcomes and the risk of nerve injury. More studies are needed to validate these findings further and assess the cost-effectiveness of routine CBCT use. A new advancement in CBCT technology may improve its accurate diagnostic ability, resulting in better surgical outcomes for MTM extractions.

## CONCLUSION

Despite that OPG findings can predict the nature of the relationship between IAC and MTM, it is not useful in assessing the distance. However, it can be suggested that root deflection in the OPG radiograph might carry more nerve injury risk than other OPG radiographic findings. This is based on the fact that distance of  $\leq 2$  mm between the MTM and the IAC would increase the risk of nerve injury.

Received: 05.02.2025

Accepted: 08.04.2025

## REFERENCES:

1. Sánchez-Jorge M.I., Cortés-Bretón-Brinkmann J., Acevedo-Ocaña R., Quispe-López N., Falahat F., Martín-Granizo R. Perceived surgical difficulty of mandibular third molar extraction. A comparative cross-sectional study of dentists with postgraduate qualification in oral surgery and maxillofacial surgeons in a Spanish subpopulation. — *Med Oral Patol Oral Cir Bucal*. — 2024; 29 (2): e263—e272. PMID: 38288853
2. Shembesh H. Surgical extraction of mandibular third molars: Risk assessment and predictable complexity. — *Khalij-Libya Journal of Dental and Medical Research*. — 2024; 8 (1): 87—95. DOI: 10.47705/kjdmr.2481013
3. Bui C.H., Seldin E.B., Dodson T.B. Types, frequencies, and risk factors for complications after third molar extraction. — *J Oral Maxillofac Surg*. — 2003; 61 (12): 1379—89. PMID: 14663801
4. Susarla S.M., Blaeser B.F., Magalnick D. Third molar surgery and associated complications. — *Oral Maxillofac Surg Clin North Am*. — 2003; 15 (2): 177—86. PMID: 18088673
5. Li Y., Ling Z., Zhang H., Xie H., Zhang P., Jiang H., Fu Y. Association of the inferior alveolar nerve position and nerve injury: A systematic review and meta-analysis. — *Healthcare (Basel)*. — 2022; 10 (9): 1782. PMID: 36141394
6. Blondeau F., Daniel N.G. Extraction of impacted mandibular third molars: postoperative complications and their risk factors. — *J Can Dent Assoc*. — 2007; 73 (4): 325. PMID: 17484797
7. Valmaseda-Castellón E., Berini-Aytés L., Gay-Escoda C. Inferior alveolar nerve damage after lower third molar surgical extraction: a prospective study of 1117 surgical extractions. — *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. — 2001; 92 (4): 377—83. PMID: 11598570
8. Nakamori K., Fujiwara K., Miyazaki A., Tomihara K., Tsuji M., Nakai M., Michifuri Y., Suzuki R., Komai K., Shimanishi M., Hiratsuka H. Clinical assessment of the relationship between the third molar and the inferior alveolar canal using panoramic images and computed tomography. — *J Oral Maxillofac Surg*. — 2008; 66 (11): 2308—13. PMID: 18940497
9. Haug R.H., Perrott D.H., Gonzalez M.L., Talwar R.M. The American Association of Oral and Maxillofacial Surgeons age-related third molar study. — *J Oral Maxillofac Surg*. — 2005; 63 (8): 1106—14. PMID: 16094577
10. Nakagawa Y., Ishii H., Nomura Y., Watanabe N.Y., Hoshiba D., Kobayashi K., Ishibashi K. Third molar position: reliability of panoramic radiography. — *J Oral Maxillofac Surg*. — 2007; 65 (7): 1303—8. PMID: 17577493
11. Susarla S.M., Dodson T.B. Preoperative computed tomography imaging in the management of impacted mandibular third molars. — *J Oral Maxillofac Surg*. — 2007; 65 (1): 83—8. PMID: 17174769
12. Ohman A., Kivijärvi K., Blombäck U., Flygare L. Pre-operative radiographic evaluation of lower third molars with computed tomography. — *Dentomaxillofac Radiol*. — 2006; 35 (1): 30—5. PMID: 16421261
13. Al Ali S., Jaber M. Correlation of panoramic high-risk markers with the cone beam CT findings in the preoperative assessment of the mandibular third molars. — *J Dent Sci*. — 2020; 15 (1): 75—83. PMID: 32257003
14. Huang C.K., Lui M.T., Cheng D.H. Use of panoramic radiography to predict postsurgical sensory impairment following extraction of impacted mandibular third molars. — *J Chin Med Assoc*. — 2015; 78 (10): 617—22. PMID: 26041067
15. Hasegawa T., Ri S., Shigeta T., Akashi M., Imai Y., Kakei Y., Shibuya Y., Komori T. Risk factors associated with inferior alveolar nerve injury after extraction of the mandibular third molar—a comparative study of preoperative images by panoramic radiography and computed tomography. — *Int J Oral Maxillofac Surg*. — 2013; 42 (7): 843—51. PMID: 23499150

16. Nakayama K., Nonoyama M., Takaki Y., Kagawa T., Yuasa K., Izu-mi K., Ozeki S., Ikebe T. Assessment of the relationship between impacted mandibular third molars and inferior alveolar nerve with dental 3-dimensional computed tomography. — *J Oral Maxillofac Surg.* — 2009; 67 (12): 2587—91. [PMID: 19925976](#)
17. Rood J.P., Shehab B.A. The radiological prediction of inferior alveolar nerve injury during third molar surgery. — *Br J Oral Maxillofac Surg.* — 1990; 28 (1): 20—5. [PMID: 2322523](#)
18. Pinto A.C., Francisco H., Marques D., Martins J.N.R., Caramês J. Worldwide prevalence and demographic predictors of impacted third molars — Systematic review with meta-analysis. — *J Clin Med.* — 2024; 13 (24): 7533. [PMID: 39768456](#)
19. Adeola O., Fatusi O., Njokanma A., Adejobi A. Impacted mandibular third molar prevalence and patterns in a Nigerian Teaching Hospital: A 5-year retrospective study. — *BioMed.* — 2023; 4: 507—515. [DOI: 10.3390/biomed3040040](#)
20. Monaco G., Montevicchi M., Bonetti G.A., Gatto M.R., Checchi L. Reliability of panoramic radiography in evaluating the topographic relationship between the mandibular canal and impacted third molars. — *J Am Dent Assoc.* — 2004; 135 (3): 312—8. [PMID: 15058618](#)
21. Kim H.J., Jo Y.J., Choi J.S., Kim H.J., Kim J., Moon S.Y. Anatomical risk factors of inferior alveolar nerve injury association with surgical extraction of mandibular third molar in Korean population. — *Applied Sciences (Switzerland).* — 2021; 2: 816. [DOI: 10.3390/app11020816](#)
22. Palma-Carrió C., García-Mira B., Larrazabal-Morón C., Peñarrocha-Diago M. Radiographic signs associated with inferior alveolar nerve damage following lower third molar extraction. — *Med Oral Patol Oral Cir Bucal.* — 2010; 15 (6): e886—90. [PMID: 20526245](#)
23. Sedaghatfar M., August M.A., Dodson T.B. Panoramic radiographic findings as predictors of inferior alveolar nerve exposure following third molar extraction. — *J Oral Maxillofac Surg.* — 2005; 63 (1): 3—7. [PMID: 15635549](#)
24. Umar G., Bryant C., Obisesan O., Rood J.P. Correlation of the radiological predictive factors of inferior alveolar nerve injury with cone beam computed tomography findings. — *Oral Surgery.* — 2010; 3: 72—82. [DOI: 10.1111/j.1752-248X.2010.01088.x](#)
25. Safaee A., Mirbeigi S., Ezoddini F., Khojastepour L., Navab-Azam A. Buccolingual course of the inferior alveolar canal in different mental foramen locations: A cone beam computed tomography study of an Iranian population. — *Int J Appl Basic Med Res.* — 2016; 6 (4): 262—266. [PMID: 27857894](#)
26. Matzen L.H., Wenzel A. Efficacy of CBCT for assessment of impacted mandibular third molars: a review — based on a hierarchical model of evidence. — *Dentomaxillofac Radiol.* — 2015; 44 (1): 20140189. [PMID: 25135317](#)
27. Tofangchiha M., Koushaei S., Mortazavi M., Sourì Z., Alizadeh A., Patini R. Positive predictive value of panoramic radiography for assessment of the relationship of impacted mandibular third molars with the mandibular canal based on cone-beam computed tomography: A cross-sectional study. — *Diagnostics (Basel).* — 2021; 11 (9): 1578. [PMID: 34573920](#)
28. Wang W.Q., Chen M.Y., Huang H.L., Fuh L.J., Tsai M.T., Hsu J.T. New quantitative classification of the anatomical relationship between impacted third molars and the inferior alveolar nerve. — *BMC Med Imaging.* — 2015; 15: 59. [PMID: 26643322](#)
29. Wang D., Lin T., Wang Y., Sun C., Yang L., Jiang H., Cheng J. Radiographic features of anatomic relationship between impacted third molar and inferior alveolar canal on coronal CBCT images: risk factors for nerve injury after tooth extraction. — *Arch Med Sci.* — 2018; 14 (3): 532—540. [PMID: 29765439](#)

DOI: 10.37988/1811-153X\_2025\_3\_167

С.Н. Керасов<sup>1</sup>,аспирант кафедры ортопедической  
стоматологии и цифровых технологий[М.С. Галстян<sup>1</sup>](#),ассистент кафедры ортопедической  
стоматологии и цифровых технологий[С.Д. Арутюнов<sup>1</sup>](#),д.м.н., профессор, зав. кафедрой  
ортопедической стоматологии и цифровых  
технологий[И.П. Балмасова<sup>1</sup>](#),д.м.н., профессор, зав. лабораторией  
патогенеза и методов лечения  
инфекционных заболеваний[Е.С. Малова<sup>2</sup>](#),д.м.н., доцент, профессор кафедры  
внутренних болезней[Я.Н. Харах<sup>1</sup>](#),к.м.н., доцент кафедры ортопедической  
стоматологии и цифровых технологий[В.Н. Царев<sup>1</sup>](#),д.м.н., профессор, зав. кафедрой  
микробиологии, вирусологии,  
иммунологии[М.Ш. Мустафаев<sup>3</sup>](#),д.м.н., профессор, директор Института  
стоматологии и челюстно-лицевой  
хирургии[Т.Х. Агнокова<sup>3</sup>](#),к.м.н., доцент Института стоматологии  
и челюстно-лицевой хирургии<sup>1</sup> Российский университет медицины,  
127006, Москва, Россия<sup>2</sup> Медицинский университет  
«РЕАВИЗ», 443001, Самара, Россия<sup>3</sup> КБГУ, 360004, Нальчик, Россия

## Принципы контроля эффективности обеззараживания инструментария в стоматологии

**Аннотация.** Стоматологическая клиническая практика создает чрезвычайно высокий риск развития и передачи внутрибольничных инфекций и требует особого внимания к их профилактике и контролю. Проведен анализ данных современной литературы, характеризующей особенности проведения мероприятий по обеззараживанию инструментария в стоматологии и способам контроля его эффективности. В системе мероприятий по профилактике перекрестной инфекции среди врачей, пациентов и обслуживающего персонала одно из ведущих мест занимает обеззараживание медицинского инструментария. Необходимость анализа этой системы мероприятий в современной стоматологии связана со значительным совершенствованием технологического обеспечения стоматологической помощи пациенту, ростом уровня знаний в сфере его влияния

на возможность передачи инфекционных агентов, появлением новых способов стерилизации и дезинфекции и контроля их микробиологической эффективности. **Заключение.** Особенности современных подходов к обеззараживанию инструментов в стоматологии определяются инвазивным характером лечебных мероприятий, а также необходимостью адаптации методов стерилизации, дезинфекции, их микробиологического контроля к составу, конструкции и назначению инструментария.

**Ключевые слова:** инфекции, связанные с оказанием медицинской помощи, стоматологический инструментарий, стерилизация, дезинфекция, микробиологический контроль

[S.N. Kerasov<sup>1</sup>](#),PhD student at the Prosthodontics and digital  
technologies Department[M.S. Galstyan<sup>1</sup>](#),assistant at the Prosthodontics and digital  
technologies Department[S.D. Arutyunov<sup>1</sup>](#),Doctor of Science in Medicine, full professor  
of the Prosthodontics and digital technologies  
Department[I.P. Balmasova<sup>1</sup>](#),Doctor of Science in Medicine, full professor  
of the Infectious diseases pathogenesis and  
treatment Lab[E.S. Malova<sup>2</sup>](#),Doctor of Science in Medicine, professor  
of the Internal medicine Department[Y.N. Kharakh<sup>1</sup>](#),PhD in Medical Sciences, associate professor  
of the Prosthodontics and digital technologies  
Department[V.N. Tsarev<sup>1</sup>](#),Doctor of Science in Medicine, full professor  
of the Microbiology, virology, immunology  
department[M.Sh. Mustafayev<sup>3</sup>](#),Doctor of Science in Medicine, professor,  
director of the Dentistry and maxillofacial  
surgery Institute[T.Kh. Agnokova<sup>3</sup>](#),PhD in Medical Sciences, associate professor  
of the Dentistry and maxillofacial surgery  
Institute<sup>1</sup> Russian University of Medicine,  
127006, Moscow, Russia<sup>2</sup> Medical University "REAVIZ",  
443001, Samara, Russia<sup>3</sup> Kabardino-Balkarian State University,  
360004, Nalchik, Russia

## The principles of controlling the effectiveness of instrument disinfection in dentistry

**Summary.** Dental clinical practice creates an extremely high risk of developing and transmitting nosocomial infections and requires special attention to their prevention and control. In this paper we analyze the data of current literature characterizing the features of measures for

instruments disinfection in dentistry and ways to control its effectiveness. Disinfection of medical instruments occupies one of the leading places in the system of measures for the prevention of cross-infection among doctors, patients and service personnel. The need to analyze this system



of measures in modern dentistry is associated with a significant improvement in the technological provision of dental care to the patient, an increase in the level of knowledge in the field of its influence on the possibility of infectious agents transmission, the emergence of new methods of sterilization and disinfection and control of their microbiological effectiveness. **Conclusions.** The peculiarities of modern approaches to instruments disinfection in dentistry are determined by the invasive nature

of therapeutic measures, as well as the need to adapt methods of sterilization, disinfection, and their microbiological control to the composition, design, and purpose of the instruments.

**Key words:** nosocomial infection, dental instruments, sterilization, disinfection, microbiological control

## ВВЕДЕНИЕ

До настоящего времени стоматологическая клиника является медицинским учреждением, подвергающимся чрезвычайно высокому риску развития и передачи инфекций, связанных с оказанием медицинской помощи (ИСМП) и требующим особого внимания к их профилактике и контролю [1, 2].

