

ACTUAL PROBLEMS IN DENTISTRY  
URAL STATE MEDICAL UNIVERSITY

ПРОБЛЕМЫ СТОМАТОЛОГИИ 20 (1) 2024 ACTUAL PROBLEMS IN DENTISTRY

*Проблемы*

# СТОМАТОЛОГИИ

2024

УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

ISSN: 2077-7566 (Print)  
ISSN: 2412-9461 (Online)

20 1 2024

НАУКА

СОТРУДНИЧЕСТВО

РЕЗУЛЬТАТЫ

#### ПРЕДСЕДАТЕЛЬ РЕДАКЦИОННОЙ КОЛЛЕГИИ

**Ковтун О. П.** — заслуженный врач РФ, академик РАН, доктор медицинских наук, профессор, ректор, Уральский государственный медицинский университет (г. Екатеринбург, Россия)

#### ГЛАВНЫЙ (НАУЧНЫЙ) РЕДАКТОР ЖУРНАЛА

**Жолудев С. Е.** — заслуженный врач РФ, доктор медицинских наук, профессор, декан стоматологического факультета, заведующий кафедрой ортопедической стоматологии и стоматологии общей практики, Уральский государственный медицинский университет (г. Екатеринбург, Россия)

#### ЗАМ. ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА

**Мандра Ю. В.** — доктор медицинских наук, профессор, директор Института стоматологии, профессор кафедры терапевтической стоматологии и пропедевтики стоматологических заболеваний, Уральский государственный медицинский университет (г. Екатеринбург, Россия)

#### РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

**Алямовский В. В.** — доктор медицинских наук, профессор, профессор кафедры медицины (г. Москва, Россия)

**Асташина Н.Б.** — доктор медицинских наук, заведующая кафедрой ортопедической стоматологии, Пермский государственный медицинский университет им. академика Е. А. Вагнера (г. Пермь, Россия)

**Байриков И. М.** — член-корреспондент РАН, доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой челюстно-лицевой хирургии, Самарский государственный медицинский университет (г. Самара, Россия)

**Бимбас Е. С.** — доктор медицинских наук, профессор, заведующая кафедрой стоматологии детского возраста и ортодонтии, Уральский государственный медицинский университет (г. Екатеринбург, Россия)

**Гилева О. С.** — профессор, доктор медицинских наук, заведующая кафедрой терапевтической стоматологии и пропедевтики стоматологических заболеваний, Пермский государственный медицинский университет им. акад. Е. А. Вагнера (г. Пермь, Россия)

**Грант И.** — доктор медицинских наук, заведующий отделением госпитальной оральной медицины, Институт челюстно-лицевой хирургии, оральной медицины и стоматологии, Медицинский факультет университета Бар Илан, Медицинский центр Галилеи (г. Нагария, Израиль)

**Григорьев С. С.** — доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой терапевтической стоматологии и пропедевтики стоматологических заболеваний, Уральский государственный медицинский университет (г. Екатеринбург, Россия)

**Демьяненко С. А.** — доктор медицинских наук, доцент, заведующая кафедрой стоматологии и ортодонтии, Крымская государственная медицинская академия им. С. И. Георгиевского ФГАОУ ВО «КФУ им В.И. Вернадская», президент Ассоциации стоматологов Республики Крым (Крым, Россия)

**Есян Л. К.** — доктор медицинских наук, доцент, декан стоматологического факультета, заведующий кафедрой терапевтической стоматологии, Ереванский государственный медицинский университет (г. Ереван, Армения)

**Иноятов А. Ш.** — доктор медицинских наук, профессор, заместитель советника президента Узбекистана по вопросам молодежи, науки, образования, здравоохранения, культуры и спорта (г. Бухара, Узбекистан)

**Костина И. Н.** — доктор медицинских наук, доцент, профессор кафедры хирургической стоматологии, отоларингологии и челюстно-лицевой хирургии, Уральский государственный медицинский университет (г. Екатеринбург, Россия)

**Латюшина Л. С.** — доктор медицинских наук, доцент, заведующая кафедрой хирургической стоматологии и ЧЛХ, Южно-Уральский государственный медицинский университет (г. Челябинск, Россия)

**Ломишвили Л. М.** — доктор медицинских наук, профессор, декан стоматологического факультета, заведующая кафедрой терапевтической стоматологии, Омский государственный медицинский университет (г. Омск, Россия)

**Майер Георг** — профессор Грайфсвальдского Университета им. Эрнста Морица Арндта, доктор медицинских наук, руководитель Центра стоматологии и лечения заболеваний ротовой полости и челюстно-лицевой системы Университета г. Грайфсвальд, почетный президент Германского Общества научных исследований в области стоматологии (г. Грайфсвальд, Германия)

**Мирсаева Ф. З.** — доктор медицинских наук, профессор кафедры хирургической стоматологии, Башкирский государственный медицинский университет (г. Уфа, Россия)

**Митронин А. В.** — доктор медицинских наук, профессор, декан стоматологического факультета, заведующий кафедрой карисологии и эндодонтии, Российский университет медицины (г. Москва, Россия)

**Олесова В. Н.** — заслуженный деятель науки РФ, заслуженный врач РФ, доктор медицинских наук, профессор, заведующая кафедрой клинической стоматологии и имплантологии, Институт повышения квалификации Федерального медико-биологического агентства России (г. Москва, Россия)

**Рогожников Г. И.** — заслуженный деятель науки РФ, доктор медицинских наук, профессор, профессор кафедры ортопедической стоматологии, Пермский государственный медицинский университет им. акад. Е. А. Вагнера (г. Пермь, Россия)

**Салеев Р. А.** — доктор медицинских наук, декан стоматологического факультета, профессор кафедры ортопедической стоматологии, Казанский государственный медицинский университет (г. Казань, Россия)

**Тер-Погосян Г. Ю.** — доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой детской стоматологии и ортодонтии, Ереванский государственный медицинский университет (г. Ереван, Армения)

**Токмакова С. И.** — доктор медицинских наук, профессор, зав. кафедрой терапевтической стоматологии, Алтайский государственный медицинский университет (г. Барнаул, Россия)

**Трунин Д. А.** — доктор медицинских наук, профессор, директор института стоматологии, Самарский государственный медицинский университет, главный внештатный специалист-стоматолог Приволжского федерального округа, главный внештатный специалист по стоматологии Министерства здравоохранения Самарской области, лауреат Государственной премии РФ в области науки и техники (г. Самара, Россия)

**Туликова Л. Н.** — доктор медицинских наук, профессор, профессор кафедры ортопедической стоматологии, Алтайский государственный медицинский университет (г. Барнаул, Россия)

**Усманова И. Н.** — доктор медицинских наук, профессор кафедры терапевтической стоматологии, Башкирский государственный медицинский университет (г. Уфа, Республика Башкортостан)

**Харитонов М. П.** — доктор медицинских наук, профессор, главный внештатный специалист-стоматолог МЗ РФ в УрФО, главный врач Свердловской областной стоматологической поликлиники, профессор кафедры ортопедической стоматологии и стоматологии общей практики, Уральский государственный медицинский университет (г. Екатеринбург, Россия)

**Чуйкин С. В.** — Заслуженный врач РФ и Республики Башкортостан, действительный член Европейской Ассоциации черепно-челюстно-лицевых хирургов, д.м.н., профессор, заведующий кафедрой стоматологии детского возраста и ортодонтии, лауреат международной гуманитарной премии ICPF (Всемирного фонда расщелины губы и неба). Башкирский государственный медицинский университет (г. Уфа, Россия)

**Шемонаев В. И.** — доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой ортопедической стоматологии с курсом клинической стоматологии, Волгоградский государственный медицинский университет (г. Волгоград, Россия)

**Юдина Н. А.** — доктор медицинских наук, профессор, Белорусская медицинская академия последипломного образования (г. Минск, республика Беларусь)

**Яременко А. И.** — доктор медицинских наук, профессор, проректор по учебной работе, заведующий кафедрой стоматологии хирургической и ЧЛХ, Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет им. И. П. Павлова, Президент СтАР (г. Санкт-Петербург, Россия)

#### РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ:

**Астанбеков М. А.** — кандидат медицинских наук, профессор, декан медицинского факультета, Ошский государственный университет (г. Ош, Республика Кыргызстан)

**Вагнер В. Д.** — доктор медицинских наук, профессор кафедры стоматологии ГБУ Департамента здравоохранения Москвы, Московский областной научно-исследовательский клинический институт им. М. Ф. Владимирского (МОНИКИ) (г. Москва, Россия)

**Кисельникова Л. П.** — доктор медицинских наук, профессор, заведующая кафедрой детской терапевтической стоматологии, Российский университет медицины (г. Москва, Россия)

**Лебеденко И. Ю.** — заслуженный деятель науки РФ, доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой ортопедической стоматологии, Российский университет дружбы народов, заведующий лабораторией разработки и физикохимических испытаний стоматологических материалов, Центральный научно-исследовательский институт стоматологии и челюстно-лицевой хирургии (г. Москва, Россия)

**Леонтьев В. К.** — заслуженный деятель науки РФ, лауреат Государственной премии РФ в области науки и техники, доктор медицинских наук, профессор, академик РАН (г. Москва, Россия)

**Тайров У. Т.** — заслуженный деятель науки и техники Республики Таджикистан, доктор медицинских наук, профессор, председатель ассоциации стоматологов, главный стоматолог Республики Таджикистан (г. Душанбе, Республика Таджикистан)

#### CHAIRMAN OF THE EDITORIAL BOARD

**O. P. Kovtun**, Honored Doctor of Russia, Academician of Russian Academy of Sciences, Doctor of Medical Science, Professor, Rector, Ural State Medical University (Yekaterinburg, Russia)

#### CHIEF EDITOR

**S. E. Zholudev**, Honored Doctor of the RF, Doctor of Medical Science, Professor, Dean of the Dentistry Faculty, Head of the Orthopedic Dentistry and General Practice Dentistry Department, Ural State Medical University (Ekaterinburg, Russia)

#### DEPUTY EDITOR

**Yu. V. Mandra**, Doctor of Medical Science, Professor, Director of the Institute of Dentistry, Professor of the Therapeutic and Preclinical Dentistry Department, Ural State Medical University (Yekaterinburg, Russia)

#### EDITORIAL BOARD

**V. V. Alyamovskiy**, Doctor of Medical Science, Professor, Professor of the Department of Propaedeutics of Therapeutic Dentistry, Russian University of Medicine (Moscow, Russia) (Krasnoyarsk, Russia)

**N. B. Astashina**, Grand PhD in Medical Sciences, Professor, Head of the Department of Orthopedic Dentistry, Perm State Medical University named after Academician E.A. Wagner (Perm, Russia)

**I. M. Bayrikov**, Corresponding member RAS, Doctor of Medical Sciences, Professor, Head of the Department of Maxillofacial Surgery, Samara State Medical University (Samara, Russia)

**E. S. Bimbass**, Doctor of Medical Science, Professor, Head of the Pediatric Dentistry and Orthodontics Department, Ural State Medical University (Yekaterinburg, Russia)

**S. V. Chuykin**, Honored Doctor of the Russian Federation and the Republic of Bashkortostan, Winner of the ICPF – International Humanitarian Award, Actual member of the European Association for Cranio-Maxillo-Facial Surgery, MD, Professor, Head of Department pediatric dentistry and orthodontics, Bashkir State Medical University (Ufa, Russia)

**S. A. Demyanenko**, Doctor of Medical Science, Docent, Head of the Dentistry and Orthodontology Department of Crimean State Medical Academy named after S.I. Georgievsky FGAOU VO "KFU named after V.I. Vernadsky" (Crimea, Russia)

**Lazar Esayan**, Doctor of Medical Science, Docent, Dean of the Dentistry faculty, Head of the Therapeutic Dentistry Department, Erevan State Medical University (Erevan, Armenia)

**O. S. Gileva**, Doctor of Medical Science, Professor, Head of the Therapeutic and Preclinical Dentistry Department, Perm State Medical University named after E. A. Wagner (Perm, Russia)

**Yigal Granot**, Doctor of Medical Sciences, Head of the Department of Hospital Oral Medicine, Institute of Oral and Maxillofacial Surgery, Oral Medicine and Dentistry, Bar Ilan University School of Medicine, Galilee Medical Center (Nahariya, Israel)

**S. S. Grigorjev**, Grand PhD in Medical sciences, Professor, Head of Department of Preventive Dentistry and Propedeutics of Dental Disease, Ural State Medical University (Yekaterinburg, Russia)

**A. S. Inoyatov**, Doctor of Medical Science, Professor, Deputy Adviser to the President of Uzbekistan on Youth, Science, Education, Health, Culture and Sports (Bukhara, Uzbekistan)

**M. P. Kharitonova**, Honored Doctor of the RF, Doctor of Medical Science, Professor, Professor of the Department of Orthopedic Dentistry and General Practice Dentistry, Ural State Medical University (Yekaterinburg, Russia)

**I. N. Kostina**, Doctor of Medical Science, Docent, Professor, Department of Surgical Dentistry, of Otolaryngology and Maxillofacial Surgery, Ural State Medical University (Yekaterinburg, Russia)

**L. S. Latyushina**, Doctor of Medical Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Surgical Dentistry and Maxillary Surgery, South Ural State Medical University (Chelyabinsk, Russia)

**L. M. Lomiashvili**, Doctor of Medical Science, Professor, Dean of the Dentistry Faculty, Head of the Therapeutic Dentistry Department, Omsk State Medical University (Omsk, Russia)

**Georg Mayer**, Doctor of Medical Science, Professor, Head of the Centre for Dental, Oral and Maxillofacial Medicine of the University of Greifswald, Honorary President of the German Society for Research in Dentistry (Greifswald, Germany)

**A. V. Mitronin**, Doctor of Medical Sciences, Professor, Dean of the Faculty of Dentistry, Head of the Department of Cariesology and Endodontics (Moscow, Russia)

**F. Z. Mirsaeva**, Grand PhD in Medical sciences, Professor of the Department of Surgical Dentistry, Bashkir State Medical University (Ufa, Russia)

**V. N. Olesova**, Honored Scientist of the RF, Honored Doctor of the RF, Doctor of Medical Science, Professor, Head of the Clinical Dentistry and Implantology Department of the Institute for Advanced Studies of the Federal Medical Biological Agency (Moscow, Russia)

**G. I. Rogozhnikov**, Honored Scientist of the RF, Doctor of Medical Science, Professor, Professor of the Orthopedic Dentistry Department, Perm State Medical University (Perm, Russia)

**R. A. Saleev**, Doctor of Medical Sciences, Dean of the Faculty of Dentistry, Professor of the Department of Prosthetic Dentistry, Kazan State Medical University (Kazan, Russia)

**V. I. Shemonaev**, Grand PhD in Medical Sciences, Professor, Head of the Department of Orthopedic Dentistry with a Course in Clinical Dentistry, Volgograd State Medical University (Volgograd, Russia)

**G. Yu. Ter-Poghosyan**, Dr. Sci. (Med.), Professor, Head Chair of Children's Dentistry and Orthodontics Department, Erevan State Medical University (Erevan, Armenia)

**S. I. Tokmakova**, Grand PhD in Medical Sciences, Professor, Department of Therapeutic Dentistry, Altai State Medical University (Barnaul, Russia)

**D. A. Trunin**, Doctor of Medical Science, Professor, Head of Dentistry Division of Samara State Medical University, Chief Dental Practitioner of the Volga Federal District (Samara, Russia)

**L. N. Tupikova**, Doctor of Medical Sciences, Professor, Professor of the Department of Orthopedic Dentistry, Altai State Medical University (Barnaul, Russia)

**I. N. Usmanova**, Doctor of Medical Science, Professor of the Department of therapeutic dentistry, Bashkir State Medical University (Ufa, Russia)

**N. A. Yudin**, Doctor of Medical Science, Professor, Belarusian Medical Academy of Postgraduate Education (Minsk, Republic of Belarus)

**A. I. Yaremenko**, Doctor of Medical Sciences, Professor, Vice-Rector for Academic Affairs, Head of the Department of Dentistry and Maxillofacial Surgery, First Saint Petersburg State Medical University named after I.P. Pavlov, President of the Russian Dental Association (St. Petersburg, Russia)

#### EDITORIAL COUNCIL

**M. A. Arstanbekov**, Honored Doctor of the Kyrgyz Republic, PhD (Medicine), Professor, Dean of the Dentistry Faculty of State Osh Medical University (Osh, The Kyrgyz Republic)

**V. D. Vagner**, Honored Doctor of the RF, Doctor of Medical Science, Professor of the Department of Dentistry of the State Budget Institution of the Moscow Health Department, Moscow Regional Research Institute named after M.F. Vladimirovsky (Moscow, Russia)

**L. P. Kiselnikova**, Honored Scientist of the Russian Federation, Doctor of Medicine Sci., Professor, Head of the Department of Orthopedic Dentistry, Peoples' Friendship University of Russia, Head of the Laboratory for the Development and Physical and Chemical Tests of Dental Materials of the Central Scientific and Research Institute of Dentistry and Maxillofacial Surgery (Moscow, Russia)

**I. Yu. Lebedenko**, Honored Scientist of the RF, Doctor of Medical Science, Professor, Head of the Laboratory of Pediatric Therapeutic Dentistry, Russian University of Medicine (Moscow, Russia)

**V. K. Leontiev**, Honored Scientist of the RF, Laureate of the State Prize of the Russian Federation in the field of science and technology, Doctor of Medical Science, Professor, Academician of Russian Academy of Science (Moscow, Russia)

**U. T. Tairov**, Honored Worker of Science and Technology of the Republic Tajikistan, Dr. Sci. (Med.), Professor, Chairman Association of Dentists, Chief Dentist of the Republic of Tajikistan (Dushanbe, Republic of Tajikistan)

ОСНОВАТЕЛЬ ЖУРНАЛА: Ронь Галина Ивановна

УЧРЕДИТЕЛИ:

ФГБОУ ВО «Уральский государственный медицинский университет» Минздрава России

620028, г. Екатеринбург, ул. Репина, д. 3

ИП Суворова Любовь Владимировна

620109, г. Екатеринбург, ул. Металлургов, д. 4А, кв. 3

ИЗДАТЕЛЬ: Издательский Дом "ТИРАЖ"

ИП СУВОРОВА Любовь Владимировна

620109, г. Екатеринбург, ул. Металлургов, д. 4А, кв. 3

Редакция:

Главный редактор Жолудев Сергей Егорович  
Зам. главного редактора Мандра Юлия Владимировна  
Ответственный редактор-корректор Голикова Мария Валерьевна  
Библиограф Нова Олеся Александровна  
Статистический редактор, редактор по этике Жук Александр Владимирович  
Дизайн, верстка, препресс: Амромин Илья Михайлович

Все публикуемые статьи рецензируются.

Рекламуемые в журнале товары и услуги должны иметь официальное разрешение российских органов здравоохранения.

Переписка только с письменного разрешения редакции.

В рекламных блоках и объявлениях сохранены стиль и орфография рекламодателей.

Журнал зарегистрирован в Федеральной службе по надзору за соблюдением законодательства в сфере массовых коммуникаций и охране культурного наследия.

Свидетельство о регистрации серия ПИ № ФС77-77640 от 29 января 2020 г.

ISSN 2077-7566

Журнал «Проблемы стоматологии» включен

в Научную электронную библиотеку eLibrary, Ulibrary и Российский индекс научного цитирования (РИНЦ),

Журнал включен в перечень ВАК с января 2016 года.