Дело в том, что основной особенностью стоматологической помощи является практически обязательное использование для лечения зубов таких стоматологических устройств, как высокоскоростные наконечники, ультразвуковые инструменты, шприцы. Когда эти мощные инструменты работают в полости рта во время стоматологической процедуры, образуется большое количество аэрозолей и капель, смешанных со слюной и даже кровью пациента, что значительно увеличивает обсеменение микроорганизмами полости рта пациента воздушной среды, рабочих поверхностей, стоматологического инструментария, медицинского персонала [3–5]. Более того, частицы капель и аэрозолей, образующиеся при лечении зубов, очень часто так малы ( $\leq 10$  мкм), что могут оставаться в воздухе от нескольких минут до 12 часов, прежде чем осесть на поверхности окружающей среды или попасть в дыхательные пути [4, 6, 7].

Иными словами, в стоматологической клинике наряду с прямой контактной и воздушно-капельной передачей микробных возбудителей возникает еще и не прямая их передача в составе устойчивых аэрозолей, обеспечивающих вторичное обсеменение оборудования и инструментария, инфицирование персонала и пациентов [8].

В статье приведен анализ публикаций российских и зарубежных научных изданий по проблеме особенностей обеззараживания инструментария в стоматологии, способах контроля эффективности этих процедур и их клинического значения. При проведении обзора использовались текстовая база публикаций в области медицины и биологии PubMed, система цитирования объединенных научных издательств CrossRef, сервисы поиска научной литературы Google Scholar, научные поисковые системы Medline и Sirius, данные Cochrane Library.

## 1. ПОТЕНЦИАЛЬНЫЕ ВОЗБУДИТЕЛИ ВНУТРИБОЛЬНИЧНЫХ ИНФЕКЦИЙ И САНИТАРНО-ПОКАЗАТЕЛЬНЫЕ МИКРООРГАНИЗМЫ В СТОМАТОЛОГИИ

Проблема возможности инфицирования пациента и медицинского персонала при выполнении стоматологических процедур наиболее активно изучалась в конце 1990-х — начале 2000-х гг. [9, 10].

Что касается основных возбудителей ИСМП, следует заметить, что полость рта является естественной средой обитания для большого количества микроорганизмов (около 750 видов). Данная экологическая ниша может быть резервуаром и для условно-патогенных, и для патогенных микроорганизмов, которые могут представлять риск перекрестного заражения и инфицирования и даже вызывать системные инфекции, что особенно важно в случае обычной стоматологической практики, поскольку риск заражения микроорганизмами полости рта многократно повышается из-за открытого и инвазивного характера процедур [11].

К числу возбудителей ИСМП, актуальных для стоматологии, наиболее часто причисляют:

- вирусы простого герпеса, реактивацию которых провоцируют манипуляции в полости рта [12];
- герпесвирусы ветряной оспы, вероятность передачи которых в больничной среде связана с возможностью распространения этого возбудителя в составе аэрозолей [13];
- вирус иммунодефицита человека, риск заражения которым коррелирует с объемом контакта с кровью, в то время как передача ВИЧ через слюну считается маловероятной [14];
- вирус гепатита В, риск заражения которым медицинских работников сохраняется даже после того, как стала доступной вакцинация против этого вируса [15];
- вирус гепатита С, средняя частота передачи которого после контакта относительно невелика и составляет около 0,5% [16];
- *Mycobacterium tuberculosis*, притом что, несмотря на предполагаемый низкий риск, в стоматологической практике имеются единичные доказательства передачи туберкулеза [17];
- бактерии вида *Pseudomonas aeruginosa*, вызывающие временную колонизацию после стоматологического лечения при контакте с обсемененными водными растворами [18];
- *Legionella pneumophila*, внутрибольничное инфицирование которой представляет потенциальную опасность в стоматологической клинике, где загрязненные системы подачи воды могут служить источником инфекции как для персонала, так и для пациентов [19].

Особая проблема, связанная с организацией работы в медицинских учреждениях стоматологического профиля, возникла во время эпидемической вспышки коронавирусной болезни 2019 г. (COVID-19), которая быстро переросла в чрезвычайную ситуацию международного значения и, наконец, стала пандемией. Оказалось, что стоматологическая практика является одной

из самых уязвимых профессий, связанных необходимостью контакта с высокой концентрацией вируса [20]. Это значительно увеличило и так большой риск распространения вируса SARS-CoV-2 среди персонала стоматологической помощи [21, 22], а общественный массовый спрос на стоматологическую помощь во время пандемии COVID-19 стал актуальной проблемой здравоохранения всего мира [23].

Существует повышенный риск колонизации бактериями, устойчивыми к множественным лекарственным препаратам, особенно пациентов преклонного возраста. В настоящее время наиболее проблемными мультирезистентными видами, ассоциированными в том числе со стоматологическими процедурами, являются метициллин-резистентный *Staphylococcus aureus*, представители семейства *Enterobacteriaceae*, продуцирующие  $\beta$ -лактамазу расширенного спектра действия (ESBL), грамотрицательные бактерии, продуцирующие карбапенемазу, грибы рода *Candida* [24–26]. Эти микроорганизмы в силу их чрезвычайно широкого распространения в природе, будучи представителями облигатной микрофлоры организма человека, получили название санитарно-показательных [27].

В системе мероприятий по профилактике перекрестной инфекции среди врачей, пациентов и обслуживающего персонала одно из ведущих мест, как уже отмечено, занимает обеззараживание инструментария, для чего применяются методы стерилизации и дезинфекции, а в качестве критериев микробной обсемененности инструментов служат санитарно-показательные микроорганизмы полости рта пациента.

## 2. ОСОБЕННОСТИ ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЯ ИНСТРУМЕНТАРИЯ В СТОМАТОЛОГИИ

Как известно, под стерилизацией понимают уничтожение микроорганизмов всех видов и их спор, а также вирусов с помощью физических или химических воздействий, а под дезинфекцией — комплекс мероприятий, направленных на уничтожение патогенных и условно-патогенных микроорганизмов. В то же время, несмотря на существование общих принципов обеззараживания инструментов в медицине, в стоматологии имеются свои специфические особенности. Так, трудность обработки стоматологического инструментария, особенно мелкого эндодонтического, кроме загрязнения и высокой степени микробной обсемененности, заключается в его сложной конфигурации, наличии ретенционных пунктов и замковых креплений. Перегревание инструментов при стерилизации уменьшает прочность и упругость металла и приводит к перелому инструментов, что может стать причиной неблагоприятного исхода эндодонтического лечения [28].

Стоматологический инструментарий является важным каналом передачи инфекции при неправильном обращении, а также источником образования потенциально загрязненных аэрозолей во время определенных лечебных процедур [29]. Особенно активно аэрозоли производят высокоскоростные стоматологические инструменты [30]. При этом использование вращающегося

или ультразвукового инструмента на этапах препарирования зубов является базовой манипуляцией в стоматологической клинике, что еще больше усугубляет проблему [9].

В связи с этим подобный инструментарий всегда должен подвергаться тщательной стерилизации с использованием автоклавов, сухого нагрева или химических методов, чтобы обеспечить полное уничтожение микроорганизмов, включая бактерии, вирусы и споры. Инструменты, которые не поддаются стерилизации, требуют тщательной дезинфекции для обеспечения максимальной безопасности. При этом эффективность дезинфекции инструментария существенно зависит от таких факторов, как микробная нагрузка, наличие биопленки, pH среды, температура и время воздействия биоцида [29].

Что касается самих инструментов, большинство современных классификаций, важных для планирования способа обеззараживания, предусматривает их разделение на три категории:

- 1) критические, проникающие в ткани или сосудистую систему (в стоматологии это прежде всего инструменты, контактирующие с эндодонтом);
- 2) полукритические, соприкасающиеся со слизистыми оболочками или с поврежденной кожей (это практически весь остальной инструментарий);
- 3) некритические (соприкасающиеся с неповрежденной кожей, но не со слизистыми оболочками).

Иными словами, в стоматологической клинической практике отчетливо преобладают первые две категории. Для этих инструментов рекомендуется соблюдать абсолютную стерильность [31].

При многократном использовании таких инструментов процесс их обеззараживания носит многоэтапный характер и включает:

- предварительную дезинфекцию;
- при необходимости контроль качества дезинфекции;
- предстерилизационную очистку;
- стерилизацию;
- контроль качества стерилизации [32].

Все эти обстоятельства приводят к тому, что процедуры обеззараживания необходимо регулярно контролировать и пересматривать, чтобы обеспечить их эффективность. Это включает в себя регулярные внутренние аудиты установленных протоколов, биологические тесты для проверки стерилизации инструментов, периодический контроль качества дезинфицированных поверхностей и уровня воды в стоматологической установке, а также постоянную обратную связь с персоналом [33].

Строго регламентированное прохождение всех этапов стерилизации необходимо в первую очередь для эндодонтических инструментов, особенно при их повторном использовании. Однако химико-механическая составляющая процедуры очистки и стерилизация могут сильно влиять на механические свойства инструмента. Многие исследователи пишут о негативном влиянии всего процесса стерилизации на режущую способность эндодонтического инструмента и рекомендуют их использовать как одноразовые [34, 35].

DOI: 10.37988/1811-153X.2025.3.170

Дезинфекцию использованных инструментов проводят путем их погружения в емкости из стекла или полимерных материалов, содержащие раствор дезинфектанта. К числу таких средств относятся поверхностно-активные вещества (ПАВ), гуанидины, альдегиды, спирты, кислород- или галогенсодержащие препараты.

Группа поверхностно-активных веществ при этом включает средства на основе четвертичных аммониевых соединений и амфотерные ПАВ. Препараты этой группы обладают моющими свойствами и бактерицидной активностью, а некоторые из них («Deconex dental BB», Borer Chemie, Швейцария; «Дюльбак ДТБ/Л», Hygiene & Nature, Франция) используются одновременно еще и для предстерилизационной очистки. К категории ПАВ относятся и гуанидины — сложные органические соединения, обладающие выраженной бактерицидной активностью в отношении многих грамположительных и грамотрицательных микроорганизмов, но не проявляющие активности в отношении микобактерий туберкулеза, грибов, вирусов и споровых форм. Гуанидины применяются для дезинфекции инструментов благодаря своей способности разрушать клеточные стенки микроорганизмов, приводя к гибели патогенов. К таким средствам относятся хлоргексидин (мономерное производное) и средства на основе полигексаметиленгуанидина гидрохлорида (ПГМГ), которые используются в различных дезсредствах, таких как «Дезин» («Дезиндустрия», Россия), «Гигасепт» (Schülke & Mayr, Германия) «Септолит» и «Янилис» («Сателлит», Россия). Для обеззараживания металлических инструментов широко используют средства, основным действующим веществом является уникальная отечественная дезинфекционная субстанция «Велтон» (клатрат четвертичного аммониевого соединения с карбамидом), например, «Велтодез», «Велтосепт» (НПО «ВЕЛТ», Россия) и некоторые другие, которые, помимо широкого спектра антимикробной активности, характеризуются также моющими дезодорирующими и антикоррозионными свойствами.

Кислородсодержащие средства, включающие активный кислород (перекись водорода и комбинированные с ней препараты), обладают широким спектром антимикробного действия и спороцидными свойствами, однако их применение ограничено вследствие резко выраженного коррозионного действия. Галогенсодержащие (хлор, бром и йод) препараты при выраженном антибактериальном эффекте имеют ряд негативных свойств, в том числе корродируют металлические инструменты. Альдегидсодержащие средства на основе глutarового или янтарного альдегида, а также препараты на базе этилового, пропилового, изопропилового спиртов, обладают бактерицидными, фунгицидными и вирулицидными свойствами, а к их недостаткам относится способность фиксировать органические соединения на поверхности и в каналах изделий [36].

Таким образом, перечень современных дезинфицирующих средств довольно широк и чрезвычайно разнообразен как по своим химическим, физическим, так и по антимикробным свойствам, что определяет спектр их применения в зависимости от объектов, подвергающихся дезинфекции.

Вращающиеся режущие инструменты, в частности твердосплавные и алмазные боры, обычно стерилизуют в плановом порядке. Однако их многократное использование в значительной степени влияет на эффективность каждого отдельного этапа стерилизации. Было показано, что уже после первого клинического использования в этих инструментах накапливаются структурные повреждения и загрязнения, которые особенно затрудняют этап предстерилизационной обработки и приводят к сбою всего процесса стерилизации [37].

Довольно проблематичным считалось обеззараживание аспирационных систем стоматологических установок удобным, безопасным и эффективным способом. Это связано с тем, что системы отсасывания сильно загрязняются во время использования, а обычная дезинфекция не позволяет адекватно осуществлять контроль. Кроме того, многокомпонентные наконечники отсасывания невозможно эффективно продезинфицировать без разборки, что требует больших затрат времени, персонала и ресурсов. Внедрение новых однокомпонентных наконечников и разработка новой автоматизированной системы очистки аспирационной трубки дезинфекцией под давлением позволили решить эту проблему и фактически устранить загрязнение всей аспирационной системы в целом [38].

В соответствии с этим для инструментов многократного использования особое внимание уделяется предстерилизационной обработке. Это этап, проводимый перед стерилизацией после замачивания в дезинфицирующем растворе, он заключается в механическом удалении специальными щетками с поверхности использованных инструментов видимых загрязнений (остатков тканей зубов, пломбировочного материала, крови, химических веществ). В зависимости от вида предстерилизационной обработки возможно снижение режущей активности эндодонтических инструментов, наличие на их поверхности биологических остатков, а также степени бактериальной обсемененности. С этой точки зрения ультразвуковая обработка показывала гораздо более высокую эффективность по уничтожению микроорганизмов по сравнению с ручной обработкой [32].

Следующий этап, включающий процедуру собственно стерилизации, в первую очередь, требует внимания к выбору наиболее адекватного метода стерилизации. Например, автоклавирование как стерилизация паром под давлением или стерилизация в сухожаровом шкафу сухим воздухом в высокотемпературном режиме инструментов, изготовленных из термочувствительных материалов, может привести к их необратимым повреждениям. В таких случаях рекомендуется прибегать к низкотемпературным методам стерилизации, включая газоплазменные автоклавы или автоклавы с окисью этилена [31]. Одним из таких методов, опубликованных сравнительно недавно, является газодинамическая стерилизация медицинских тканей и оборудования в сверхкритических средах диоксида углерода [39].

Что касается контроля адекватности выбранного способа обеззараживания, в частности эндодонтических инструментов, изготовленных из нержавеющей



стали, к числу таких методов относится исследование коррозионной стойкости при химическом воздействии в ходе стерилизации. Коррозия — это процесс разрушения металла посредством его окисления, при стерилизации возникновению коррозии больше всего способствует погружение инструмента в жидкую среду. Возникновение коррозии при дезинфекции может провоцироваться воздействием веществ-окислителей, а при стерилизации — сочетанием действия пара и высокой температуры [34]. Поскольку при коррозии идет потеря металла в составе инструмента, тест на наличие коррозии основан на точном контроле массы используемых инструментов. Тест основан на взвешивании инструмента на аналитических весах с точностью 0,1 мг до и после проведения процедур дезинфекции и/или стерилизации. По разнице в весе устанавливают антикоррозионную стойкость образцов на единицу их площади [40].

Существует еще один способ контроля эффективности выполнения стерилизационных мероприятий. Он предусматривает применение химических индикаторов, которые представляют собой подложку с нанесенной на ее поверхность меткой индикаторного агента, изменение цвета которого происходит при воздействии температуры в течение времени, необходимого для стерилизации. Контроль осуществляют визуально путем сравнения цвета термоиндикаторной метки с цветом эталонной метки [41].

Однако наиболее важным элементом оценки эффективности дезинфекции и стерилизации инструментов различного назначения и характеристик является микробиологический контроль степени достижения их обеззараживающего воздействия.

### 3. ПРИНЦИПЫ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЯ ИНСТРУМЕНТОВ В СТОМАТОЛОГИИ

Очень важным направлением в получении надежных индикаторов эффективности стерилизации и дезинфекции инструментария в стоматологии является разработка биологических индикаторов, основанных на применении стандартизованных препаратов определенных санитарно-показательных микроорганизмов.

Биологический индикатор обычно представляет собой споры или взвесь тест-микроорганизмов, нанесенных на инертный носитель, например на полоску фильтровальной бумаги, стеклянную пластинку, или помещенных в пластиковую пробирку. Биологические индикаторы имеют ряд общих недостатков: необходимость наличия герметичной емкости для носителя тест-микроорганизмов, необходимость вскрытия упаковки в стерильных условиях, их нельзя использовать в качестве средства оперативного контроля, хотя по информативности результата биологический контроль превосходит методы химического контроля. Если химические индикаторы показывают, имела ли место стерилизационная обработка при заданных режимах, то биологические индикаторы определяют эффективность процесса стерилизации [41].

Бактериологические методы контроля стерилизации инструментов в Российской Федерации регламентируются нормативной документацией и специального обсуждения не требуют. При этом выборочный контроль медицинских изделий, осуществляемый в медицинском учреждении и по его инициативе, когда по отсутствию роста микроорганизмов делают заключение о стерильности изделий, не является абсолютным доказательством надежности стерилизации на уровне  $10^{-6}$ . Более надежным является использование биологических индикаторов. В качестве тест-микроорганизмов для биологических индикаторов, предназначенных для контроля работы паровых стерилизаторов, как у нас в стране, так и за рубежом, применяют споры *Geobacillus stearothermophilus* ВКМ В-718 [42] или других штаммов этого вида микроорганизмов, обладающих эквивалентными свойствами (ГОСТ ISO 11138-1-2012 «Стерилизация медицинской продукции. Биологические индикаторы»).

Гораздо сложнее решается вопрос, когда речь идет о контроле эффективности вновь предлагаемых методов стерилизации или проведении дезинфекции. С этой точки зрения обеззараживание стоматологических инструментов в последнее время стало предметом значительных дебатов [43]. При использовании микробиологического контроля отдельную проблему составляет поиск наиболее адекватных санитарно-показательных тест-штаммов микроорганизмов, которые могут служить биологическими индикаторами, особенно если речь идет о дезинфекции инструментов. Видовой перечень таких микроорганизмов и наиболее эффективный способ их использования для контроля дезинфекции зависит от той патологии, которая подвергается лечебным стоматологическим мероприятиям. В этих случаях не ограничиваются простым обнаружением санитарно-показательных микроорганизмов на использованных или даже новых инструментах, а прибегают к искусственному обсеменению этих медицинских изделий соответствующими тест-штаммами.

В стоматологии с этой целью обычно используют факультативно анаэробные бактерии, ассоциированные с ИСМП в этой области медицины: *Enterococcus faecalis*, *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa*, а также анаэробные бактерии с пародонтопатогенными свойствами — *Porphyromonas gingivalis*. Например, в ряде работ по контролю дезинфекции и предстерилизационной очистки новых и использованных никель-титановых бров с алмазным покрытием проводилось их 24-часовое инкубирование в аэробных или анаэробных условиях (в зависимости от вида) с инокулятами одной из указанных бактериальных культур. После инокуляции инструменты подвергали дезинфекции и/или очистке, а затем были культивированы в соответствующей питательной среде на предмет бактериального загрязнения [42, 43]. В ряде случаев спектр использованных для инокуляции тест-культур может быть расширен добавлением *Candida albicans* [44].

Для контроля эффективности дезинфекции инструментов и предметов, используемых персоналом стоматологической клиники, можно осуществлять их бактериологический контроль без искусственной инокуляции

DOI: 10.37988/1811-153X.2025.3.172

микроорганизмами, а — путем определения наличия санитарно-показательных бактерий и грибов микроорганизмов, попавших на объект исследования после возможного контакта с пациентом. В одной из публикаций приводится методика такого исследования, которая предполагает асептический сбор образцов стерильными тампонами, смоченными пептонной водой, их помещение в бульон с сердечно-мозговым экстрактом, инкубацию при 37°C в аэробных условиях в течение ночи. В дальнейшем субкультуры высеваются на кровяной агар и идентифицируются по биохимическим свойствам. Такой подход позволил установить, что в стоматологической клинике с наибольшей частотой регистрируется обсеменение образцов видами из рода *Klebsiella*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Escherichia coli*, видами, принадлежащим к родам *Citrobacter*, *Enterobacter*, *Staphylococcus*, реже грибами [45].

Степень обсемененность микроорганизмов различных объектов в стоматологии может устанавливаться не только качественно, но и количественно. В частности, для количественной характеристики антимикробного воздействия некоторых дезинфицирующих средств на эндодонтические инструменты после воздействия дезинфектанта на тестируемое медицинское изделие на соответствующую плотную среду (кровяной агар для бактерий или среду Сабуро для грибов) высевалась аликвота объемом 0,1 мл с распределением по поверхности среды. После инкубирования подсчитывалось число выросших колоний бактерий *E. coli*, *S. aureus*, *B. atrophaeus*, а также грибов *C. albicans* [46].

Для количественной оценки бактериального обсеменения эндодонтических инструментов также используется метод полимеразной цепной реакции (ПЦР) [47]. При этом отмечено, что использование количественной ПЦР в реальном времени обеспечивает более точную оценку уровней дезинфицирующего воздействия по сравнению с традиционным подходом с использованием культивирования на питательных средах [48].

Метод ПЦР применялся и для обнаружения вирусов Эпштейна—Барр на использованных твердосплавных никель-титановых и алмазных борах до очистки, после ручной и ультразвуковой очистки с контролем смывов до и после дезинфекции [49].

Отмеченное совершенствование методов микробиологического контроля эффективности обеззараживания стоматологического инструментария позволяет отметить следующий аспект. Перекрестное инфицирование остается одной из основных проблем в стоматологической практике. Возможность передачи вирусных гепатитов В и С, вируса иммунодефицита человека (ВИЧ) в ходе оказания стоматологической помощи вызывает серьезную обеспокоенность и у врачей, пациентов и медицинского персонала. В то же время эти риски можно устранить с помощью эффективных методов

дезинфекции и стерилизации. Автоклавирование инструментов приводит к полному уничтожению жизнеспособных микроорганизмов, но, как уже обсуждалось, оно применимо не всегда. Что касается использования дезинфекции для максимального снижения микробной нагрузки, в одном исследовании было показано, что после дезинфекции с помощью перекиси водорода, за которой следовали применение глутаральдегида, этилового спирта и дистиллированной воды, наблюдалось значительное снижение общего числа жизнеспособных микроорганизмов, но ни одно из дезинфицирующих средств не смогло их уничтожить полностью [50]. Это не позволяет ограничиваться только дезинфекцией и очисткой, а требует выполнения полного цикла стерилизационных мероприятий.

Таким образом, придерживаясь строгих и научно обоснованных методов обеззараживания инструментов, стоматологические учреждения могут эффективно защищать здоровье как пациентов, так и медицинских работников, укрепляя доверие людей, вовлеченных в процесс стоматологической помощи. Более того, результаты, представленные в данной работе, подчеркивают важность проводимых исследований и распространение передового опыта по способам обеззараживания инструментов, который по-прежнему имеет решающее значение для укрепления общественного здравоохранения в контексте стоматологической помощи.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Обеззараживание инструментов в стоматологии является важной частью системы мероприятий по профилактике и контролю развития и передачи инфекций, связанных с оказанием медицинской помощи в медицинских учреждениях и требует особого подхода к его осуществлению в связи со спецификой выполнения лечебных манипуляций и характера инструментария при оказании стоматологической помощи.

Обеззараживание инструментов в стоматологии — многоэтапный процесс, включающий дезинфекцию, очистку и стерилизацию и ориентированный не только на полное уничтожение микроорганизмов, но и на предварительное снижение микробной нагрузки на инструмент санитарно-показательными микроорганизмами.

При внедрении новых методов стерилизации, дезинфекции, очистки стоматологического инструментария, а также в ходе совершенствования организационных мероприятий по оказанию стоматологической помощи населению важную роль играет эффективность способов и подходов к их микробиологическому контролю.

Поступила/Received: 03.02.2025

Принята в печать/Accepted: 01.09.2025

## Л И Т Е Р А Т У Р А / R E F E R E N C E S :

1. Volgenant C.M.C., de Soet J.J. Cross-transmission in the dental office: does this make you ill? — *Curr Oral Health Rep.* — 2018; 5 (4): 221—228. [PMID: 30524929](#)
2. Conway D.I., et al. SARS-CoV-2 positivity in asymptomatic-screened dental patients. — *J Dent Res.* — 2021; 100 (6): 583—590. [PMID: 33779355](#)
3. Matys J., Grzech-Leśniak K. Dental aerosol as a hazard risk for dental workers. — *Materials (Basel).* — 2020; 13 (22): 5109. [PMID: 33198307](#)
4. Kumar P.S., Subramanian K. Demystifying the mist: Sources of microbial bioload in dental aerosols. — *J Periodontol.* — 2020; 91 (9): 1113—1122. [PMID: 32662070](#)
5. Dudding T., Sheikh S., Gregson F., Haworth J., Haworth S., Main B.G., Shrimpton A.J., Hamilton F.W., AERATOR group, Ireland A.J., Maskell N.A., Reid J.P., Bzdek B.R., Gormley M. A clinical observational analysis of aerosol emissions from dental procedures. — *PLoS One.* — 2022; 17 (3): e0265076. [PMID: 35271682](#)
6. Tang J.W., et al. Dismantling myths on the airborne transmission of severe acute respiratory syndrome coronavirus-2 (SARS-CoV-2). — *J Hosp Infect.* — 2021; 110: 89—96. [PMID: 33453351](#)
7. Xu R., Cui B., Duan X., Zhang P., Zhou X., Yuan Q. Saliva: potential diagnostic value and transmission of 2019-nCoV. — *Int J Oral Sci.* — 2020; 12 (1): 11. [PMID: 32300101](#)
8. Yang X., Liu R., Zhu J., Luo T., Zhan Y., Li C., Li Y., Yu H. Evaluating the microbial aerosol generated by dental instruments: addressing new challenges for oral healthcare in the hospital infection. — *BMC Oral Health.* — 2023; 23 (1): 409. [PMID: 37344797](#)
9. Толегенова Ж.Ж., Токанова Ш.Е., Байбусинова А.Ж., Хисметова З.А. Вопросы обеспечения инфекционной безопасности медицинского персонала и пациентов при оказании стоматологической помощи. Обзор литературы. — *Наука и здравоохранение.* — 2021; 1: 30—41.  
[Tolegenova Zh.Zh., Tokanova Sh.E., Baibussinova A.Zh., Hismetova Z.A. Issues of ensuring the infectious safety of medical personnel and patients in the provision of dental care. Literature review. — *Science and Healthcare.* — 2021; 1: 30—41 (In Russian)]. [eLibrary ID: 45423029](#)
10. Khan H.A., Baig F.K., Mehboob R. Nosocomial infections: Epidemiology, prevention, control and surveillance. — *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine.* — 2017; 7 (5): 478—482. [DOI: 10.1016/j.apjtb.2017.01.019](#)
11. Siani H., Maillard J.Y. Best practice in healthcare environment decontamination. — *Eur J Clin Microbiol Infect Dis.* — 2015; 34 (1): 1—11. [PMID: 25060802](#)
12. Browning W.D., McCarthy J.P. A case series: herpes simplex virus as an occupational hazard. — *J Esthet Restor Dent.* — 2012; 24 (1): 61—6. [PMID: 22296698](#)
13. Suzuki K., et al. Detection of aerosolized varicella-zoster virus DNA in patients with localized herpes zoster. — *J Infect Dis.* — 2004; 189 (6): 1009—12. [PMID: 14999603](#)
14. McCarthy G.M., Ssali C.S., Bednarsh H., Jorge J., Wangrangsimakul K., Page-Shafer K. Transmission of HIV in the dental clinic and elsewhere. — *Oral Dis.* — 2002; 8 Suppl 2: 126—35. [PMID: 12164646](#)
15. Redd J.T., Baumbach J., Kohn W., Nainan O., Khristova M., Williams I. Patient-to-patient transmission of hepatitis B virus associated with oral surgery. — *J Infect Dis.* — 2007; 195 (9): 1311—4. [PMID: 17397000](#)
16. Jagger J., Puro V., De Carli G. Occupational transmission of hepatitis C virus. — *JAMA.* — 2002; 288 (12): 1469; author reply 1469—71. [PMID: 12243628](#)
17. Cadmus S.I., Ojo V.N., Taiwo B.O., van Soelingen D. Exposure of dentists to Mycobacterium tuberculosis, Ibadan, Nigeria. — *Emerg Infect Dis.* — 2010; 16 (9): 1479—81. [PMID: 20735939](#)
18. Barben J., Kuehni C.E., Schmid J. Water quality in dental chair units. A random sample in the canton of St. Gallen. — *Schweiz Monatsschr Zahnmed.* — 2009; 119 (10): 976—85. [PMID: 19954129](#)
19. Pankhurst C.L., Coulter W.A. Do contaminated dental unit waterlines pose a risk of infection? — *J Dent.* — 2007; 35 (9): 712—20. [PMID: 17689168](#)
20. Zhang L., et al. Retrospective study on the effectiveness of a prevention strategy in a dental hospital during the COVID-19 pandemic. — *Clin Oral Investig.* — 2021; 25 (10): 5815—5822. [PMID: 33738652](#)
21. Ahmed M.A., et al. Fear and practice modifications among dentists to combat novel coronavirus disease (COVID-19) outbreak. — *Int J Environ Res Public Health.* — 2020; 17 (8): 2821. [PMID: 32325888](#)
22. Persoon I.F., Volgenant C.M.C., van der Veen M.H., Opdam N.J.M., Manton D.J., Bruers J.J.M. Impact of the coronavirus on providing oral health care in the Netherlands. — *Int Dent J.* — 2022; 72 (4): 545—551. [PMID: 34706826](#)
23. Guo H., Zhou Y., Liu X., Tan J. The impact of the COVID-19 epidemic on the utilization of emergency dental services. — *J Dent Sci.* — 2020; 15 (4): 564—567. [PMID: 32296495](#)
24. bKoukos G., Sakellari D., Arsenakis M., Tsalikis L., Slini T., Konstantinidis A. Prevalence of Staphylococcus aureus and methicillin resistant Staphylococcus aureus (MRSA) in the oral cavity. — *Arch Oral Biol.* — 2015; 60 (9): 1410—5. [PMID: 26151200](#)
25. Le M.N., Kayama S., Yoshikawa M., Hara T., Kashiya S., Hisatsune J., Tsuruda K., Onodera M., Ohge H., Tsuga K., Sugai M. Oral colonisation by antimicrobial-resistant Gram-negative bacteria among long-term care facility residents: prevalence, risk factors, and molecular epidemiology. — *Antimicrob Resist Infect Control.* — 2020; 9 (1): 45. [PMID: 32131899](#)
26. Rapala-Kozik M., et al. Living together: The role of Candida albicans in the formation of polymicrobial biofilms in the oral cavity. — *Yeast.* — 2023; 40 (8): 303—317. [PMID: 37190878](#)
27. Рахманин Ю.А., Шибанов С.Э., Козуля С.В. Выбор санитарно-показательных микроорганизмов для оценки безопасности сплит-систем. — *Гигиена и санитария.* — 2016; 3: 296—301.  
[Rakhmanin Yu.A., Shibano S.E., Kozulya S.V. Choice of sanitary-indicative microorganisms for the assessment of the safety of split-systems. — *Hygiene and Sanitation, Russian Journal.* — 2016; 3: 296—301 (In Russian)]. [eLibrary ID: 25843027](#)
28. Шалимова Н.А., Севбитов А.В., Филатов Н.Н., Золотова Е.В., Кузнецова М.Ю. Критерии выбора методов предстерилизационной очистки и стерилизации эндодонтического инструментария. — *Сеченовский вестник.* — 2013; 1 (11): 20—23.  
[Shalimova N.A., Sevbitov A.V., Filatov N.N., Zolotova E.V., Kuznetsova M.Yu. Selection criteria of methods of disinfection and sterilization of endodontic instruments. — *Sechenov Medical Journal.* — 2013; 1 (11): 20—23 (In Russian)]
29. Triggiano F., Veschetti E., Veneri F., Montagna M.T., De Giglio O. Best practices for disinfection in dental settings: insights from Italian and European regulations. — *Ann Ig.* — 2025; 37 (2): 292—301. [PMID: 39698866](#)