Для подписки в электронном каталоге «Почта России» индекс ПП998.

Адрес редакции:

почтовый адрес: 620109, Екатеринбург, Металлургов, 4А-3

факт. адрес: 620014, Екатеринбург, пр. Ленина, 16

(кафедра ортопедической стоматологии и стоматологии общей практики УГМУ)

Рекламно-издательский отдел:

Тел.: +7 (908) 920-84-78

Email: ps-press@mail.ru Сайт: www.dental-press.ru

Дата выхода в свет 25.04.2024

Формат 60x84/8 17,67 усл. п.ч. л. бумага мелованная.

Тираж 1600 экз.

Отпечатано в типографии ЛАЙДЕР ПРИНТ

адрес типографии: МО, г. Подольск, ул. Свердлова, д. 26

тел.: +7 (495) 212-91-99, +7 (926) 204-49-31

E-mail: info@book-expert.ru

Цена договорная

Авторам!

Заявленные тематические разделы журнала не ограничивают

авторов в выборе темы публикации, при наличии интересного,

актуального материала рубрикация может быть расширена. Пред-

ставленный к публикации материал может иметь самый раз-

нообразный характер: от постановки проблемных теоретических

вопросов, предложений разработки новых направлений стоматоло-

гии до анализа результатов конкретных исследований. Привет-

ствуется публикация статей о редких клинических наблюдениях.

Рукописи статей загружаются на сайт www.dental-press.ru

Предоставляемый материал должен соответствовать правилам

формирования, опубликованным на сайте.

Перед публикацией статьи рецензируются.

Подробности на сайте WWW.DENTAL-PRESS.RU

Журнал, публикации, архив статей

## СОДЕРЖАНИЕ

### ЛЕКЦИИ И ЛИТЕРАТУРНЫЕ ОБЗОРЫ

ПРИМЕНЕНИЕ ИНГИБИТОРОВ МЕТАЛЛОПРОТЕИНАЗ В КОМПЛЕКСНОМ ЛЕЧЕНИИ ВОСПАЛИТЕЛЬНЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ ПАРОДОНТА	5
Аллуш Н. С., Мухамеджанова Л. Р.	
ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ АУТОФЛЮОРЕСЦЕНТНОЙ СТОМАТОСКОПИИ КАК ОСНОВНОГО МЕТОДА РАННЕЙ ДИАГНОСТИКИ ПРЕДРАКОВЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ СЛИЗИСТОЙ ОБОЛОЧКИ РТА (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)	11
Попов В. А., Карякин А. А., Карякина О. Е., Дубинина А. С.	
АКТУАЛЬНОСТЬ И ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ СПЛИНТ-ТЕРАПИИ ПРИ ДИСФУНКЦИИ ВИСОЧНО-НИЖНЕЧЕЛЮСТНОГО КОМПЛЕКСА И СОПУТСТВУЮЩЕЙ ГОЛОВНОЙ БОЛИ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)	18
Салеева Г. Т., Шакиров Э. Ю., Шакирова Л. Р., Магасумов Э. Р.	
СОВРЕМЕННЫЕ НАУЧНЫЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ О ФАКТОРАХ, ВЛИЯЮЩИХ НА УСПЕХ ДЕНТАЛЬНОЙ ИМПЛАНТАЦИИ	23
Серебряный С. В., Дымников А. Б.	
ПРОЦЕССЫ РЕГЕНЕРАЦИИ КОСТНОЙ ТКАНИ ПРИ ПЕРЕЛОМАХ НИЖНЕЙ ЧЕЛЮСТИ	29
Солтанов С. С., Гибадуллина Г. С., Ксембаев С. С., Иванов О. А., Торгашова О. Е.	
СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МЕТОДОВ ИММОБИЛИЗАЦИИ ОТЛОМКОВ ПРИ ПЕРЕЛОМАХ НИЖНЕЙ ЧЕЛЮСТИ	35
Солтанов С. С., Ксембаев С. С., Иванов О. А., Салахов А. К., Нестерова Е. Е., Гибадуллина Г. С.	
РОЛЬ МОЛЕКУЛЯРНО-ГЕНЕТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ИССЛЕДОВАНИЙ В ЭТИОПАТОГЕНЕЗЕ ОСТЕОМИЕЛИТА ЧЕЛЮСТЕЙ	45
Файзуллина Г. А., Мирсаева Ф. З.	
СИСТЕМАТИЧЕСКИЙ ОБЗОР МЕТОДОВ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ПРОКСИМАЛЬНЫХ ПОЛОСТЕЙ ЖЕВАТЕЛЬНЫХ ЗУБОВ: СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ДОСТИЖЕНИЯ	52
Шефов В. Ю., Орехова Л. Ю., Прохорова О. В., Шефова А. В., Савина М. А., Габидуллин Р. Р.	

### ТЕРАПЕВТИЧЕСКАЯ СТОМАТОЛОГИЯ / ОРИГИНАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

АНАЛИЗ ФАКТОРОВ РИСКА КСЕРОСТОМИИ И ЗДОРОВОГО ОБРАЗА ЖИЗНИ СТУДЕНТОВ СТОМАТОЛОГИЧЕСКОГО ФАКУЛЬТЕТА УРАЛЬСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО МЕДИЦИНСКОГО УНИВЕРСИТЕТА	62
Еловикова Т. М., Саблина С. Н., Ермишина Е. Ю., Мандра Ю. В., Кошечев А. С., Макурова Н. А., Жегалина Н. М., Шимова М. Е., Литвиненко Д. А.	
АНАЛИЗ КЛИНИЧЕСКОГО СЛУЧАЯ ВУЛЬГАРНОЙ ПУЗЫРЧАТКИ, АССОЦИИРОВАННОЙ С ХРОНИЧЕСКОЙ ВЭБ-ИНФЕКЦИЕЙ (ГЛОССИТА, ОБУСЛОВЛЕННОГО ВЭБ)	68
Жалилова А. Р., Трунин Д. А., Копылова О. В., Альмохамд Х.	
ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ РАЗЛИЧНЫХ ДОЗ ЛУЧЕВОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА УРОВЕНЬ МИНЕРАЛИЗАЦИИ В РАЗНЫХ УЧАСТКАХ ТВЕРДЫХ ТКАНЕЙ ЗУБОВ МЕТОДОМ РАМАН-ФЛЮОРЕСЦЕНЦИИ	74
Нуриева Н. С., Беляков Г. И., Тезиков Д. А.	
КОЛИЧЕСТВЕННО-КАЧЕСТВЕННАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КРИСТАЛЛИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ РОТОВОЙ ЖИДКОСТИ ЧЕЛОВЕКА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕОРИИ ФРАКТАЛОВ. ЧАСТЬ I	80
Симонян Л. А., Ломиашивили Л. М., Стафеев А. А., Чекина А. В., Седелников В. В., Юдина М. Н., Симонян Э. А.	
ВЛИЯНИЕ ВНУТРИКОРОНКОВОГО ОТБЕЛИВАНИЯ НА МИКРОТВЕРДОСТЬ ДЕНТИНА: КЛИНИЧЕСКИЙ СЛУЧАЙ С ОБЗОРОМ ЛИТЕРАТУРЫ	85
Таптин Ю. А., Макеева М. К., Шарганова В. Д., Наджафиделшад Сана, Корзун А. Л., Мартынова С. В., Карнаева А. С.	
ИЗУЧЕНИЕ МАКРО- И МИКРОЭЛЕМЕНТНОГО СОСТАВА РОТОВОЙ ЖИДКОСТИ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОТБЕЛИВАНИЯ ЗУБОВ	92
Успенская О. А., Никulichева Л. Я.	

### ПАРОДОНТОЛОГИЯ / ОРИГИНАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

СТРУКТУРА ЗАБОЛЕВАНИЙ ПАРОДОНТА У ПАЦИЕНТОВ ПСИХИАТРИЧЕСКОГО СТАЦИОНАРА В ВОЗРАСТНОМ АСПЕКТЕ	101
Ильина Р. Ю., Мухамеджанова Л. Р.	
ВЛИЯНИЕ ИРРИГАТОРА НА ВЫРАЖЕННОСТЬ ВОСПАЛИТЕЛЬНЫХ ПРОЦЕССОВ В ТКАНЯХ ПАРОДОНТА У ПАЦИЕНТОВ НА АНТИКОАГУЛЯНТНОЙ ТЕРАПИИ	107
Кайгородов В. А., Нуриева Н. С., Тезиков Д. А.	
ИЗУЧЕНИЕ СТРУКТУРЫ ПОВЕРХНОСТИ ЭМАЛИ ЗУБОВ ПОСЛЕ ОБРАБОТКИ ВОЗДУШНО-ПОРОШКОВЫМИ СИСТЕМАМИ РАЗЛИЧНЫХ ПОКОЛЕНИЙ	114
Петров А. А., Вашнева В. Ю., Лобода Е. С., Орехова Л. Ю., Мордвина А. М., Прохорова О. В., Андреев Д. И., Пачкория М. Г.	
СРАВНЕНИЕ ИНДЕКСА БИОРАЗНООБРАЗИЯ ПАРОДОНТАЛЬНЫХ ПРОСТРАНСТВ У ПАЦИЕНТОВ В ПОСТКОВИДНОМ ПЕРИОДЕ	122
Цинкекер Д. Т., Модина Т. Н., Хусаинов И. Х., Цинкекер Д. А., Гануми С.-М., Мамаева Е. В.	

### ХИРУРГИЧЕСКАЯ СТОМАТОЛОГИЯ И ИМПЛАНТОЛОГИЯ / ОРИГИНАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ НАПРЯЖЕНИЙ В СТЕНКАХ КОНУСНЫХ ИМПЛАНТАТОВ ИЗ СПЛАВА ВТ6	127
Аванисян В. М., Долгалев А. А., Стомагов Д. В., Сергеев Ю. А., Чониашвили Д. З., Акрамов М. Л., Гезуев Г. К.	
ИЗМЕНЕНИЕ БИОТИПА ДЕСНЫ В ПРОЕКЦИИ ДЕНТАЛЬНЫХ ИМПЛАНТАТОВ	133
Чеканова А. А., Сельский Н. Е., Мусина Л. А., Шимова М. Е.	

### ОРТОПЕДИЧЕСКАЯ И ЦИФРОВАЯ СТОМАТОЛОГИЯ / ОРИГИНАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

РАЗРАБОТКА НОВОЙ КОНСТРУКЦИИ АРМИРОВАННОЙ ОККЛЮЗИОННОЙ ШИНЫ С ПАРАМЕТРИЗОВАННЫМ КАРКАСОМ НА ОСНОВЕ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ	141
Асташина Н. Б., Валиахметова К. Р., Урсакский О. Н., Бажин А. А.	
АНАЛИЗ ЧАСТОТЫ ВСТРЕЧАЕМОСТИ, СТРУКТУРЫ КЛИНИЧЕСКОГО ПОЛИМОРФИЗМА И ГРАФИЧЕСКИХ ПРОЯВЛЕНИЙ СТОМАТОЛОГИЧЕСКОЙ ПАТОЛОГИИ ПО ДАННЫМ АНКЕТИРОВАНИЯ И 3D-БИОМЕТРИИ СРЕДИ СТУДЕНТОВ ГОРОДА СТАВРОПОЛЯ	146
Григоренко М. П., Вакушина Е. А., Брагин Е. А., Григоренко П. А., Арзуманян Л. В., Мрикаева М. Р.	
АНАЛИЗ 3D-ЦЕФАЛОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ЧЕРЕПА И 3D-БИОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ВИРТУАЛЬНЫХ ЦЕЛОСТНЫХ ЗУБНЫХ ДУГ ПРИ ИХ ДИСТАЛЬНОМ СООТНОШЕНИИ ПО ДАННЫМ РАСШИРЕННОЙ КОНУСНО-ЛУЧЕВОЙ КОМПЬЮТЕРНОЙ ТОМОГРАФИИ	153
Григоренко М. П., Вакушина Е. А., Брагин Е. А., Лапина Н. В., Мрикаева М. Р., Постникова Е. М.	
ОЦЕНКА ФОНЕТИЧЕСКОЙ АДАПТАЦИИ СТОМАТОЛОГИЧЕСКИХ ПАЦИЕНТОВ ПОСЛЕ ЛЕЧЕНИЯ ПОЛНЫМИ СЪЕМНЫМИ ПРОТЕЗАМИ	161
Животов Д. С., Пчелин И. Ю., Полянская О. Г.	
ОБЗОР И СРАВНЕНИЕ СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ 3D-ПЕЧАТИ В СТОМАТОЛОГИИ И ЧЕЛЮСТНО-ЛИЦЕВОМ ПРОТЕЗИРОВАНИИ, ДОСТУПНЫХ НА ТЕРРИТОРИИ РФ	165
Мурашов М. А., Журина А. А., Платонова М. С., Степанова С. Ю., Бобрович К. А.	
ИЗУЧЕНИЕ МЕТОДОМ КОНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ЭФФЕКТА АРМИРОВАНИЯ СТЕКЛОВОЛОКНОМ ПРОВИЗОРНЫХ НЕСЪЕМНЫХ ПРОТЕЗОВ ИЗ АКРИЛОВОЙ И БИС-АКРИЛОВОЙ ПЛАСТМАССЫ	170
Петрикас О. А., Трапезников Д. В., Костин И. О., Буланов В. И.	

### ВОПРОСЫ ОРГАНИЗАЦИИ СТОМАТОЛОГИЧЕСКОЙ ПОМОЩИ НАСЕЛЕНИЮ

ПРАВОВЫЕ АСПЕКТЫ ДОГОВОРА ПРЕДОСТАВЛЕНИЯ ПЛАТНЫХ МЕДИЦИНСКИХ УСЛУГ	175
Купряхин В. А., Сергеев В. В.	
АНАЛИЗ ОБЪЕМОМ СТОМАТОЛОГИЧЕСКОЙ ОРТОПЕДИЧЕСКОЙ ПОМОЩИ ПАЦИЕНТАМ В СИСТЕМЕ ПЛАТНЫХ МЕДИЦИНСКИХ УСЛУГ	180
Маркина Л. А., Лосев Ф. Ф., Гринин В. М.	

Founder of the magazine: Galina Ivanovna RON

**FOUNDERS:**

Ural State Medical University, Federal State Budgetary  
Educational Institution of Higher Education, the Ministry  
of Health of the Russian Federation

620028, Ekaterinburg, st. Repina, 3  
Sole proprietor Liubov Vladimirovna Suvorova  
620109, Ekaterinburg, st. Metallurgov, 4A-3

**Publisher:**

Sole proprietor Liubov Vladimirovna Suvorova  
TIRAZH Publishing House  
620109, Ekaterinburg, st. Metallurgov, 4A-3

**Editorial staff:**

Chief editor Sergey Egorovich Zholudev  
Deputy chief editor Julia Vladimirovna Mandra  
Executive copy editor Maria Valeryevna Golikova  
Bibliographer Olesya Aleksandrovna Nosova  
Statistical editor,  
ethics editor Aleksandr Vladimirovich Zhuk  
Design, makeup, prepress Ilya Michaylovich Amromin

All the materials being published are reviewed.

All the products and services advertised in the journal are to have a regulatory approval of the health authorities of Russia.

Copying is subject to the written approval of the editorial board.

Style and spelling in advertisements are quoted exactly as provided by advertisers.

The journal is registered by the Russian Federal Surveillance Service for Compliance with the Law in Mass Communications and Cultural Heritage Protection.

The certificate of registration is ПИ № ФС77-77640 dated January 29.01.2020.

ISSN 2077-7566

Actual problems in dentistry is included in the Scientific Electronic Library and the system of the Russian Scientific Citation Index (RSCI)

The journal has been included in the list of periodicals approved by the High Attestation Commission since January 2016.

The index of subscription in the electronic catalog "Russian Post" is ПП998

**The editorial office address:**

Postal address: 620109, Ekaterinburg, st. Metallurgov, 4A-3  
Business address: 620014, Ekaterinburg, prospect Lenina, 16  
(Department of Orthopedic Dentistry and General Dentistry, USMU)

**Advertising and Publishing Department:**

Tel: +7 (908) 920-84-78

Email: ps-press@mail.ru

Site: www.dental-press.ru

Passed for printing on 25.04.2024

Print size 60x84 $\frac{1}{8}$  17,67 conventional printed sheets. Coated paper.

The edition of 1600 copies.

**Printed in LAYDER PRINT**

Sverdlova, 26, Podolsk, Moscow

Tel.: +7 (495) 212-91-99, +7(926)204-49-31,

E-mail: info@book-expert.ru

The price is negotiable.

**Information for authors!**

The declared subjects of the journal sections do not restrict the authors' choice of the article subject; given that the material is interesting and relevant, the rubrication can be extended.

Submitted materials can be of the most various kinds: from problematic theoretical issues definition and proposals for development of new directions in dentistry to an analysis of specific research results.

Submitting articles concerning rare clinical observations is welcome.

**Manuscripts are to be uploaded on the website**

**www.dental-press.ru**

Submitted materials are to comply with the submission guidelines published on the website.

Before publishing articles are peer reviewed.

**For details see the website**

**WWW.DENTAL-PRESS.RU**

THE JOURNAL, publications, the article archive

**CONTENTS**

**LECTURES AND REVIEWS**

THE USE OF METALLOPROTEINASE INHIBITORS IN DENTISTRY. TREATMENT OF INFLAMMATORY PERIODONTAL DISEASES USING PROTEOLYTIC ENZYME INHIBITORS	5
Allush N.S., Mukhamedzhanova L.R.	
THE EFFECTIVENESS OF AUTOFLUORESCENCE STOMATOSCOPY AS THE MAIN METHOD OF EARLY DIAGNOSIS OF PRECANCEROUS DISEASES OF THE ORAL MUCOSA	11
Popov V.A., Karyakin A.A., Karyakina O.E., Dubinina A.S.	
THE RELEVANCE AND EFFECTIVENESS OF SPLINT THERAPY FOR TEMPOROMANDIBULAR DISORDER AND CONCOMITANT HEADACHE	18
Saleeva G.T., Shakirov E.Y., Shakirova L.R., Magasumov E.R.	
MODERN SCIENTIFIC CONCEPTIONS ABOUT THE FACTORS INFLUENCING THE SUCCESS OF DENTAL IMPLANTATION	23
Serebryanny S.V., Dymnikov A.B.	
PROCESSES OF BONE TISSUE REGENERATION IN FRACTURES OF THE LOWER JAW	29
Soltanov S.S., Gibadullina G.S., Ksembaev S.S., Ivanov O.A., Torgashova O.E.	
COMPARATIVE CHARACTERISTICS OF METHODS OF IMMOBILIZATION OF FRAGMENTS IN FRACTURES LOWER JAW	35
Soltanov S.S., Ksembaev S.S., Ivanov O.A., Salakhov A.K., Nesterova E.E., Gibadullina G.S.	
ROLE OF MOLECULAR GENETIC RESEARCH METHODS IN THE ETIOPATHOGENESIS OF OSTEOMYELITIS OF THE JAWS	45
Fayzullina G.A., Mirsaeva F.Z.	
SYSTEMATIC REVIEW OF METHODS FOR RESTORING PROXIMAL CAVITIES OF CHEWING TEETH: CURRENT STATUS AND PROMISING TECHNOLOGICAL ADVANCES	52
Shefov V.Yu., Orekhova L.Yu., Prokhorova O.V., Shefova A.V., Savina M.A., Gabidullin R.R.	