DOI: 10.37988/1811-153X\_2025\_3\_174

30. Zemouri C., et al. Dental aerosols: microbial composition and spatial distribution. — *J Oral Microbiol.* — 2020; 12 (1): 1762040. [PMID: 32537096](#)
31. Rutala W.A., Weber D.J. Disinfection and sterilization in health care facilities: An overview and current issues. — *Infect Dis Clin North Am.* — 2021; 35 (3): 575—607. [PMID: 34362535](#)
32. Бавыкина Т.Ю., Гончаров А.А. Метод контроля качества и автоматизация этапа предстерилизационной обработки мелкого инструментария. — *Актуальные проблемы медицины.* — 2023; 4: 376—383.  
[Bavykina T.Yu., Goncharov A.A. The method of quality control and automation of the stage of pre-sterilization processing of small tools. — *Challenges in Modern Medicine.* — 2023; 4: 376—383 (In Russian)]. [eLibrary ID: 60378738](#)
33. Vinh R., Azzolin K.A., Stream S.E., Carsten D., Eldridge L.A., Estrich C.G., Lipman R.D. Dental unit waterline infection control practice and knowledge gaps. — *J Am Dent Assoc.* — 2024; 155 (6): 515—525.e1. [PMID: 38839239](#)
34. Dioguardi M., et al. Influence of sterilization procedures on the physical and mechanical properties of rotating endodontic instruments: a systematic review and network meta-analysis. — *Front Biosci (Landmark Ed).* — 2021; 26 (12): 1697—1713. [PMID: 34994183](#)
35. Дунаев С.А., Прохорова Е.В., Афанасьева А.В., Уляшева Ж.А., Борисов В.В., Пустохина И.Г. Негативное влияние процессов стерилизации на режущую способность эндодонтического ротационного инструмента (обзорная статья). — *Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание.* — 2023; 1: 7—11.  
[Dunaev S.A., Prokhorova E.V., Afanasyeva A.V., Ulyasheva Z.A., Borisov V.V., Pustokhina I.G. Negative effect of sterilization processes on the cutting ability of endodontic rotary instruments (review article). — *Journal of New Medical Technologies, EEdition.* — 2023; 1: 7—11 (In Russian)]. [eLibrary ID: 50389862](#)
36. Stawarz-Janeczczek M., Kryczyk-Poprawa A., Muszyńska B., Opolka W., Pytko-Polończyk J. Disinfectants used in stomatology and SARS-CoV-2 infection. — *Eur J Dent.* — 2021; 15 (2): 388—400. [PMID: 33694135](#)
37. Uchoa-Junior F.A., Barata T.J.E., Leão-Vasconcelos L.S.N.O., Ribeiro E.L., Tipple A.F.V. Biofilm on and structural damage of rotary cutting instruments after 5 cycles of clinical use and processing. — *J Am Dent Assoc.* — 2023; 154 (6): 495—506. [PMID: 37115139](#)
38. Boyle M.A., et al. Overcoming the problem of residual microbial contamination in dental suction units left by conventional disinfection using novel single component suction handpieces in combination with automated flood disinfection. — *J Dent.* — 2015; 43 (10): 1268—79. [PMID: 26248229](#)
39. Янушевич О.О., Арутюнов С.Д., Бузин С.В., Подпорин М.С., Романенко И.И., Царев В.Н. Устройство для газодинамической стерилизации медицинских тканей и оборудования в сверхкритических средах диоксида углерода. — Патент RU №2826520, действ. с 22.00.2023.  
[Yanushevich O.O., Arutyunov S.D., Buzin S.V., Podporin M.S., Romanenko I.I., Tsarev V.N. Device for gas-dynamic sterilization of medical tissues and equipment in supercritical media of carbon dioxide. — Patent RU #2826520, effective from 22.00.2023 (In Russian)]. [eLibrary ID: 69916020](#)
40. Дешев А.В., Мустафаев М.Ш., Гветадзе Р.Ш., Царева Т.В., Антипов М.С., Бажин П.М., Арутюнов С.Д. Влияние щелочных дезинфектантов на микробную адгезию и антикоррозионные свойства медицинских инструментов из нержавеющей стали с металлокерамическими покрытиями. — *Клиническая стоматология.* — 2024; 4: 89—97.  
[Deshev A.V., Mustafayev M.Sh., Gvetadze R.Sh., Tsareva T.V., Antipov M.S., Bazhin P.M., Arutyunov S.D. Effect of alkaline disinfectants on microbial adhesion and anticorrosion properties of stainless steel medical instruments with cermet coatings. — *Clinical Dentistry (Russia).* — 2024; 4: 89—97 (In Russian)]. [eLibrary ID: 75204855](#)
41. Котченко Р.Г. Химико-биологический индикатор контроля стерилизации изделий медицинского назначения. — Патент RU №201570, действ. с 12.10.2020.  
[Kotchenko R.G. Chemical and biological indicator for controlling the sterilization of medical devices. — Patent RU #201570, effective from 12.10.2020 (In Russian)]. [eLibrary ID: 44621667](#)
42. Wirth N.M., Henrichs L.E., Savett D., Lien W., Crabtree M., Vande-walle K.S. Efficacy of various decontamination methods and sterilization on contaminated and inoculated diamond-coated burs. — *Gen Dent.* — 2022; 70 (1): 56—60. [PMID: 34978992](#)
43. Chan H.W.A., Tan K.H., Dashper S.G., Reynolds E.C., Parashos P. Sterilization of rotary NiTi instruments within endodontic sponges. — *Int Endod J.* — 2016; 49 (9): 850—857. [PMID: 26280766](#)
44. Williams D.W., Chamary N., Lewis M.A., Milward P.J., McAndrew R. Microbial contamination of removable prosthodontic appliances from laboratories and impact of clinical storage. — *Br Dent J.* — 2011; 211 (4): 163—6. [PMID: 21869790](#)
45. Umar D., Basheer B., Husain A., Baroudi K., Ahamed F., Kumar A. Evaluation of bacterial contamination in a clinical environment. — *J Int Oral Health.* — 2015; 7 (1): 53—5. [PMID: 25709369](#)
46. Kuştarci A., Akpınar K.E., Sümer Z., Er K., Bek B. Apical extrusion of intracanal bacteria following use of various instrumentation techniques. — *Int Endod J.* — 2008; 41 (12): 1066—71. [PMID: 19133095](#)
47. Zahran S., Patel S., Koller G., Mannocci F. The impact of an enhanced infection control protocol on molar root canal treatment outcome — a randomized clinical trial. — *Int Endod J.* — 2021; 54 (11): 1993—2005. [PMID: 34352123](#)
48. Dutil S., Veillette M., Mériaux A., Lazure L., Barbeau J., Duchaine C. Aerosolization of mycobacteria and legionellae during dental treatment: low exposure despite dental unit contamination. — *Environ Microbiol.* — 2007; 9 (11): 2836—43. [PMID: 17922766](#)
49. Соломай Т.В., Семененко Т.А. Предотвращение передачи в медицинских организациях инфекции, вызванной вирусом Эпштейна—Барр (обзор литературы). — *Гигиена и санитария.* — 2021; 1: 36—41.  
[Solomay T.V., Semenenko T.A. Measures aimed at preventing in medical institutions the transmission of Epstein—Barr virus infection (review). — *Hygiene and Sanitation, Russian Journal.* — 2021; 1: 36—41 (In Russian)]. [eLibrary ID: 44655033](#)
50. Ganavadiya R., Chandra Shekar B.R., Saxena V., Tomar P., Gupta R., Khandelwal G. Disinfecting efficacy of three chemical disinfectants on contaminated diagnostic instruments: A randomized trial. — *J Basic Clin Pharm.* — 2014; 5 (4): 98—104. [PMID: 25316989](#)

DOI: 10.37988/1811-153X\_2025\_3\_175

[И.Н. Усманова](#)<sup>1</sup>,д.м.н., профессор кафедры  
терапевтической стоматологии[И.А. Лакман](#)<sup>2</sup>,к.т.н., зав. научной лабораторией  
исследования социально-экономических  
проблем регионов[И.А. Галимова](#)<sup>1</sup>,к.м.н., ассистент кафедры терапевтической  
стоматологии[Ю.Л. Борцова](#)<sup>1</sup>,к.б.н., доцент кафедры фундаментальной  
и прикладной микробиологии[К.С. Мочалов](#)<sup>1</sup>,к.б.н., доцент кафедры фундаментальной  
и прикладной микробиологии[М.М. Туйгунов](#)<sup>1</sup>,д.м.н., профессор, зав. кафедрой  
микробиологии и вирусологииР.Г. Зиязетдинов<sup>1</sup>,ассистент кафедры микробиологии  
и вирусологии[Ю.Л. Васильев](#)<sup>3</sup>,д.м.н., профессор, с.н.с. лаборатории  
антимикробной фотодинамической  
терапии<sup>1</sup> БашГМУ, 450008, Уфа, Россия<sup>2</sup> Уфимский университет науки  
и технологий, 450076, Уфа, Россия<sup>3</sup> РТУ МИРЭА, 125993, Москва, Россия

## Обоснование антирадикального, противомикробного, противогрибкового действия адгезивного средства с цеталкония хлоридом и холина салицилатом в комплексе местного лечения рецидивирующих афт полости рта. Клинико-экспериментальное исследование

**Реферат.** Исследовали антирадикальное, противомикробное и противогрибковое действие адгезивного средства «Холисал®», содержащего цеталкония хлорид и холина салицилат, в комплексе местного лечения рецидивирующих афт полости рта, проявляющихся на фоне клинических симптомов классических и опосредованных гиперсекреторных заболеваний желудочно-кишечного тракта. **Материалы и методы.** В исследовании приняло участие 58 пациентов молодого возраста с наличием афтозных элементов на слизистой оболочке преддверия полости рта. Обследование включало измерение pH в пробах нестимулированной смешанной слюны, оценку свободнорадикального окисления методом хемолюминесценции. Проведена оценка видового состава микробиоты поверхности афтозного элемента. Качественное и количественное изучение состава микробиоты проводилось методом секторального посева на специальные дифференциально-диагностические среды. В эксперименте *in vitro* в пробах смешанной слюны проведена оценка антиоксидантного действия холина салицилата и чувствительности изучаемых штаммов бактерий к цеталкония хлориду методом дисковой диффузии на поверхности различных сред. **Результаты.** Антисептическая обработка поверхности афтозного элемента гелем «Холисал®» обладает выраженным антисептическим, противомикробным и противогрибковым свойствами. В пробах нестимулированной слюны гель «Холисал®» за счет холина салицилата обладает выраженным антиоксидантным действием, снижая все показатели хемолюминесценции, причем наиболее выраженное действие наблюдается у пациентов с наличием афт на слизистой оболочке преддверия рта на фоне хронического вторичного билиарного панкреатита на фоне гиперацидной секреции желудка ( $p < 0,05$ ). Методом дисковой диффузии на поверхности различных сред в чашках Петри *in vitro* проведено изучение чувствительности изучаемых бактерий к цеталкония хлориду, что явилось доказательством значительного измерения роста (в миллиметрах) от центра секторального посева, при этом выявлена чувствительная и высокочувствительная задержка роста *Candida spp.* в 90% случаев (15–25, >25 мм) в 10% случаев наблюдалось нечувствительное ингибирование роста (<15 мм). Для *Streptococcus spp.* и *Staphylococcus spp.* выявлена чувствительная задержка роста 15–25 мм соответственно в 74,5 и 67% случаев, и только в 25,5 и 33% случаев наблюдали нечувствительное ингибирование роста >15 мм. Размеры полученных зон подавления роста исследуемых бактерий в эксперименте *in vitro* подтверждают доказательства выраженного антибактериального действия геля «Холисал®» на состав микробиоты поверхности афтозного элемента. **Заключение.** Включение в комплекс местного лечения обработки поверхности афтозного элемента геля «Холисал®» с холина салицилатом и цеталкония хлоридом способствует нормализации pH и свободнорадикального окисления в пробах смешанной нестимулированной слюны, а также изменению представителей формирующих состав микробиоты поверхности афт за счет выраженного антиоксидантного, противомикробного и противогрибкового эффекта и является критерием для повышения процесса эпителизации и регенерации слизистой оболочки преддверия полости рта в комплексе местного лечения рецидивирующего афтозного стоматита (K12.0).