**THERAPEUTIC DENTISTRY / ORIGINAL RESEARCH PAPERS**

ANALYSIS OF RISK FACTORS FOR XEROSTOMIA AND HEALTHY LIFESTYLE OF STUDENTS OF THE FACULTY OF DENTISTRY OF THE URAL STATE MEDICAL UNIVERSITY	62
Elovikova T.M., Sablina S.N., Ermishina E.Y., Mandra Y.V., Koscheev A.S. Makerova N.A., Zhegalina N.M., Shimova M.E., Litvinenko D.A.	
ANALYSIS OF A CLINICAL CASE OF VULGAR PEMPFIGUS ASSOCIATE WITH CHRONIC EBV INFECTION (GLOSSITIS CAUSED BY EBV)	68
Zhalilova A.R., Trunin D.A., Kopylova O.V., Almohamad H.	
TO STUDY THE EFFECT OF DIFFERENT DOSES OF RADIATION EXPOSURE ON THE LEVEL OF MINERALIZATION IN DIFFERENT AREAS OF HARD DENTAL TISSUES BY RAMAN FLUORESCENCE	74
Nurieva N.S., Belyakov G.I., Tezikov D.A.	
QUANTITATIVE AND QUALITATIVE CHARACTERISTICS OF THE CRYSTAL STRUCTURE OF HUMAN ORAL FLUID USING THE THEORY OF FRACTALS. PART I.	80
Simonyan V.M., Lomiasvili L.M., Stafeev A.A., Checkina A.V., Sedelnikov V.V., Yudina M.N., Simonyan E.A.	
THE EFFECT OF INTRACORONAL BLEACHING ON THE MICROHARDNESS OF DENTIN: A CLINICAL CASE WITH A LITERATURE REVIEW	85
Taptun Yu.A., Makeeva M.K., Sharganova V.D., Najafidelshad S., Martynova S.V., Karneeva A.S.	
STUDY OF THE MACRO- AND MICROELEMENT COMPOSITION OF ORAL FLUID DURING PROFESSIONAL TEETH WHITENING	92
Uspenskaya O.A., Nikulicheva L.Ya.	

**PERIODONTAL DISEASES / ORIGINAL RESEARCH PAPERS**

STRUCTURE OF PERIODONTAL DISEASES IN AGE-RELATED PSYCHIATRIC INPATIENT	101
Ilyina R.J., Muchamedzhanova L.R.	
INFLUENCE OF IRRIGATOR ON THE SEVERITY OF INFLAMMATORY PROCESSES IN PERIODONTAL TISSUE IN PATIENTS UNDER ANTICOAGULANT THERAPY	107
Kaigorodov V.A., Nurieva N.S., Tezikov D.A.	
STUDY OF TOOTH ENAMEL SURFACE STRUCTURE AFTER TREATMENT WITH AIR-POWDER SYSTEMS OF DIFFERENT GENERATIONS	114
Petrov A.A., Vashneva V.Yu., Loboda E.S., Orekhova L.Yu., Mordovina A.M., Prokhorova O.V., Andreev D.I., Pachkoria M.G.	
COMPARISON OF THE SHANNON BIODIVERSITY INDEX OF STUDY GROUPS	122
Tsinekker D.T., Modina T.N., Khusainov I.K., Tsinekker D.A., Ganumí S.-M., Mamaeva E.V.	

**SURGICAL DENTISTRY AND IMPLANTOLOGY / ORIGINAL RESEARCH PAPERS**

MATHEMATICAL MODELING OF STRESS DISTRIBUTION IN THE WALLS OF CONE IMPLANTS MADE OF VT6 ALLOY	129
Avanisyán V.M., Dolgalev A.A., Stomatov D.V., Sergeev Yu.A., Choniasvili D.Z., Akramov M.L., Gezuyev G.K.	
CHANGES IN GUM BIOTYPE IN THE PROJECTION OF DENTAL IMPLANTS	133
Chekanova A.A., Selsky N.E., Musina L.A., Shimova M.E.	

**ORTHOPEDIC AND DIGITAL DENTISTRY / ORIGINAL RESEARCH PAPERS**

DEVELOPMENT OF A NEW DESIGN OF REINFORCED OCCLUSAL SPRINT WITH PARAMETRIZED FRAME BASED ON DIGITAL TECHNOLOGIES	141
Astashina N.B., Valiakhmetova K.R., Ursakiy O.N., Bazhin A.A.	
ANALYSIS OF DENTAL PATHOLOGY FREQUENCY, STRUCTURE OF CLINICAL POLYMORPHISM AND GRAPHICAL MANIFESTATIONS AMONG STUDENTS IN STAVROPOL ACCORDING TO A QUESTIONNAIRE AND 3D BIOMETRY DATA	146
Grigorenko M.P., Vakushina E.A., Bragin E.A., Grigorenko P.A., Arzumanyan L.V., Mrikaeva M.R.	
ANALYSIS OF 3D CEPHALOMETRIC PARAMETERS OF THE SKULL AND 3D BIOMETRIC PARAMETERS OF VIRTUAL INTEGRATED DENTAL ARCHES IN DISTAL OCCLUSION ACCORDING TO ADVANCED CONE BEAM COMPUTED TOMOGRAPHY	153
Grigorenko M.P., Vakushina E.A., Bragin E.A., Lapina N.V., Mrikaeva M.R., Postnikova E.M.	
ASSESSMENT OF PHONETIC ADAPTATION OF DENTAL PATIENTS AFTER TREATMENT WITH COMPLETE REMOVABLE PROSTHESIS	161
Zhivotov D.S., Pchelin I.Yu., Polyanskaya O.G.	
REVIEW AND COMPARISON MODERN 3D TECHNOLOGIES FOR DENTISTRY AVAILABLE ON RUSSIAN MARKET	165
Murashov M.A., Zhurina A.A., Platonova M.S., Stepanova S.Yu., Bobrovich K.A.	
FINITE ELEMENT STUDY EVALUATION OF GLASS FIBER REINFORCED FIXED PROSTHESES MADE OF ACRYLIC AND BIS-ACRYLIC RESIN MATERIALS	170
Petrikas O.A., Trapeznikov D.V., Kostin I.O., Bulanov V.I.	

**CHALLENGES OF ORGANISING DENTAL CARE**

LEGAL ASPECTS OF THE AGREEMENT FOR THE PROVISION OF PAID MEDICAL SERVICES	175
Kupriakhin V.A., Sergeev V.V.	
ANALYSIS OF THE VOLUME OF DENTAL ORTHOPEDIC CARE FOR PATIENTS IN THE SYSTEM OF PAID MEDICAL SERVICES	180
Markina L.A., Losev F.F., Grinin V.M.	

DOI: 10.18481/2077-7566-2024-20-1-5-10

УДК: 616.314.17-002-085.355:577.152.3

## ПРИМЕНЕНИЕ ИНГИБИТОРОВ МЕТАЛЛОПРОТЕИНАЗ В КОМПЛЕКСНОМ ЛЕЧЕНИИ ВОСПАЛИТЕЛЬНЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ ПАРОДОНТА

Аллуш Н. С.<sup>1,2,3</sup>, Мухамеджанова Л. Р.<sup>3,4</sup>

<sup>1</sup> ООО «Стоматология Ева Дент», г. Казань, Россия

<sup>2</sup> ООО «Хирургический центр Майя Клиник», г. Казань, Россия

<sup>3</sup> Казанская государственная медицинская академия — филиал Российской медицинской академии непрерывного профессионального образования, г. Казань, Россия

<sup>4</sup> Чувашский государственный университет имени И. Н. Ульянова, г. Чебоксары, Россия

### Аннотация

Пародонтит — наиболее распространенное воспалительное заболевание, которое приводит к разрушению поддерживающих тканей зуба. Терапевтическое лечение, направленное на снижение эффектов матриксных металлопротеиназ (ММП), может быть эффективным дополнением к лечению пародонтита. В аналитическом научном обзоре рассматривается роль ингибиторов протеолитических ферментов в лечении воспалительных заболеваний пародонта. Обсуждаются общие сведения о способности тетрациклинов ингибировать ММП.

**Целью исследования** явилось изучение литературных источников, посвященных применению ингибиторов ММП в комплексном лечении воспалительных заболеваний пародонта.

**Материал и методы исследования.** Осуществлен научный обзор исследований на русском и английском языках с использованием информационных порталов и платформ eLIBRARY.ru, Web of Science, PubMed и Scopus. Поиск осуществлялся по ключевым словам: *матриксные металлопротеиназы; заболевания рта; тканевые ингибиторы металлопротеиназ*. Из 55 первоначально выявленных статей после первичного анализа были отобраны 19 публикаций, посвященных изучению ингибиторов ММП, ассоциированных с заболеваниями пародонта.

**Результаты исследования.** Анализ литературы позволяет сделать выводы, что устранение местных раздражающих факторов тканей пародонта, применение лечебно-профилактического комплекса мероприятий с применением ингибиторов ММП будет иметь преимущество перед традиционными методами лечения, способствовать более длительной ремиссии и предотвращать прогрессирование воспалительного процесса в пародонте, положительно влиять на его течение и сокращать сроки лечения. Применение ингибиторов металлопротеиназ является эффективной терапевтической стратегией в лечении заболеваний пародонта.

**Выводы.** Терапевтический потенциал ингибиторов металлопротеиназ может помочь предотвратить повреждение тканей при воспалительных заболеваниях пародонта.

**Ключевые слова:** *матриксные металлопротеиназы, заболевания пародонта, внеклеточный матрикс, противовоспалительная терапия, тканевые ингибиторы металлопротеиназ*

Авторы заявили об отсутствии конфликта интересов.

**Наталья Сергеевна АЛЛУШ** ORCID ID 0009-0001-8934-9780

челюстно-лицевой хирург, ООО «Стоматология Ева Дент», ООО «Хирургический центр Майя Клиник»; заочный аспирант 4 года подготовки кафедры терапевтической, детской стоматологии и ортодонтии, Казанская государственная медицинская академия — филиал Российской медицинской академии непрерывного профессионального образования, г. Казань, Россия  
allushstom@mail.ru

**Любовь Рустемовна МУХАМЕДЖАНОВА** ORCID ID 0000-0003-0752-6497

д.м.н., профессор; зав. кафедрой терапевтической, детской стоматологии и ортодонтии, Казанская государственная медицинская академия — филиал Российской медицинской академии непрерывного профессионального образования, г. Казань; профессор кафедры пропедевтики стоматологических заболеваний и новых технологий, Чувашский государственный университет имени И. Н. Ульянова, г. Чебоксары, Россия  
lr71@bk.ru

**Адрес для переписки: Наталья Сергеевна АЛЛУШ**

420111, г. Казань, ул. Островского, 21/8, ООО «Майя Клиник», для Аллуш Н.С.

+7 (927) 4757153

allushstom@mail.ru

### Образец цитирования:

Аллуш Н. С., Мухамеджанова Л. Р.

ПРИМЕНЕНИЕ ИНГИБИТОРОВ МЕТАЛЛОПРОТЕИНАЗ В КОМПЛЕКСНОМ ЛЕЧЕНИИ ВОСПАЛИТЕЛЬНЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ ПАРОДОНТА. Проблемы стоматологии. 2024; 1: 5-10.

© Аллуш Н. С. и др., 2024

DOI: 10.18481/2077-7566-2024-20-1-5-10

Поступила 05.02.2024. Принята к печати 21.03.2024

DOI: 10.18481/2077-7566-2024-20-1-5-10

## THE USE OF METALLOPROTEINASE INHIBITORS IN DENTISTRY. TREATMENT OF INFLAMMATORY PERIODONTAL DISEASES USING PROTEOLYTIC ENZYME INHIBITORS

Allush N.S.<sup>1,2,3</sup>, Mukhamedzhanova L.R.<sup>3,4</sup>

<sup>1</sup> LLC «Dentistry Eva Dent», Kazan, Russia

<sup>2</sup> LLC «Maya Clinic Surgical Center», Kazan, Russia

<sup>3</sup> Kazan State Medical Academy – branch of the Russian Medical Academy of Continuing Professional Education, Kazan, Russia

<sup>4</sup> Chuvash State University named after I.N. Ulyanov, Cheboksary, Russia

### Annotation

Periodontitis is the most common inflammatory disease that leads to the destruction of the supporting tissues of the tooth. Therapeutic treatments aimed at reducing the effects of matrix metalloproteinases (MMPs) may be an effective adjunct to the treatment of periodontitis. The review examines the role of proteolytic enzyme inhibitors in the treatment of inflammatory periodontal diseases. General information about the ability of tetracyclines to inhibit MMPs is discussed.

**The purpose of the study** was to examine the use of MMP inhibitors as a treatment for periodontal disease.

**Material and research methods.** A scientific review of studies was carried out in Russian and English using information portals and platforms eLIBRARY.ru, Web of Science, PubMed and Scopus. The search was carried out using the following keywords: matrix metalloproteinases; oral diseases; tissue inhibitors of metalloproteinases. Of the 55 initially identified articles, after the initial analysis, 19 publications devoted to the study of MMP inhibitors associated with periodontal diseases were selected.

**Results of the study.** Analysis of the literature allows us to conclude that the elimination of local irritants of periodontal tissues, the use of a therapeutic and prophylactic complex of measures using MMP inhibitors will have an advantage over traditional methods of treatment, will contribute to longer remission and prevent the progression of the inflammatory process in periodontal tissues, positively influence its course and reduce treatment time. The use of metalloproteinase inhibitors is an effective therapeutic strategy in the treatment of periodontal diseases.

**Conclusions.** The therapeutic potential of metalloproteinase inhibitors may help prevent tissue damage in inflammatory periodontal diseases.

**Keywords:** matrix metalloproteinases, periodontal diseases, extracellular matrix anti-inflammatory treatment, tissue metalloproteinase inhibitors

The authors declare no conflict of interest.

**Natalia S. ALLUSH** ORCID ID 0009-0001-8934-9780

Maxillofacial Surgeon, Eva Dent Dentistry LLC, Maya Clinic Surgical Center LLC; Correspondence Postgraduate Student of the 4<sup>th</sup> year of preparation, Department of Therapeutic, Pediatric Dentistry and Orthodontics, Kazan State Medical Academy – branch of the Russian Medical Academy of Continuing Professional Education, Kazan, Russia  
allushstom@mail.ru

**Lyubov R. MUKHAMEDZHANOVA** ORCID ID 0000-0003-0752-6497

Grand PhD in Medical sciences, Professor, Head of the Department of Therapeutic, Pediatric Dentistry and Orthodontics, Kazan State Medical Academy – branch of the Russian Medical Academy of Continuing Professional Education, Kazan; Professor of the Department of Propaedeutics of Dental Diseases and New Technologies, Chuvash State University named after I.N. Ulyanov, Cheboksary, Russia  
lr71@bk.ru

**Correspondence address: Natalia S. ALLUSH**

420111, Kazan st. Ostrovsky, 21/8 Maya Clinic LLC

+7 (927) 4757153

allushstom@mail.ru

**For citation:**

Allush N.S., Mukhamedzhanova L.R.

THE USE OF METALLOPROTEINASE INHIBITORS IN DENTISTRY. TREATMENT OF INFLAMMATORY PERIODONTAL DISEASES USING PROTEOLYTIC ENZYME INHIBITORS. *Actual problems in dentistry*. 2024; 1: 5-10. (In Russ.)

© Allush N.S. et al., 2024

DOI: 10.18481/2077-7566-2024-20-1-5-10

Received 05.02.2024. Accepted 21.03.2024

Воспалительные заболевания пародонта являются одной из наиболее сложных проблем современной стоматологии, что объясняется многокомпонентностью, упорством течения, недостаточной эффективностью предлагаемых терапевтических средств и методов лечения.

**Целью исследования** явилось изучение литературных источников, посвященных применению ингибиторов ММП в комплексном лечении воспалительных заболеваний пародонта.

**Материал и методы исследования:** осуществлен научный обзор исследований на русском и английском языках с использованием информационных порталов и платформ eLIBRARY.ru, Web of Science, PubMed и Scopus. Поиск осуществлялся по ключевым словам: *матриксные металлопротеиназы; заболевания рта; тканевые ингибиторы металлопротеиназ*. Из 55 первоначально выявленных статей после первичного анализа были отобраны 19 публикаций, посвященных изучению ингибиторов ММП, ассоциированных с заболеваниями пародонта.

Основные методики лечения включают санацию рта, медикаментозную терапию, целью которой является элиминация пародонтопатогенной микрофлоры и устранение воспаления в десне. Хирургическое лечение предусматривает устранение либо значительное уменьшение глубины пародонтального кармана и реабилитационный этап, целью которого является восстановление жевательной функции зуба. На всех этапах курации пациента применяется комплекс лекарственных средств: антибиотики широкого и ультраширокого спектра действия, нестероидные противовоспалительные препараты, витамины, ингибиторы костной резорбции (антирезорбенты) и препараты, способствующие реминерализации [14].

Основным этиологическим фактором, оказывающим механическое, химическое и биологическое действие, является зубная бляшка — скопление микроорганизмов, которое характеризуется постоянным и быстрым ростом и прочным прикреплением к тканям зубов и пародонта [5]. Активированные микроорганизмами моноциты и макрофаги выделяют спектр противовоспалительных цитокинов, сопровождающийся их дисбалансом. Каскад реакций вызывает деструкцию пародонта вследствие увеличения секреции цитокинов, простагландинов и лейкотриенов, увеличение секреции биологически активных веществ, участвующих в миграции лимфоцитов в очаг воспаления, пролиферации фибробластов, стимулирует образование матриксных металлопротеиназ и угнетает синтез их ингибиторов, активирует остеокласты [16].

В последние десятилетия появились существенные достижения в изучении патогенеза заболеваний пародонта [29]. Одним из таких достижений является открытие роли протеолитических ферментов в пато-

генезе воспалительных заболеваний пародонта, что послужило толчком к изысканию новой группы лекарственных препаратов — ингибиторов протеаз [22].

Матриксные металлопротеиназы (ММП) представляют собой большое семейство кальций-зависимых цинксодержащих эндопептидаз, которые отвечают за ремоделирование тканей и деградацию внеклеточного матрикса.

В 1962 г. Gross J. и Lapierre C. впервые была обнаружена металлопротеиназа. С тех пор было охарактеризовано более 20 ферментов этого семейства, а также подробно изучены их функции [1, 3].

Семейство ММП насчитывает, по меньшей мере, 25 белков. ММП представляют собой высоко гомологичные многодоменные металлопротеиназы, содержащие  $Zn^{2+}$ , которые расщепляют различные белковые компоненты внеклеточного матрикса [8].

Описана многогранная роль ММП, ТИМП (тканевые ингибиторы металлопротеиназ) при некоторых заболеваниях посредством их клеточных функций, таких как протеолиз, деградация и ремоделирование внеклеточного матрикса. Нарушение регуляции ММП может оказать влияние на многие физиологические процессы, такие как морфогенез, ангиогенез, ремоделирование тканей, эмбриональное развитие, регуляция роста и гибели клеток и заживление ран [10, 25]. В большинстве тканей взрослого человека ММП остаются на довольно низком уровне экспрессии, а баланс между ММП и ТИМП поддерживает равновесие внеклеточного матрикса [1]. Однако при воспалении экспрессия ММП увеличивается, вызывая дисбаланс уровней ММП и ТИМП [2, 23]. ММП способны разрушать все типы белков внеклеточного матрикса [7].