**Ключевые слова:** афта, Холисал, микробиота, цеталкония хлорид, холина салицилат, свободнорадикальное окисление, pH, смешанная слюна

### ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ:

Усманова И.Н., Лакман И.А., Галимова И.А., Борцова Ю.Л., Мочалов К.С., Туйгунов М.М., Зиязетдинов Р.Г., Васильев Ю.Л. Обоснование антирадикального, противомикробного, противогрибкового действия адгезивного средства с цеталкония хлоридом и холина салицилатом в комплексе местного лечения рецидивирующих афт полости рта. Клинико-экспериментальное исследование. — *Клиническая стоматология*. — 2025; 28 (3): 175—183. DOI: 10.37988/1811-153X\_2025\_3\_175

I.N. Usmanova<sup>1</sup>,

Doctor of Science in Medicine, professor  
of the Therapeutic dentistry Department

I.A. Lakman<sup>2</sup>,

PhD in Engineering, head of the Scientific Lab  
for the study of socio-economic problems  
of regions

I.A. Galimova<sup>1</sup>,

PhD in Medical Sciences, assistant professor  
of the Therapeutic dentistry Department

Yu.L. Bortsova<sup>1</sup>,

PhD in Biology, assistant professor  
of the Fundamental and applied microbiology  
Department

K.S. Mochalov<sup>1</sup>,

PhD in Biology, assistant professor  
of the Fundamental and applied microbiology  
Department

M.M. Tuigunov<sup>1</sup>,

Doctor of Science in Medicine, full professor  
of the Microbiology and virology Department

R.G. Ziiazetdinov<sup>1</sup>,

assistant at the Microbiology and virology  
Department

Yu.L. Vasil'ev<sup>3</sup>,

Doctor of Science in Medicine, professor,  
senior researcher at the Antimicrobial  
Photodynamic Therapy Lab

<sup>1</sup> Bashkir State Medical University,  
450008, Ufa, Russia

<sup>2</sup> Ufa University of Science and  
Technology, 450076, Ufa, Russia

<sup>3</sup> MIREA — Russian Technological  
University, 125993, Moscow, Russia

## Justification of the antiradical, antimicrobial, and antifungal effect of an adhesive agent containing cetyldimonium chloride and choline salicylate in the complex local treatment of recurrent oral aphthae. A clinical and experimental study

**Abstract.** The antiradical, antimicrobial and antifungal effects of the adhesive agent “Cholisal®”, containing cetyldimonium chloride and choline salicylate, were investigated within the complex local treatment of recurrent oral aphthae occurring against the background of clinical manifestations of classical and mediated hypersecretory gastrointestinal diseases. **Materials and methods.** The study included 58 young patients presenting with aphthous lesions on the mucous membrane of the oral vestibule. The examination consisted of measuring pH in samples of unstimulated mixed saliva and assessing free radical oxidation using chemiluminescence. The species composition of the microbiota on the surface of aphthous lesions was evaluated. Both qualitative and quantitative analysis of the microbiota was performed using sectorial culturing on selective differential diagnostic media. In an in vitro experiment, the antioxidant effect of choline salicylate in saliva samples and the sensitivity of studied bacterial strains to cetyldimonium chloride were assessed using the disk diffusion method on different culture media. **Results.** Antiseptic treatment of the aphthous lesion surface with “Cholisal®” gel exhibited pronounced antiseptic, antimicrobial, and antifungal properties. In samples of unstimulated saliva, the “Cholisal®” gel demonstrated significant antioxidant effect due to choline salicylate, reducing all chemiluminescence parameters, with the most prominent effect observed in patients with aphthous lesions on the oral vestibule mucosa against the background of chronic secondary biliary pancreatitis and hyperacid gastric secretion ( $p < 0.05$ ). Disk diffusion tests in vitro on Petri dishes showed significant growth inhibition zones (measured in millimeters) indicating bacterial sensitivity to cetyldimonium chloride. *Candida spp.* showed sensitive and highly sensitive growth inhibition in 90% of cases (15–25 mm, >25 mm), with 10% showing resistance (<15 mm). For *Streptococcus spp.* and *Staphylococcus spp.*, a sensitive growth inhibition zone of 15–25 mm was observed in 74.5% and 67% of cases respectively, with 25.5% and 33% showing resistance (>15 mm). The measured sizes of inhibition zones confirm the pronounced antibacterial effect of “Cholisal®” gel on the microbiota of the aphthous lesion surface. **Conclusion.** Including “Cholisal®” gel containing choline salicylate and cetyldimonium chloride in the complex local treatment of aphthous lesions helps normalize pH and free radical oxidation in unstimulated mixed saliva samples. It also modulates the microbiota composition on the aphthous lesion surface through a significant antioxidant, antimicrobial, and antifungal effect, which is critical for enhancing epithelialization and regeneration of the oral vestibule mucosa in the complex local treatment of recurrent aphthous stomatitis (K12.0).

**Key words:** aphtha, Cholisal, microbiota, cetyldimonium chloride, choline salicylate, free radical oxidation, pH, mixed saliva

### FOR CITATION:

Usmanova I.N., Lakman I.A., Galimova I.A., Bortsova Yu.L., Mochalov K.S., Tuigunov M.M., Ziazetdinov R.G., Vasil'ev Yu.L. Justification of the antiradical, antimicrobial, and antifungal effect of an adhesive agent containing cetyldimonium chloride and choline salicylate in the complex local treatment of recurrent oral aphthae. A clinical and experimental study. *Clinical Dentistry (Russia)*. 2025; 28 (3): 175—183 (In Russian). DOI: 10.37988/1811-153X\_2025\_3\_175

## ВВЕДЕНИЕ

Рецидивирующий афтозный стоматит представляет собой наиболее распространенную патологию слизистой оболочки рта с частотой от 5 до 66% случаев, при этом в этиологии участвуют многочисленные факторы, влияющие на их развитие. Клиническое течение рецидивирующих афт причиняет значительную боль, жжение, нарушает прием пищи, проведение индивидуальной

гигиены, что в комплексе способствует негативному влиянию на качество жизни [1, 2].

Афта на слизистой оболочке рта встречается при многих клинических условиях и может представлять локализованную проблему или свидетельство о наличии системного расстройства в организме. Поверхность афтозного элемента чаще всего покрыта желтым или серым псевдомембранным налетом, а сама афта окружена венчиком гиперемии [3, 4].



В этиопатогенезе рецидивирующего афтозного стоматита и в его частых рецидивах немаловажная роль принадлежит наличию обострений соматических заболеваний, в том числе гастроэнтерологической патологии. В полости рта данной категории пациентов происходит выраженный дисбаланс микробиоты [5, 6] и сдвиг состояния свободнорадикального окисления в нестимулированной смешанной слюне. При этом в физиологических условиях при отсутствии обострений гастроэнтерологической патологии в полости рта поддерживается стабильное состояние нормобиоты и процессов свободнорадикального окисления [7, 8].

Комплекс местного лечения афтозного стоматита зависит от точной диагностики, распознавания провокационных факторов и выявления сопутствующих заболеваний [1, 8, 9–12]. Для этих целей целесообразно использование средств и методов, обладающих выраженными бактерицидными, противовоспалительными и регенерирующими свойствами [13, 14].

На основании вышесказанного становится очевидно, что клинко-экспериментальное обоснование антирадикального, противомикробного, противогрибкового действия адгезивного геля «Холисал®», содержащего цеталкония хлорид и холина салицилат, в комплексе местного лечения рецидивирующих афт полости рта является актуальным и перспективным.

**Цель исследования** — оценка и обоснование эффективности противомикробного, антисептического и антиоксидантного действия геля «Холисал®» за счет входящих в его состав компонентов — цеталкония хлорида и холина салицилата при обработке поверхности афтозных элементов слизистой оболочки преддверия полости рта на фоне клинических проявлений гиперсекреторных заболеваний желудочно-кишечного тракта.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Проведение одноцентрового, обсервационного неконтролируемого проспективного исследования 125 пациентов на фоне клинических проявлений классических и опосредованных гиперсекреторных заболеваний желудочно-кишечного тракта дало возможность для выявления клинических проявлений афтозных элементов в полости рта у 58 (46,4%) пациентов — 17 (29,3%) мужчин и у 41 (70,7%) женщины. При клиническом стоматологическом обследовании у 30 пациентов (6 мужчин и 24 женщины) чаще наблюдалась локализация афтозных элементов на слизистой оболочке преддверия полости рта, у 28 пациентов (11 мужчин и 17 женщин) афты выявлены на боковой поверхности языка или на его кончике. Соотношение женщин к мужчинам составило 4:1. Средний возраст пациентов варьировал от 25 до 45 лет.

В зависимости от сопутствующей патологии ЖКТ пациентов поделили на 2 группы:

- I — 15 пациентов с хроническим гиперсекреторным гастритом и дуоденитом;
- II — 15 пациентов с хроническим вторичным билиарнозависимым панкреатитом на фоне гиперацидной секреции желудка.

На основании информированного согласия все пациенты были ознакомлены с методами планируемого комплексного клинко-экспериментального исследования и этапами проводимого местного лечения (рис. 1).

Схема комплекса местного лечения включала обработку поверхности афтозного элемента диодным лазером красного света и нанесение геля «Холисал®» 2 раза в день в течение 4 дней [7, 15]. Эффективность проводимого комплекса местного лечения у наблюдаемых пациентов оценивалась на основании полученных данных путем клинического, лабораторного и экспериментального этапов, в результате которых проанализированы данные о качественном и количественном изменении состава микробиоты поверхности афт, изменении состояния pH и свободнорадикального окисления в пробах нативной нестимулированной смешанной слюны.

Колориметрическим методом в пробах нативной нестимулированной смешанной слюны проводили оценку кислотности с использованием универсальной индикаторной бумаги.

Для оценки антирадикальных свойств холина салицилата как компонента геля «Холисал®» в эксперименте

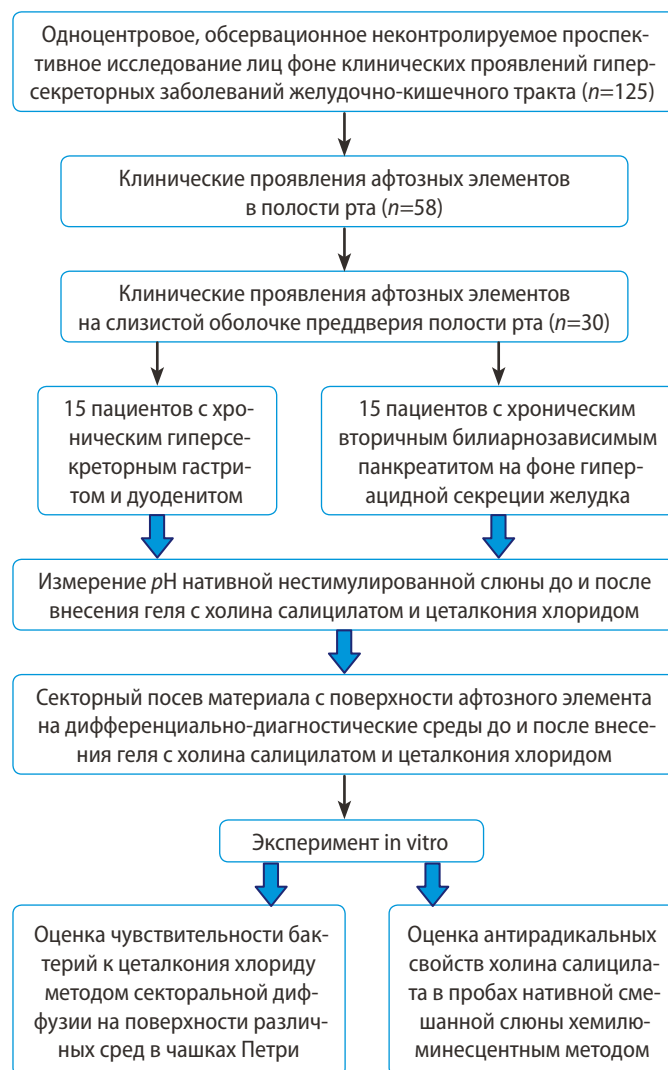


Рис. 1. Дизайн исследования  
Fig. 1. Study design

in vitro в нативной нестимулированной смешанной слюне, а также в динамике проводимого лечения афтозного стоматита использовали хемилюминесцентный метод на приборе «ХЛ-003» (УУНиТ, Уфа). Анализировали:

- спонтанную светимость, показывающую базовый уровень свободнорадикальной активности;
- светосумму свечения — интегральный показатель радикалообразования;
- максимальную светимость — пиковую интенсивность хемилюминесценции.

Измерения проводили до и после добавления геля «Холисал®», при этом в данном случае учитывалось свойство геля в отношении антирадикального, противомикробного, противогрибкового действия.

В эксперименте in vitro методом секторного посева материала, полученного с поверхности афтозного элемента, изучали состав микробиоты. Посев проводили на специальные дифференциально-диагностические среды — агар Сабуро для дрожжеподобных грибов рода *Candida*, кровяной или шоколадный агар для стрептококков (+37°C и pH 7,2–7,4), желточно-солевой агар для стафилококков (+35–40°C и pH 7,0–7,5), питательный агар для культивирования микроорганизмов сухой (СПА), агар MRS. Бактериальную суспензию наносили на агаровую основу, а затем на нее помещали гель «Холисал®». Затем чашки инкубировали в термостате при температуре 37°C, и через сутки результаты определяли путем измерения роста (в миллиметрах) от центра секторального посева. Размеры полученных зон рассматривались как критерий качественного доказательства антибактериального действия геля «Холисал®». При оценке степени чувствительности к гелю «Холисал®» определяли ингибирование роста исследуемых микроорганизмов:

- нечувствительный (ингибирование роста <15 мм),
- чувствительный (задержка роста 15–25 мм),
- высокочувствительный (задержка роста >25 мм).

При статистической обработке данных для выявления значимости различий между признаками в группах использовали критерий Манна–Уитни для непрерывных признаков и точный критерий Фишера для номинальных (категориальных) признаков. Внутригрупповое сравнение показателей до и после лечения проводили с использованием критерия для связанных выборок Вилкоксона (для непрерывных признаков) и критерия Мак-Немара (для категориальных признаков). Различия считали значимыми при  $p < 0,05$ .

РЕЗУЛЬТАТЫ

Доля пациентов с наличием афтозных элементов, локализовавшихся на неороговевающем эпителии слизистой оболочки губ и щек составила 46,4% случаев, количество рецидивов составило в среднем 1,5–2 раза в год. Проявление афтозного стоматита чаще всего обусловлено клиническим течением гиперсекреторных заболеваний ЖКТ (хронического гиперсекреторного гастрита и дуоденита и хронического вторичного билиарнозависимого панкреатита на фоне гиперацидной секреции желудка). Формирование афтозных элементов локализующихся на слизистой оболочке преддверия полости рта характеризуется более длительным периодом развития в среднем до 7–8-го дня.

Среди пациентов с наличием афт на слизистой оболочке преддверия полости рта в зависимости от наличия гиперсекреторных заболеваний желудочно-кишечного тракта (I или II группы) и пола значимых различий в половом составе групп не выявлено ( $p > 0,1$ ), в обеих клинических группах значимо преобладают женщины ( $p < 0,05$ ; табл. 1).