Продуцировать ММП способны нейтрофилы, моноциты, макрофаги, лимфоциты, тучные клетки, фибробласты, остеокласты, хондроциты, кератиноциты, эндотелиальные, эпителиальные и гладкомышечные клетки, а также клетки опухолей. Деградация компонентов внеклеточного матрикса обеспечивает ремоделирование ткани, поддержание ее архитектуры и гомеостаза, а также освобождает пространство для миграции клеток, что особенно важно для эмбриогенеза, имплантации эмбриона, роста и развития, ангиогенеза, заживления ран [15]. ММП тесно связаны с развитием и регуляцией воспаления посредством протеолитической регуляции воспалительных цитокинов и хемокинов [19].

Связь повышенной экспрессии ММП с заболеваниями различного генеза привела к интенсивным исследованиям по разработке ингибиторов ММП. Поскольку доказана роль ММП в патогенезе пародонтита, необходимо воздействие, возможно фармакотерапевтическое, для минимизации или полного устранения их действия на воспаленные ткани [26].

Так, впервые для воздействия на ММП был применен тетрациклин [11, 19]. В настоящее время в клинической медицине ингибиторы металлопротеиназ

используются для этиотропного лечения заболеваний пародонта [20]. Тетрациклины представляют собой антибиотики широкого спектра действия, которые могут хелатировать ион  $Zn^{2+}$  и тем самым ингибировать активность ММП.

Метронидазол — синтетическое производное нитроимидазола, тормозящее размножение бактерий. Это противомикробное средство, используемое против анаэробных бактерий и простейших. Назначается для медикаментозной поддержки традиционной пародонтальной терапии [6]. Результаты исследований показали, что метронидазол ингибирует продукцию IL-1 $\beta$ , IL-6, IL-8, IL-12 и TNF- $\alpha$  цитокинов. Этот факт указывает на то, что метронидазол может помочь уменьшить скопление воспалительных клеток в пораженных участках, предотвращая деструкцию пародонта, в том числе остеокласт-опосредованную резорбцию альвеолярной кости, без цитотоксического действия на клетки пульпы и периодонтальных связок [24].

По данным исследований, ни один антибиотик не ингибирует все предполагаемые пародонтопатогены. Однако выбор одного антибиотика или комбинации антибиотиков является спорным при лечении пародонтита. Ни один конкретный противомикробный препарат не показал статистически значимой эффективности над другим при использовании у пациентов с хроническим пародонтитом [28].

Действие тетрациклинов и их производных включает взаимодействие с ММП, тканевыми ингибиторами ММП, факторами роста и цитокинами. Они влияют на последовательность воспаления и, как следствие, на иммуномодуляцию, клеточную пролиферацию и ангиогенез. Химически модифицированные тетрациклины обладают противовоспалительным, антиапоптотическим, антипротеолитическим действием. Ограничение чрезмерной активности ММП особенно важно при агрессивных формах пародонтита. Эти свойства антибиотиков тетрациклинового ряда возможно использовать при лечении пациентов с пародонтитом, у которых встречаются сопутствующие заболевания [32].

Тетрациклины (а также периостат, известный как доксициклин) — полусинтетические соединения, которые, помимо антибактериальной активности, могут остановить разрушение внеклеточного матрикса при заболеваниях рта, хроническом риносинусите, миокардите [21]. Доксициклин был разрешен FDA в 1998 г., и до сих пор остается единственным зарегистрированным ингибитором ММП-9 [3]. Ингибирование ММП тетрациклинами происходит главным образом за счет экспрессии соответствующего гена. Механизм действия тетрациклина заключается в следующем: он ингибирует синтез белка, блокируя прикрепление заряженных мРНК и рРНК к Р-участку пептидной цепи. Активен в отношении грамположительных микроорганизмов: *Staphylococcus* spp. (в т. ч. *Staphylococcus aureus*, включая штаммы, продуцирующие пенициллиназу), *Streptococcus pneumoniae*, *Listeria* spp., *Bacillus*

*anthracis*, *Clostridium* spp., *Actinomyces israelii*; грамотрицательных микроорганизмов: *Haemophilus influenzae*, *Haemophilus ducreyi*, *Bordetella pertussis*, *Escherichia coli*, *Enterobacter* spp. (включая *Enterobacter aerogenes*), *Acinetobacter* spp., *Klebsiella* spp., *Salmonella* spp., *Shigella* spp., *Yersinia pestis*, *Francisella tularensis*, *Bartonella bacilliformis*, *Vibrio cholerae*, *Vibrio fetus*, *Rickettsia* spp., *Brucella* spp. (в комбинации со стрептомицином); в случае противопоказаний к применению препаратов группы пенициллинов — *Clostridium* spp., *Neisseria gonorrhoeae*, *Actinomyces* spp; активен также в отношении *Calymmatobacterium granulomatis*, *Chlamydia trachomatis*, *Chlamydia psittaci*, *Mycoplasma pneumoniae*, *Treponema* spp., *Entamoeba* spp.

Исследования на экспериментальных животных показали, что ингибиторы ММП могут быть эффективны в предотвращении развития и прогрессирования заболевания на ранних стадиях, но могут иметь незначительный эффект на поздних стадиях заболевания.

Продолжается дальнейшая разработка более селективных ММП для пародонтологического лечения (с целью уменьшения потенциальных побочных эффектов) путем изучения подходов к комбинированной терапии, учитывающих целевые антимикробные препараты и реакцию организма. В фармакологии идет постоянный поиск новых соединений, оригинальных по строению и фармакологическому эффекту [4]. Таким методом может стать и применение ингибиторов ММП, которые явно обладают потенциалом для применения в комплексном лечении заболеваний пародонта.

Существует класс препаратов, которые избирательно воздействуют на протеиназы. Одним из представителей этого класса препаратов является апротинин. Данный препарат используется в медицине для контроля кровотечений во время хирургических вмешательств [18, 31]. Он специфически блокирует протеазы, такие как трипсин, химотрипсин и плазмин, которые играют роль в разрушении фибриновых сгустков и образовании тромбов. История разработки апротинина началась в 1954 году, когда немецкий исследователь Герберт Браун и его коллеги начали исследования по изучению механизмов свертывания крови и поиску новых препаратов против фибринолиза. Они обратили внимание на плазминоген — предшественник плазмина, фермента, отвечающего за разрушение свертывающих фибриновых коагулов.

В ходе исследования было обнаружено, что в некоторых организмах существует природный ингибитор плазмина, который препятствует его активации. Исследователи смогли выделить этот ингибитор и дали ему название апротинин. В 1963 году препарат начали использовать в медицинской практике как противовоспалительный и антифибринолитический препарат. Он стал широко применяться в кардиохирургии для предотвращения кровотечений и улучшения результатов операций. В последующие годы были проведены многочисленные исследования, подтвердившие эффек-

тивность апротинина и его безопасность в использовании. Препарат был зарегистрирован во многих странах, в том числе и в России, и его использование стало стандартной практикой в кардиохирургии [13].

Апротинин подавляет действие протеолитических ферментов, что приводит к снижению фибринолизующей активности плазмы и ингибции активации каскада реакций гемокоагуляции [30]. Это позволяет предотвратить гиперфибринолиз и снизить риск кровотечений [9, 17].

Кроме того, апротинин обладает противовоспалительным эффектом, который проявляется в снижении синтеза противовоспалительных цитокинов и факторов некроза опухоли, а также в уменьшении активности воспалительных медиаторов [12, 27].

Также стоит отметить, что апротинин обладает противоаллергическим эффектом, который проявляется в снижении выделения гистамина и других медиаторов аллергической реакции.

Способность апротинина уменьшать симптомы воспаления, улучшать микроциркуляцию, заживлять после-

операционные раны и положительно влиять на гемодинамику делает его альтернативой дексаметазону при лечении боли и отека. Все вышеизложенное служит основой для более широкого применения апротинина в практике стоматолога при лечении пародонтита.

### Заключение

Анализ литературы позволяет сделать выводы, что при отсутствии общесоматических заболеваний устранение местных раздражающих факторов для пародонта, соблюдение рациональной гигиены рта, проведение профессиональной гигиены и применение лечебно-профилактического комплекса мероприятий с применением ингибиторов ММП будет иметь преимущество перед традиционными методами лечения, способствовать длительной ремиссии и предотвращать прогрессирование воспалительного процесса в пародонте, положительно влиять на его течение и сокращать сроки лечения. Применение ингибиторов металлопротеиназ является эффективной терапевтической стратегией в лечении заболеваний пародонта.