До нанесения геля «Холисал®» на афтозные элементы pH смешанной слюны соответствовал кислой среде. У лиц I группы состояние pH значимо снижено в 1,3 раза ( $p < 0,05$ ) относительно показателя II группы. Обработка афтозного элемента гелем «Холисал®» привела к статистически значимому повышению pH слюны в 1,7 раза у лиц I группы с хроническим гиперсекреторным гастритом и дуоденитом ( $p < 0,001$ ). У лиц II группы действие изучаемого геля повысило pH только в 1,3 раза ( $p < 0,01$ ). В обеих группах pH слюны пациентов после лечения находился в пределах 7,0, что обуславливает оптимальную защитную функцию (табл. 2).

До нанесения геля «Холисал®» на афтозный элемент значения светимости и светосуммы свечения были заметно повышены, причем во II группе они были значимо выше.

В табл. 3 приведены данные эксперимента in vitro, где сравнивались показатели хемилюминесценции нативной нестимулированной смешанной слюны до и после внесения геля «Холисал®», содержащего холина салицилат и цеталкония хлорид. Хемилюминесценция отражает активность свободнорадикальных процессов, что позволяет оценить уровень оксидативного стресса в организме. Спонтанная светимость была незначительно выше в пробах II группы (4,7 ед.) по сравнению с пробами I группы (3,1 ед.). Полученные данные являются четким обоснованием проявления оксидативного стресса во II группе. Светосумма свечения также оказалась статистически значимо выше — 21,4 против 17,3 ед. в I группе ( $p = 0,001$ ), что подтверждает более интенсивное радикалообразование.

Показатель максимальная светимость несколько выше в пробах нативной нестимулированной смешанной слюны, полученной от лиц I группы (7,4 ед.), по сравнению с пробами,

Таблица 1. Распределение участников исследования по группам  
Table. 1. Individuals distribution by group

	I группа (гастрит и дуоденит, n=15)		II группа (вторичный билиарно-зависимый панкреатит, n=15)		$\chi^2$	p
	абс.	%	абс.	%		
Мужчины (n=6)	2	13	4	27	1,33	0,239
Женщины (n=24)	13	87	11	73	0,33	0,564
$\chi^2$	16,13		6,53			
p	<0,001		0,011			

полученными от лиц II группы (6,7 ед.;  $p>0,2$ ). Это характеризует резкие, но менее продолжительные всплески свободнорадикальной активности при проявлении афтозного стоматита на фоне клинических проявлений хронического гиперсекреторного гастрита и дуоденита.

После добавления геля «Холисал®» за счет его компонентов, в частности холина салицилата, в пробах нативной нестимулированной смешанной слюны у лиц I и II групп наблюдали снижение всех параметров хемилюминесценции. Спонтанная светимость уменьшилась в 1,6 раза в I группе и в 2,9 раза в пробах слюны II группы (с 4,7 до 1,6 ед.;  $p<0,001$ ). Светосумма свечения

значимо снизилась в 2–2,5 раза, достигая минимальных значений в пробах I группы (6,9 ед.;  $p<0,01$ ). Максимальная светимость также уменьшилась примерно в 2 раза во всех пробах смешанной слюны полученной от лиц обеих клинических групп, что является значимым согласно критерию Вилкоксона ( $p<0,01$ ).

Изучение состава формирующей поверхность налета афтозных элементов полученных от лиц I и II клинических групп до нанесения геля «Холисал®» в 100% случаев присутствовали микроорганизмы рода *Streptococcus spp.* и *Staphylococcus spp.*, *Enterococcus spp.* выявили в 40 и 53% случаев в I и II группе соответственно (табл. 4).

**Таблица 2. pH и показатели свободнорадикального окисления проб нативной нестимулированной смешанной слюны до и после применения геля «Холисал®»**

Показатель	I группа				II группа				$p_1$	$p_2$
	до	после	Z	p	до	после	Z	p		
pH	4,3±0,3	7,3±0,3	3,43	<0,001	5,6±0,3	7,1±0,3	2,65	0,004	0,048	0,671
Спонтанная светимость	2,8±0,1	2,1±0,1	5,67	<0,001	3,1±0,1	2,2±0,1	6,81	<0,001	0,079	0,148
Светосумма	15,1±0,3	8,3±0,5	5,22	<0,001	19,8±0,2	9,5±0,2	7,14	<0,001	<0,001	0,112
Максимальная светимость	5,1±0,2	3,4±0,2	5,12	<0,001	5,7±0,2	3,6±0,2	6,08	<0,001	0,103	0,715

Примечание. p — статистическая достоверность значимости внутригрупповых различий по критерию Вилкоксона до и после лечения.  $p_1$  и  $p_2$  — статистическая достоверность значимости

**Table 2. pH and free radical oxidation parameters of native unstimulated mixed saliva samples before and after application of “Cholisal” gel**

межгрупповых различий по критерию Манна–Уитни до и после лечения соответственно.

**Таблица 3. Показатели хемилюминесценции смешанной нестимулированной слюны в эксперименте in vitro (усл. ед.)**

Показатель	I группа				II группа				$p_1$	$p_2$
	до	после	Z	p	до	после	Z	p		
Спонтанная светимость	3,1±0,9	1,9±0,1	1,08	0,141	4,7±0,7	1,6±0,3	3,16	<0,001	0,245	0,255
Светосумма	17,3±0,7	6,9±0,7	6,31	<0,001	21,4±0,6	9,6±0,4	7,98	<0,001	0,001	0,012
Максимальная светимость	7,4±0,6	3,1±0,2	5,82	<0,001	6,7±0,8	3,3±0,4	2,41	0,008	0,322	0,844

Примечание. p — статистическая достоверность значимости внутригрупповых различий по критерию Вилкоксона до и после лечения.  $p_1$  и  $p_2$  — статистическая достоверность значимости

**Table 3. Chemiluminescence parameters of unstimulated mixed saliva in the in vitro experiment (in relative units)**

межгрупповых различий по критерию Манна–Уитни до и после лечения соответственно.

**Таблица 4. Состав микробиоты поверхности афтозного элемента у пациентов до лечения и через 4 дня местного применения геля «Холисал®»**

Микроорганизм	I группа						II группа						p <sub>1</sub>	p <sub>2</sub>
	до		после		χ <sup>2</sup>	p	до		после		χ <sup>2</sup>	p		
	абс.	%	абс.	%			абс.	%	абс.	%				
Streptococcus spp.	15	100	12	80	2,08	0,149	15	100	10	67	4,05	0,045	1	0,409
Staphylococcus spp.	15	100	7	47	7,03	0,009	15	100	8	53	6,04	0,015	1	0,716
Enterococcus spp.	6	40	1	7	1,09	0,298	8	53	2	13	1,80	0,180	0,465	0,543
Neisseria spp.	5	33	5	33	0	1	8	53	4	27	0,89	0,346	0,270	0,691
Actinobacillus spp.	5	33	1	7	0,67	0,415	4	27	3	20	0,04	0,835	0,691	0,012
Lactobacillus spp.	15	100	12	80	2,08	0,149	12	80	9	60	1,00	0,318	0,068	0,232
Enterobacteriaceae spp.	4	27	0	0	0,47	0,493	6	40	0	0	1,26	0,262	0,439	1
Candida spp.	6	40	2	13	0,73	0,394	9	60	2	13	4,26	0,039		

Примечание. Статистическая достоверность значимости различий по критерию Мак-Немара с поправкой Йейтса: p — внутри группы до и после лечения;  $p_1$  и  $p_2$  — между группами до и после лечения соответственно.

**Table 4. Composition of the microbiota on the surface of aphthous lesions in patients before treatment and after 4 days of local application of “Cholisal” gel**



Среди грамположительных факультативно-анаэробных палочек в 100% случаев преобладает *Lactobacillus spp.*, при этом в микробиоте поверхности афтозного элемента у лиц I группы, их количество составило в среднем 5,0 lg КОЕ/ед., в 100% случаев наблюдался рост дрожжеподобного гриба рода *Candida* в количестве 4,1 lg КОЕ/ед.

В составе микробиоты поверхности афтозного элемента, полученного от лиц II группы, в 60% случаев наблюдается наличие грамположительных факультативно-анаэробных палочек в виде *Lactobacillus spp.*, их количество составляет 5,0 lg КОЕ/ед., и в 60% случаев также наблюдается наличие дрожжеподобных грибов рода *Candida* в количестве 5,9 lg КОЕ/ед. (см. табл. 4).

Внесение геля «Холисал®», содержащего цеталкония хлорид и холина салицилат, на поверхность афтозного элемента в 33,3% случаев способствовало снижению частоты встречаемости *Streptococcus spp.* у лиц II группы ( $p < 0,05$ ), в 50% случаев значительно снизилась частота встречаемости *Staphylococcus spp.* в обеих группах ( $p < 0,01$ ).

До нанесения геля «Холисал®» в микробиоте поверхности афтозного элемента, полученного от лиц I группы, в 80% случаев наблюдается нормализация количества *Lactobacillus spp.* — до 3,0–4,0 lg КОЕ/ед., в 6,9% случаях элиминация *Candida spp.* до 2,0–3,0 lg КОЕ/ед., соответственно поверхность микробиоты афтозного элемента лиц II группы в 60% случаев содержала количество *Lactobacillus spp.* в 3,0–4,0 lg КОЕ/ед., в 13% случаев — в 2,0–3,0 lg КОЕ/ед. *Candida spp.* ( $p < 0,05$ ; табл. 4).

В эксперименте *in vitro* проведение изучения ингибирования роста бактерий вследствие применения геля «Холисал®», содержащего цеталкония хлорид и холина салицилат, в отношении *Candida spp.*, *Streptococcus spp.* и *Staphylococcus spp.* Во всех случаях *Candida* были чувствительны либо высокочувствительны к ингибированию (табл. 5, рис. 2–4).

Чувствительность ингибирования *Candida spp.* к гелю «Холисал®» определяли с помощью секторального теста, при этом чувствительность теста составила 90% случаев, в 10% случаев наблюдалось нечувствительное ингибирование их роста. Среди *Streptococcus spp.*

и *Staphylococcus spp.* были чувствительны к гелю соответственно в 74,5 и 67% случаев, нечувствительное ингибирование роста проявили 25,5 и 33% исследуемых штаммов микроорганизмов.

Таким образом, влияние геля «Холисал®» на состав микробиоты поверхности афтозного элемента, уровень pH и свободно-радикальное окисление

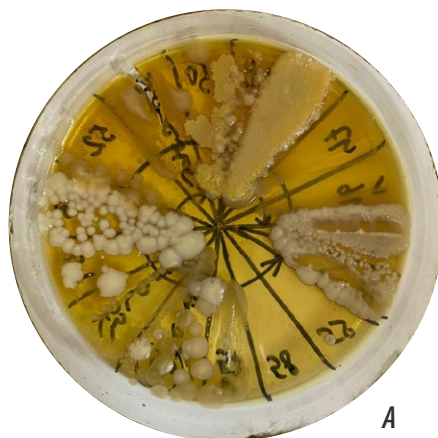


Рис. 2. Рост *Candida spp.*: А — на агаре Сабуро; В — после внесения геля «Холисал» и 24 часов инкубирования

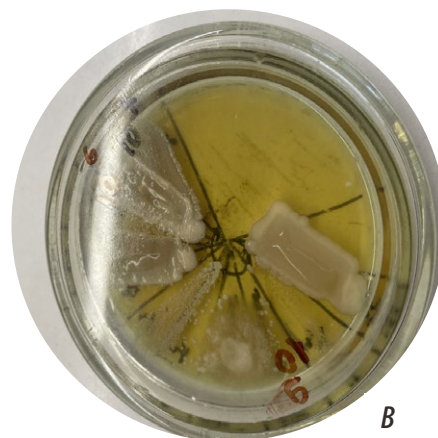


Fig. 2. *Candida spp.* growth on the Sabouraud agar (A), and after applying the Holisal gel and 24 hours of incubation (B)



Рис. 3. Рост *Streptococcus spp.*: А — на кровяном агаре; В — после внесения геля «Холисал» и 24 часов инкубирования



Fig. 3. *Streptococcus spp.* growth on blood agar (A), and after applying the Holisal gel and 24 hours of incubation (B)

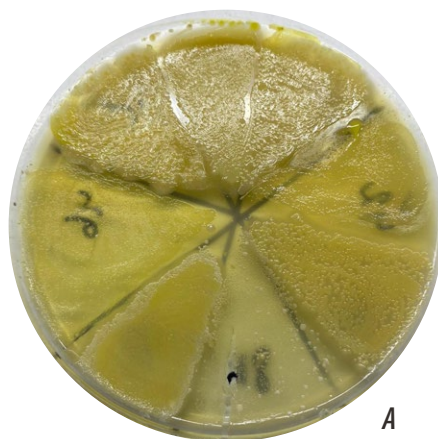


Рис. 4. Рост *Staphylococcus spp.*: А — на желточно-солевом агаре; В — после внесения геля «Холисал» и 24 часов инкубирования

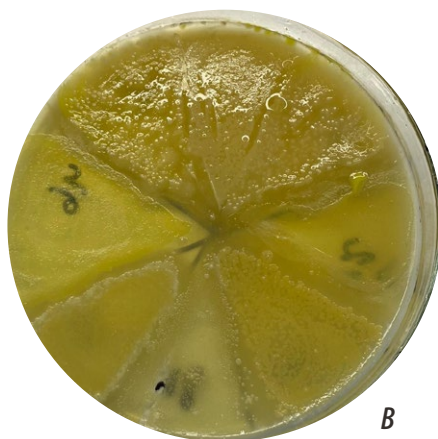


Fig. 4. *Staphylococcus spp.* growth on yolk-salt agar (A), and after applying the Holisal gel and 24 hours of incubation (B)

**Таблица 5. Чувствительность микроорганизмов, полученных с поверхности афтозного элемента к гелю «Холисал®», содержащему холина салицилат и цеталкония хлорид, в эксперименте in vitro (в %)**

Table 5. Sensitivity of microorganisms obtained from the surface of aphthous lesions to “Cholisal®” gel containing choline salicylate and cetyltrimonium chloride in the in vitro experiment (in %)

Микроорганизм	Нечувствительный, ингибирование роста (<15 мм)	Чувствительный, задержка роста (15—25 мм)	Высокочувствительный, задержка роста (>25 мм)
<i>Candida spp.</i>	10,0	66,7	23,0
<i>Streptococcus spp.</i>	25,5	74,5	0
<i>Staphylococcus spp.</i>	33,3	66,7	0

нестимулированной смешанной слюны способствовало более значительной их нормализации у всех наблюдаемых пациентов с наличием афтозного стоматита, локализованного на слизистой оболочке преддверия полости рта, обусловленного клиническим течением гиперсекреторных заболеваний ЖКТ.

## ОБСУЖДЕНИЕ

Согласно данным S. Jurge и соавт. (2006), доказана связь между афтозным стоматитом и дисбалансом микрофлоры полости рта [16], что всецело подтверждает наши данные, согласно которым у данной категории лиц в составе исследуемой микрофлоры поверхности афтозного элемента наблюдаются различные бактериальные сообщества.

S. Amangeldykyzy и соавт. (2015) привели убедительные данные об ингибирующем действии комбинированного геля с холина салицилатом и цеталкония хлоридом на отдельные штаммы *Staphylococcus spp.* и *Streptococcus spp.* [17], что согласуется с нашими данными.

Таким образом, включение в комплекс местного лечения обработки поверхности афтозного элемента гелем «Холисал®» способствует нормализации pH и свободнорадикального окисления в пробах смешанной слюны, а также состава микрофлоры поверхности афтозного элемента за счет выраженного противовоспалительного, антиоксидантного, противомикробного и противогрибкового эффекта. Полученные данные подтверждают связь между заболеваниями ЖКТ и оксидативным стрессом, а также демонстрируют эффективность холина салицилата и цеталкония хлорида в коррекции выявленных нарушений. Для более полной оценки рекомендуется дальнейшее изучение взаимосвязи хемилюминесценции нативной слюны

с маркерами воспаления и клиническими проявлениями афтозного стоматита на фоне гиперсекреторных заболеваний ЖКТ.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Антисептическая обработка поверхности афтозного элемента гелем «Холисал®» обладает выраженным антисептическим, противомикробным и противогрибковым свойствами, что подтверждено микробиологическим методом. Влияние геля «Холисал®» за счет холина салицилата на pH нативной нестимулированной смешанной слюны приводит к пределу значений 7,0, что является критерием для проявления ее защитных функций.

В эксперименте in vitro доказано, что в пробах нативной нестимулированной смешанной слюны влияние геля «Холисал®» за счет холина салицилата обладает выраженным антиоксидантным действием, снижая все показатели хемилюминесценции, причем наиболее выраженное действие наблюдается у пациентов с наличием хронического вторичного билиарного панкреатита на фоне гиперацидной секреции желудка ( $p < 0,05$ ).

При оценке степени чувствительности *Candida spp.* к гелю «Холисал®» в 90% случаев выявлена чувствительная и высокочувствительная задержка их роста (15—25, >25 мм), только в 10% случаев наблюдали нечувствительное ингибирование роста (<15 мм). Для *Streptococcus spp.* и *Staphylococcus spp.* выявлена чувствительная задержка роста 15—25 мм соответственно в 74,5 и 67% случаев, и только в 25,5 и 33% случаев наблюдали нечувствительное ингибирование роста <15 мм. Размеры полученных зон подавления роста исследуемых бактерий в эксперименте in vitro подтверждают доказательств выраженного антибактериального действия геля «Холисал®» на состав микрофлоры поверхности афтозного элемента.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, влияние адгезивного геля «Холисал®», содержащего цеталкония хлорид и холина салицилат, за счет выраженного противомикробного, антисептического и антиоксидантного действия способствует нормализации состава микрофлоры поверхности афтозного элемента и является критерием для повышения процесса эпителизации и регенерации слизистой оболочки преддверия полости рта в комплексе местного лечения рецидивирующего афтозного стоматита (K12.0).

Поступила/Received: 01.09.2025

Принята в печать/Accepted: 06.09.2025

## ЛИТЕРАТУРА:

1. Cui R.Z., Bruce A.J., Rogers R.S. 3rd Recurrent aphthous stomatitis. — *Clin Dermatol.* — 2016; 34 (4): 475—81. PMID: 27343962
2. Cheng B., et al. The efficacy of probiotics in management of recurrent aphthous stomatitis: a systematic review and meta-analysis. — *Sci Rep.* — 2020; 10 (1): 21181. PMID: 33273680

## REFERENCES:

1. Cui R.Z., Bruce A.J., Rogers R.S. 3rd Recurrent aphthous stomatitis. — *Clin Dermatol.* 2016; 34 (4): 475—81. PMID: 27343962
2. Cheng B., et al. The efficacy of probiotics in management of recurrent aphthous stomatitis: a systematic review and meta-analysis. *Sci Rep.* 2020; 10 (1): 21181. PMID: 33273680



3. Baccaglini L., et al Urban legends: recurrent aphthous stomatitis. — *Oral Dis.* — 2011; 17 (8): 755—70. [PMID: 21812866](#)
4. Schemel-Suárez M., López-López J., Chimenos-Küstner E. [Oral ulcers: Differential diagnosis and treatment]. — *Med Clin (Barc).* — 2015; 145 (11): 499—503 (In Spanish). [PMID: 26049962](#)
5. Hijazi K., Lowe T., Meharg C., Berry S.H., Foley J., Hold G.L. Mucosal microbiome in patients with recurrent aphthous stomatitis. — *J Dent Res.* — 2015; 94 (3 Suppl): 875-945. [PMID: 25540188](#)
6. Kim Y.J., Choi Y.S., Baek K.J., Yoon S.H., Park H.K., Choi Y. Mucosal and salivary microbiota associated with recurrent aphthous stomatitis. — *BMC Microbiol.* — 2016; 16 Suppl 1: 57. [PMID: 27036492](#)
7. Усманова И.Н., Лакман И.А., Аль Мохамед М.А., Тиунова Н.В., Янова Н.А., Ефимов К.В., Васильев Ю.Л. Особенности влияния различных аппликационных адгезивных средств в комплексе местного лечения рецидивирующих афт полости рта у пациентов на фоне клинических проявлений классических и опосредованных гиперсекреторных заболеваний желудочно-кишечного тракта. — *Клиническая стоматология.* — 2023; 2: 30—36. [eLibrary ID: 54167523](#)
8. Хапсирокова З.З., Пономарев А.А. Сравнительная оценка эффективности различных методик лечения хронического рецидивирующего афтозного стоматита. — *Клиническая стоматология.* — 2022; 3: 120—125. [eLibrary ID: 49514213](#)
9. Lehman J.S., Rogers R.S. 3rd Acute oral ulcers. — *Clin Dermatol.* — 2016; 34 (4): 470—4. [PMID: 27343961](#)
10. Tarakji B., et al. Guideline for the diagnosis and treatment of recurrent aphthous stomatitis for dental practitioners. — *J Int Oral Health.* — 2015; 7 (5): 74—80. [PMID: 26028911](#)
11. Тарасова О.В., Павлова О.Н., Гуленко О.Н., Желонкин Н.Н., Девяткин А.А., Постников М.А., Трунин Д.А., Зубарева А.О. Особенности функциональной активности антиоксидантных ферментов в ротовой жидкости больных с афтозным стоматитом на фоне терапии. — *Клиническая стоматология.* — 2024; 3: 37—43. [eLibrary ID: 71035223](#)
12. Рабинович О.Ф., Абрамова Е.С., Умарова К.В., Рабинович И.М. Аспекты этиологии и патогенеза рецидивирующего афтозного стоматита. — *Клиническая стоматология.* — 2015; 4 (76): 8—13. [eLibrary ID: 25136352](#)
13. Short F.L., et al. Benzalkonium chloride antagonises aminoglycoside antibiotics and promotes evolution of resistance. — *EBioMedicine.* — 2021; 73: 103653. [PMID: 34717227](#)
14. Величко Э.В., Васильев Ю.Л. Особенности выбора современных аппликационных адгезивных форм лекарственных препаратов для лечения воспалительных заболеваний пародонта и слизистых оболочек рта. — *Клиническая стоматология.* — 2022; 4: 64—72. [eLibrary ID: 49940617](#)
15. Галимова И.А. Клинико-микробиологическое обоснование комплекса лечебных мероприятий у пациентов с рецидивирующими афтами полости рта: дис. ... к.м.н. — Уфа: БашГМУ, 2019. — 185 с.
16. Jurge S., et al. Mucosal disease series. Number VI. Recurrent aphthous stomatitis. — *Oral Dis.* — 2006; 12 (1): 1—21. [PMID: 16390463](#)
17. Amangeldykyzy S., Nurlybek A.N., Nurlan A.N., Seisembay U.B., Mukasheva A.M., Umirzakovna U.K., Juskiewicz K.T., Polski A., Poleszak E. The effect of a combined choline salicylate and cetalkonium chloride gel on particular strains of *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus* spp. and *Streptococcus* spp. — *Current Issues in Pharmacy and Medical Sciences.* — 2015; 2: 77—80. [DOI: 10.1515/cipms-2015-0048](#)
3. Baccaglini L., Lalla R.V., Bruce A.J., Sartori-Valinotti J.C., Lator-tue M.C., Carrozzo M., Rogers R.S. 3rd Urban legends: recurrent aphthous stomatitis. *Oral Dis.* 2011; 17 (8): 755—70. [PMID: 21812866](#)
4. Schemel-Suárez M., López-López J., Chimenos-Küstner E. [Oral ulcers: Differential diagnosis and treatment]. *Med Clin (Barc).* 2015; 145 (11): 499—503 (In Spanish). [PMID: 26049962](#)
5. Hijazi K., Lowe T., Meharg C., Berry S.H., Foley J., Hold G.L. Mucosal microbiome in patients with recurrent aphthous stomatitis. *J Dent Res.* 2015; 94 (3 Suppl): 875-945. [PMID: 25540188](#)
6. Kim Y.J., Choi Y.S., Baek K.J., Yoon S.H., Park H.K., Choi Y. Mucosal and salivary microbiota associated with recurrent aphthous stomatitis. *BMC Microbiol.* 2016; 16 Suppl 1: 57. [PMID: 27036492](#)
7. Usmanova I.N., Lakman I.A., Al Mohamed M.A., Tiunova N.V., Yanova N.A., Efimov K.V., Vasil'ev Yu.L. Peculiarities of the effect of various application adhesives in the complex of topical treatment of recurrent aphth of the oral cavity in patients on the background of clinical manifestations of classical and indirect hypersecretary diseases of the gastrointestinal tract. *Clinical Dentistry (Russia).* 2023; 2: 30—36 (In Russian). [eLibrary ID: 54167523](#)
8. Khapsirokova Z.Z., Ponomarev A.A. Comparative evaluation of the efficiency of different treatment methods of the chronic recurrent aphthous stomatitis. *Clinical Dentistry (Russia).* 2022; 3: 120—125 (In Russian). [eLibrary ID: 49514213](#)
9. Lehman J.S., Rogers R.S. 3rd Acute oral ulcers. *Clin Dermatol.* 2016; 34 (4): 470—4. [PMID: 27343961](#)
10. Tarakji B., Gazal G., Al-Maweri S.A., Azzeghaiby S.N., Alaizari N. Guideline for the diagnosis and treatment of recurrent aphthous stomatitis for dental practitioners. *J Int Oral Health.* 2015; 7 (5): 74—80. [PMID: 26028911](#)
11. Tarasova O.V., Pavlova O.N., Gulenko O.N., Zhelonkin N.N., Deviatkin A.A., Postnikov M.A., Trunin D.A., Zubareva A.O. Peculiarities of functional activity of antioxidant enzymes in oral fluid of patients with aphthous stomatitis during therapy. *Clinical Dentistry (Russia).* 2024; 3: 37—43 (In Russian). [eLibrary ID: 71035223](#)
12. Rabinovich O.F., Abramova E.S., Umarova K.V., Rabinovich I.M. Aetiology and pathogenesis of recurrent ulcerative stomatitis. *Clinical Dentistry (Russia).* 2015; 4 (76): 8—13 (In Russian). [eLibrary ID: 25136352](#)
13. Short F.L., Lee V., Mamun R., Malmberg R., Li L., Espinosa M.I., Venkatesan K., Paulsen I.T. Benzalkonium chloride antagonises aminoglycoside antibiotics and promotes evolution of resistance. *EBioMedicine.* 2021; 73: 103653. [PMID: 34717227](#)
14. Velichko E.V., Vasil'ev Yu.L. Peculiarities of selection of modern adhesive medications for treatment of inflammatory periodontal and oral mucosa diseases. *Clinical Dentistry (Russia).* 2022; 4: 64—72 (In Russian). [eLibrary ID: 49940617](#)
15. Galimova I.A. [Clinical and microbiological justification of the complex of therapeutic measures in patients with recurrent aphthae of the oral cavity: master's thesis]. Ufa: Bashkir State Medical University, 2019. 185 p. (In Russian).
16. Jurge S., Kuffer R., Scully C., Porter S.R. Mucosal disease series. Number VI. Recurrent aphthous stomatitis. *Oral Dis.* 2006; 12 (1): 1—21. [PMID: 16390463](#)
17. Amangeldykyzy S., Nurlybek A.N., Nurlan A.N., Seisembay U.B., Mukasheva A.M., Umirzakovna U.K., Juskiewicz K.T., Polski A., Poleszak E. The effect of a combined choline salicylate and cetalkonium chloride gel on particular strains of *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus* spp. and *Streptococcus* spp. *Current Issues in Pharmacy and Medical Sciences.* 2015; 2: 77—80. [DOI: 10.1515/cipms-2015-0048](#)



# ХОЛИСАЛ®

гель стоматологический

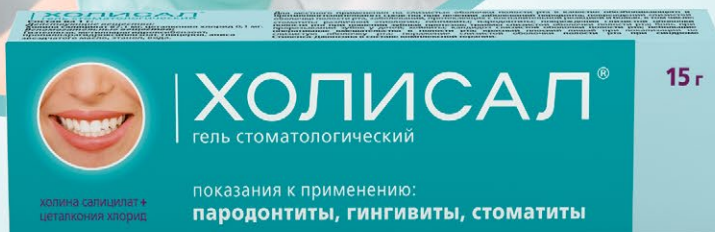
**ПРЯМОЕ ДЕЙСТВИЕ НА ВОСПАЛЕНИЕ  
И ОСНОВНЫХ ВОЗБУДИТЕЛЕЙ**

Комплексное действие  
против воспаления, боли  
и основных возбудителей\*  
заболеваний

**ОКАЗЫВАЕТ ПРЯМОЕ  
ПРОТИВОВОСПАЛИТЕЛЬНОЕ  
ДЕЙСТВИЕ, ПОМОГАЯ СНИЖАТЬ  
СИМПТОМЫ ВОСПАЛЕНИЯ¹**

**ДЕЙСТВИЕ ПРОТИВ БОЛИ  
МОЖЕТ НАЧИНАТЬСЯ ЧЕРЕЗ  
2-3 МИНУТЫ И ДЛИТЬСЯ  
ДО 8 ЧАСОВ\*\***

**ПОМОГАЕТ БОРОТЬСЯ  
С ПРИЧИНАМИ ЗАБОЛЕВАНИЙ  
(БАКТЕРИЯМИ, ГРИБАМИ,  
ВИРУСАМИ)¹**



\*Бактерии, грибы, вирусы.

\*\*Согласно инструкции по медицинскому применению анальгезирующее действие наступает через 2-3 минуты, при этом его продолжительность составляет 2-8 часов.

1. Инструкция по медицинскому применению препарата Холисал®.

РЕКЛАМА. ООО «Бауш Хелс», <https://bauschhealth.ru> / Холисал®, гель стоматологический, 10/15 г. РУ - ЛП-№(009187)-(РГ-RU) от 10.03.25.

RUS-STO-SAC-SAC-11-2024-5378

МАТЕРИАЛ ПРЕДНАЗНАЧЕН ДЛЯ ФАРМАЦЕВТИЧЕСКИХ И МЕДИЦИНСКИХ СПЕЦИАЛИСТОВ.

# ПОЗДРАВЛЯЕМ С ЮБИЛЕЕМ!



Уважаемые коллеги! Искренне и сердечно поздравляю всех с 25-летним юбилеем со дня образования нашей Ассоциации «Стоматологическая индустрия».

За плечами остался, пожалуй, самый непростой период становления Ассоциации. За это время мы доказали, что способны решать сложные задачи, реализовывать масштабные проекты, справляться с вызовами и достойно преодолевать любые трудности. Наш сплоченный коллектив успешно выдержал все экзамены.

За 25 лет мы создали дружную работоспособную команду единомышленников, сформировали свои традиции. Высочайший профессионализм членов Ассоциации позволяет нам уверенно смотреть в будущее.

Хотелось бы выделить три этапа пути и поделиться своим видением работы Ассоциации «Стоматологическая индустрия».

Первый период можно назвать становлением или даже зарождением рынка стоматологической индустрии. Это был период большого хаоса, тумана и непонимания. Необходимо было создать нечто совершенно новое и неизведанное, сформировать рынок и конкурентную среду между свободными предпринимателями и участниками рынка. С этой задачей блестяще справились первый президент Иосиф Станиславович Бочковский и члены ассоциации.

Павел Владимирович Добровольский вступил в должность президента во второй период, когда отечественные производители, появившиеся в новой России, выросли из статуса мелких предпринимателей до значимых участников рынка. Причем

это был уже не только российский рынок, но и международный. Ассоциация «Стоматологическая индустрия» расширилась, стала узнаваемой не только в России, но и за ее пределами.

В апреле 2021 года меня избрали президентом Ассоциации, и это третий период — время, когда на нашу организацию обратили серьезное внимание. Этот период совпал с пандемией COVID-19 и проведением специальной военной операции.

Наиболее актуальными стали вопросы импортозамещения и предотвращения дефектуры стоматологической продукции.

Появился запрос, и мы были готовы дать ответ. Продолжился диалог с государственными структурами: Правительством РФ, Минпромторгом, Минздравом, Росздравнадзором и другими на новом уровне. Наша ассоциация, объединяющая самых компетентных участников рынка, смогла четко ответить на вопросы: «Какая ситуация на рынке в настоящее время?» и «Что нужно делать?». Если раньше деятельность организации могла оставаться вне поля зрения госорганов, теперь ситуация изменилась. Мы перестали стучаться в закрытые двери, начали проводить круглые столы, оперативно отвечать на запросы, предлагать свои идеи и выдвигать требования.

Многое было сделано в этот период для поддержки компаний в условиях санкций:

- **снижение налоговой нагрузки;**
- **мораторий на плановые проверки бизнеса;**
- **упрощение регистрации;**
- **льготные кредиты и многое другое.**

В настоящее время доля российской продукции на отечественном рынке составляет 20% от общего объема. В этом есть и большой вклад РоСИ.

У любого рынка должна быть общественная организация, которая следит за ситуацией и оценивает риски. Важно отмечать положительные моменты и вовремя реагировать на проблемы. Сегодня я считаю, что без Ассоциации, которая отвечает на запросы рынка, правильное развитие невозможно.

Я желаю, чтобы участники рынка видели ценность нашей организации и с доверием присоединялись к ней. Вместе мы сможем решать проблемы и развивать сферу нашей деятельности. Я уверен, что так и будет! Впереди у Ассоциации новые рубежи, новые масштабные планы. Желаю вам успеха на этом пути! Здоровья, счастья и благополучия!

С праздником, дорогие друзья!

**Джавид Гасанович АГАЕВ, президент РоСИ**

Выставка AEEDC-2025 (Дубай, 2025 г.)



Общее собрание РоСИ (Москва, 2020 г.)





## Дорогие коллеги, друзья, партнеры и все, кто связывает свою профессиональную судьбу с ассоциацией «Стоматологическая индустрия»!

Сегодня, оглядываясь на пройденный путь, трудно поверить, что с момента подписания учредительных документов прошло уже четверть века. 25 лет назад мы собрались небольшой инициативной группой, чтобы объединить производителей и дистрибьюторов вокруг идеи развития отечественного стоматологического рынка. Нам хотелось создать площадку, где технические инновации встречаются с научной базой, а лучшие управленческие практики помогают бизнесу расти без ущерба для качества лечения пациентов. Именно так родилась Ассоциация «Стоматологическая индустрия» — организация, созданная для защиты интересов еще не окрепшей в тот момент стоматологической индустрии, которая сегодня прочно ассоциируется с профессиональной надежностью.

Как бывший президент и основатель испытываю особую гордость и готов принести благодарность каждому, кто внес вклад в общее дело. Благодарю первых энтузиастов, поверивших в необходимость объединения рынка, и тех, кто впоследствии укреплял его авторитет на российских и международных выставках, симпозиумах и в экспертных советах. Вы превращали идеи в стандарты, а стандарты — в реальный прогресс для миллионов пациентов.

Сегодня Ассоциация РоСИ насчитывает почти 50 компаний-участников, активно взаимодействует с профильными министерствами, вузами и исследовательскими центрами, принимает участие в региональных и международных стоматологических выставках и др.

Дорогие друзья, 25 лет — это только начало. Пусть нас и дальше объединяют уважение к профессии, желание идти в ногу с наукой и стремление сохранять высокие этические стандарты. Желаю Ассоциации новых резонансных проектов,



расширения международных партнерств, экономической устойчивости для членов и, главное, сохранения атмосферы открытого диалога, благодаря которой мы когда-то смогли собрать столь разнородное, но единое по духу сообщество.

С глубоким уважением и искренней  
благодарностью каждому из вас  
**И.С. Бочковский,**  
основатель и почетный президент  
Ассоциации «Стоматологическая индустрия»

Совет РоСИ (Москва, 2015 г.)





# 25 лет Ассоциации



От всей души поздравляю участников Ассоциации «Стоматологическая индустрия» со знаменательной датой — 25 лет со дня основания нашей организации!

Юбилей — это прекрасное время как для оценки уже накопленного опыта, так и для начала новых дел. 25 лет в условиях продолжающихся реформ, глобальных и локальных кризисов — это серьезный срок, позволяющий применить накопленный опыт для достижения поставленных целей.

За эти годы Ассоциация нашла правильные акценты развития, формы и методы работы, объединяющие всех профессионалов стоматологической отрасли. Ассоциация эффективно проводит политику защиты интересов участников РоСИ, выстраивая конструктивные взаимоотношения между стоматологическим бизнесом и властью. Успешно действует в формировании законодательной и нормативной базы, определяющей условия деятельности всей стоматологической отрасли. Многие принципиальные предложения членов РоСИ находят отражение в нормативных документах. Ассоциация сильна тем, что опирается в своих действиях на мнение своих участников.

Впредь мы будем еще активнее использовать все возможности и накопленный опыт для решения проблем, отстаивая интересы наших участников.

Дорогие коллеги! Желаю вам крепкого здоровья, семейного счастья, благополучия, стабильности и успехов во всех начинаниях.

**Вице-президент РоСИ**  
**Павел Владимирович Добровольский**



*Д.Г. Агаев и П.В. Добровольский (Москва, 2022 г.)*



*Награждение генерального директора компании «Стомахим» Ю.В. Николаева (Москва, 2018 г.)*

*Всемирная стоматологическая выставка FDI-2014 (Нью-Дели)*



*Конференция (Тула, 2022 г.)*





# «Стоматологическая индустрия»



Всероссийский форум малого предпринимательства (Москва, 2008 г.).  
Слева направо: И.С. Бочковский, В.А. Гофштейн, В.П. Чув



Дружеская встреча с Dental Trade Alliance (Нью-Йорк, 2003 г.)



Награждение компании «ТОР ВМ» (2023 г.)



Выставка IDC (Кёльн, 2005 г.)



Награждение компании «Спидент» (2023 г.)



Всемирная стоматологическая выставка FDI -2025 (Шанхай)



# С ЮБИЛЕЕМ!



Этим летом свой 75-й день рождения отметил Иосиф Станиславович Бочковский, основатель и учредитель журнала «Клиническая стоматология», человек, который внес заметный вклад в развитие стоматологии

И.С. Бочковский родился 19 августа 1950 г. в Тбилиси и после окончания школы сразу поступил в Московский медицинский институт на стоматологический факультет, успешно окончил его, а после окончания института несколько лет проработал врачом в стоматологической поликлинике.

Любовь к профессии и целеустремленный характер Иосифа Станиславовича подтолкнули его к истокам кооперативного движения в России. Так был создан первый кооператив под названием «Стоматолог», которым впоследствии заинтересовались западные производители материалов и техники. Все хотели узнать, как работает первое частное предприятие в России. На этих встречах Иосиф Станиславович познакомился с представителями компаний Heraeus Kulzer (Германия) и Septodont (Франция), а в 1992 г. создал российско-германское совместное предприятие «Хереус-Кульцер-Москва», где с российской стороны впервые была представлена частная структура.

В это же время Иосиф Станиславович возглавил оргкомитет I Съезда кооператоров и частнопрактикующих врачей СССР, на котором И.С. Бочковский и профессор М.З. Мергазизов были избраны вице-президентами. Впоследствии эту ассоциацию возглавил академик А.И. Рыбаков.

Иосиф Станиславович прекрасно понимал, что науке в то сложное время была необходима финансовая помощь. Он первый начал работать с кафедрами медицинских университетов, оказывая им спонсорскую поддержку.

В 1998 г. Бочковский создал многопрофильную структуру — «ТБИ Компания», куда вошли коммерческий отдел, клиника, обучающий центр, журнал «Клиническая стоматология». Он первый создал учебный центр и журнал при коммерческой структуре.

Время шло, постепенно формировался перспективный стоматологический рынок. Основными задачами предпринимателей были сохранить и развить этот рынок, чтобы можно было успешно работать и дальше. И несколько директоров фирм решили создать профессиональную ассоциацию. Это решение поддержал президент СтаР В.К. Леонтьев, он же предложил

Иосифу Станиславовичу занять должность президента Ассоциации «Стоматологическая индустрия», которую тот впоследствии и возглавлял в течение 12 лет.

В 2000 г. И.С. Бочковский совместно с генеральным директором компании «Юнидент» Т. Манашеровым создал Национальную академию эстетической стоматологии (НАЭС) и в течение 5 лет спонсировал эту нужную и важную для стоматологии структуру.

А в 2005 г. Иосиф Станиславович приступил созданию своего бренда. Впервые в практике отечественного стоматологического бизнеса компания перешла от представительских интересов других фирм на российском рынке к торговле высококачественной стоматологической продукцией под своим брендом «ТБИ Компани». ТБИ Компания напрямую заказывает на заводах Германии продукцию, в которой остро нуждается российский рынок.

Наступил 2010 г., и у Иосифа Станиславовича возникла новая идея: создать для стоматологов газету — вместе с профессором В.Д. Вагнером, бывшим в то время президентом СтаР, он организовал и финансировал газету «Стоматология России».

С 2009 по 2012 г. Иосиф Станиславович занимал пост вице-президента СтаР, был награжден орденом «За заслуги перед стоматологией» I степени. В 2010 г. он защитил диссертацию на соискание ученой степени кандидата медицинских наук.

В 1996 г. на фоне развития стоматологического бизнеса, коммерческой деятельности, клиники, помощи отечественным стоматологическим вузам, создания собственного учебного центра у Иосифа Станиславовича Бочковского и Ольги Петровны Максимовой (руководитель Учебного центра ТБИ) впервые зародилась мысль о журнале. И благодаря их совместным усилиям в начале 1997 г. вышел в свет первый номер журнала «Клиническая стоматология».

Первые годы вектор журнала был направлен на стоматологов-практиков. Со временем журнал обрел своих читателей, в нем стало больше научных статей, а в 2003 г. на основании решения президиума ВАК журнал «Клиническая стоматология» был включен в перечень ведущих научных журналов и изданий, публикуемых в Российской Федерации. Он стал популярным среди стоматологических изданий. В 2007 и в 2009 гг. журнал был отмечен дипломами Комитета по печати.

Иосиф Станиславович всегда поддерживал и поощрял разные начинания журнала: конкурсы врачебного мастерства — впервые в профессии, конкурс на лучшую публикацию в разделе «Клинический случай», устный выпуск журнала, издание журнала в Украине («Клиническая стоматология в Украине») и многое другое. Вокруг него собрался коллектив, верный своему делу, прекрасная работающая редакционная коллегия.

Сегодня журнал «Клиническая стоматология» является одним из ведущих стоматологических журналов. Он включен в Перечень рецензируемых научных журналов и изданий (ВАК, К1), в ядро РИНЦ, в базу данных Russian Science Index на платформе Web of Science, CrossRef, Directory of Open Access Journals. В 2022 г. журнал «Клиническая стоматология» был принят в SCOPUS, в настоящее время Q3.

Дорогой Иосиф Станиславович!

Юбилей — это день, когда годы сложились в красивую дату. И в этой дате все: достижения, успехи, любовь близких, поддержка друзей, накопленные знания и приобретенный опыт.

Редакция и редколлегия журнала с любовью и уважением поздравляют юбиляра!



# Ультропалин

ВЛАДМИВА

## бонд для металлокерамики

Наносится на каркас из сплава после пескоструйной обработки и очистки. Существенно повышает сцепление металла с облицовочной керамикой, компенсирует разницу в их коэффициентах термического расширения

### Форма выпуска

Паста 7 г 30 г

Порошок 4,5 г 19 г



### Преимущества

- Улучшенная адгезия керамики к металлу
- Снижение разницы коэффициентов теплового расширения металла и керамики
- Предотвращение потемнения краёв
- Не требует дополнительного оборудования или технологических операций

на правах рекламы

Теперь без ЗДТА

# 500

МИЛЛИОНОВ  
ИНЪЕКЦИЙ  
В ГОД  
ПО ВСЕМУ  
МИРУ

pH  
ВЫШЕ



# Septanest®



**ЕДИНСТВЕННЫЙ  
АНЕСТЕТИК**  
ДВОЙНОГО  
ЦИКЛА  
СТЕРИЛИЗАЦИИ

**БОЛИ  
НЕТ**



ОДОБРЕН В 170 СТРАНАХ

ЭКСКЛЮЗИВНЫЙ ПРЕДСТАВИТЕЛЬ SEPTODONT В РОССИИ  
123182, Москва, ул. Щукинская, 2, тел./факс: (495) 780-5245/46  
бесплатный многоканальный телефон: 8-800-333-0646  
[www.stident.ru](http://www.stident.ru), [mail@stident.ru](mailto:mail@stident.ru)

**S.T.I. DENT®**