### Литература/References

1. Абдугафаров С.О.У., Рахимжонов С.С.У., Бобкулов А.У.У., Акромов А.Р.У. Роль матричных металлопротеиназ в организме человека. Eurasia Science: сборник статей XXXI международной научно-практической конференции. Москва. 2020:55-57. [S.O.U. Abdugaffarov, S.S.U. Rakhimzhonov, A.U.U. Bobokulov, A.R.U. Akromov. The role of matrix metalloproteinases in the human body. Eurasia Science: collection of articles of the XXXI international scientific and practical conference. Moscow. 2020:55-57. (In Russ.)]. <https://elibrary.ru/item.asp?id=43938210>
2. Бакумова А.П., Рогова Л.Н. Матричные металлопротеиназы, их роль в физиологических и патологических процессах зубочелюстной области. Стоматология — наука и практика, перспективы развития. Материалы юбилейной научно-практической конференции, посвященной 55-летию стоматологического факультета ВолГМУ. Волгоград. 2017:33-36. [A.P. Bakumova, L.N. Rogova. Matrix metalloproteinases, their role in physiological and pathological processes in the dentofacial area. Dentistry - science and practice, development prospects. Materials of the anniversary scientific and practical conference dedicated to the 55th anniversary of the Faculty of Dentistry of Volgograd State Medical University. Volgograd. 2017:33-36. (In Russ.)]. <https://elibrary.ru/item.asp?id=28976423>
3. Григорьевич О.С., Мокров Г.В., Косова Л.Ю. Матричные металлопротеиназы и их ингибиторы. Фармакокинетика и Фармакодинамика. 2019;(2):3-16. [O.S. Grigorkevich, G.V. Mokrov, L.Yu. Kosova. Matrix metalloproteinases and their inhibitors. Pharmacokinetics and Pharmacodynamics. 2019;(2):3-16. (In Russ.)]. <https://doi.org/10.24411/2587-7836-2019-10040>
4. Давыдов Б.Н., Доменюк Д.А., Кочконян Т.С. Анализ профиля системы матричных металлопротеиназ и их эндогенных ингибиторов у детей с заболеваниями пародонта и различными диспластическими фенотипами. Пародонтология. 2023;8(4):323-335. [B.N. Davydov, D.A. Domenyuk, T.S. Kochkonyan. Analysis of the profile of the matrix metalloproteinase system and their endogenous inhibitors in children with periodontal diseases and various dysplastic phenotypes. Periodontology. 2023;8(4):323-335. (In Russ.)]. <https://doi.org/10.33925/1683-3759-2023-814>
5. Дзампаева Ж.В. Особенности этиологии и патогенеза воспалительных заболеваний пародонта. Кубанский научный медицинский вестник. 2017;5:103-110. [Zh.V. Dzampaeva. Features of the etiology and pathogenesis of inflammatory periodontal diseases. Kuban Scientific Medical Bulletin. 2017;5:103-110. (In Russ.)]. doi: 10.25207/1608-6228-2017-24-5-103-110.
6. Заливская А.В., Жилиякова Е.Т. Анализ основ стоматологических гелей для лечения гингивита. Научные результаты биомедицинских исследований. 2016;2(1):53-58. [A.V. Zalivskaya, E.T. Zhilyakova. Analysis of the fundamentals of dental gels for the treatment of gingivitis. Scientific results of biomedical research. 2016;2(1):53-58. (In Russ.)]. doi: 10.18413/2313-8955-2016-2-1-53-58
7. Казеко Л.А., Бенеш Ю.Д., Захарова В.А. Особенности экспрессии тканевых ингибиторов матричных металлопротеиназ в биоптатах здоровой слизистой оболочки полости рта. Global Science and Innovations: Central Asia. 2021;2(12):133-135. [L.A. Kazeko, Yu.D. Benesh, V.A. Zakharova. Features of the expression of tissue inhibitors of matrix metalloproteinases in biopsy samples of healthy oral mucosa. Global Science and Innovations: Central Asia. 2021;2(12):133-135. (In Russ.)]. <https://elibrary.ru/item.asp?id=46395950>
8. Кандыба А.А., ГрищенкоВ.И., Храмова К.А. Матричные металлопротеиназы. Студент года 2021. Сборник статей XVII Международного научно-исследовательского конкурса. Пенза. 2021:130-132. [A.A. Kandyba, V.I. Grishchenko, K.A. Khramtsova. Matrix metalloproteinases. Student of the Year 2021. Collection of articles from the XVII International Research Competition. Penza. 2021:130-132. (In Russ.)]. <https://elibrary.ru/item.asp?id=44711281>
9. Карахалис Н.Б., Карахалис М.Н. Факторы риска тромботических осложнений и антитромботическая терапия кардиохирургических пациентов детского возраста. Acta Biomedica Scientifica. 2021;6(2):81-91. [N.B. Karahalis, M.N. Karahalis. Risk factors for thrombotic complications and antithrombotic therapy in pediatric cardiac surgical patients. Acta Biomedica Scientifica. 2021;6(2):81-91. (In Russ.)]. doi 10.29413/ABS.2021-6.2.9.
10. Марданов А.Э. Диагностическое значение анализа матричных металлопротеиназ у детей с расщелиной губы и неба : автореферат дис. ... кандидата медицинских наук : специальность 14.01.14. Москва, 2018:24. [A.E. Mardanov. Diagnostic value of matrix metalloproteinase analysis in children with cleft lip and palate : abstract dis. ... candidate of medical sciences : specialty 01.14.14. Moscow, 2018:24. (In Russ.)]. <https://elibrary.ru/item.asp?id=36430252>
11. Орлова Е.С. Этиопатогенетические факторы возникновения и развития воспалительных заболеваний пародонта. Университетская медицина Урала. 2022;8(2):83-85. [E.S. Orlova. Etiopathogenetic factors in the occurrence and development of inflammatory periodontal diseases. University medicine of the Urals. 2022;8(2):83-85. (In Russ.)]. <https://elibrary.ru/item.asp?id=49343197>
12. Патерега Н.И., Огоновский Р.З., Пограничная К.Р., Лаповец Л.Е. Особенности динамики изменения содержания провоспалительных цитокинов ротовой жидкости после удаления ретенционных нижних моляров на фоне применения апротинина и флюктуирующего тока. Лабораторная диагностика. Восточная Европа. 2019;8(1):58-63. [N.I. Paterega, R.Z. Ogonovsky, K.R. Pogranichnaya, L.E. Lapovets. Features of the dynamics of changes in the content of pro-inflammatory cytokines in the oral fluid after removal of impacted lower molars against the background of the use of aprotinin and fluctuating current. Laboratory diagnostics. Eastern Europe. 2019;8(1):58-63. (In Russ.)]. <https://elibrary.ru/item.asp?id=38237023>
13. Самсонова Н.Н., Андреев Н.В., Климович Л.Г., Козар Е.Ф., Серёгин К.О. Исследование эффективности и безопасности транексамовой кислоты при операциях на сердце в условиях искусственного кровообращения. Грудная и сердечно-сосудистая хирургия. 2009;6:63-70. [N.N. Samsonova, N.V. Andreev, L.G. Klimovich, E.F. Kozar, K.O. Seregin. Study of the effectiveness and safety of tranexamic acid during heart surgery under artificial circulation. Thoracic and cardiovascular surgery. 2009;6:63-70. (In Russ.)]. <https://elibrary.ru/item.asp?id=13571368>
14. Хайдарова Н.Б. Анализ современных методов лечения хронического генерализованного пародонтита. Актуальные научные исследования в современном мире. 2020;7:55-59. [N.B. Khaidarova. Analysis of modern methods of treatment of chronic generalized periodontitis. Current scientific research in the modern world. 2020;7:55-59. (In Russ.)]. <https://elibrary.ru/item.asp?id=43837649>
15. Шадрина А.С. Матричные металлопротеиназы: структура, функции и генетический полиморфизм. Патогенез. 2017;15(2):14-23. [A.S. Shadrina. Matrix metalloproteinases: structure, functions and genetic polymorphism. Pathogenesis. 2017;15(2):14-23. (In Russ.)]. Doi: 10.25557/GM.2017.2.7297.

16. Шерстобитов В.А. Анализ научных данных взаимосвязи полиморфизма генов матричных металлопротеиназ с атрофией костной ткани челюстей. Современные достижения хирургической стоматологии. Сборник материалов II Всероссийской научно-практической конференции студентов и молодых ученых. Москва. 2021:75-78. [V.A. Sherstobitov. Analysis of scientific data on the relationship between matrix metalloproteinase gene polymorphism and jaw bone atrophy. Modern achievements of surgical dentistry: a collection of materials from the II All-Russian Scientific and Practical Conference of Students and Young Scientists. Moscow. 2021:75-78. (In Russ.)]. <https://elibrary.ru/item.asp?id=47485826>
17. Abramic M., Agic D. Survey of dipeptidyl peptidase III inhibitors: from small molecules of microbial or synthetic origin to aprotinin // *Molecules*. – 2022;27(9):3006. doi: 10.3390/molecules27093006.
18. Aggarwal N.K., Subramanian A. Antifibrinolytics and cardiac surgery: The past, the present, and the future // *Ann Card Anaesth*. – 2020;23(2):193-199. doi: 10.4103/aca.ACA\_205\_18.
19. Bassiouni W., Ali M.A.M., Schulz R. Multifunctional intracellular matrix metalloproteinases: implications in disease // *FEBS J*. – 2021;288(24):7162-7182. doi: 10.1111/febs.15701.
20. Bharadwaj P., Chouhan A.S. Periostat as a host modulating agent in the downregulation of matrix metalloproteinase (MMP) activity: A review // *IP International Journal of Periodontology and Implantology*. – 2021;4(4):192-194. [scholar.google.ru](https://scholar.google.ru)
21. Chan D., Ooi E., Khalid O. A systematic review and meta-analysis of the role of doxycycline in chronic rhinosinusitis // *J Laryngol Otol*. – 2023;137(5):474-483. doi: 10.1017/S0022215122001803.
22. Cekici A., Kantarci A., Hasturk H., Van Dyke T.E. Inflammatory and immune pathways in the pathogenesis of periodontal disease // *Periodontol 2000*. – 2014;64(1):57-80. doi: 10.1111/prd.12002.
23. Cui N., Hu M., Khalil R.A. Biochemical and biological attributes of matrix metalloproteinases // *Prog. Mol. Biol. Transl. Sci*. – 2017;147:1-73. doi: 10.1016/bs.pmbts.2017.02.005.
24. Da Rocha H.A., Silva C.F., Santiago F.L., Martins L.G., Dias P.C., De Magalhães D. Local drug delivery systems in the treatment of periodontitis: a literature review // *J. Int. Acad. Periodontol*. – 2015;17(3):82-90. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26373225/>
25. Fischer T., Senn N., Riedl R. Design and structural evolution of matrix metalloproteinase inhibitors // *Chemistry*. – 2019;25(34):7960-7980. doi: 10.1002/chem.201805361.
26. Franco C., Patricia H.R., Timo S., Claudia B., Marcela H. Matrix metalloproteinases as regulators of periodontal inflammation // *Int J Mol Sci*. – 2017;18(2):440. doi: 10.3390/ijms18020440
27. Ivachtchenko A.V., Ivashchenko A.A., Shkil D.O., Ivashchenko I.A. Aprotinin-Drug against Respiratory Diseases // *Int. J. Mol. Sci*. – 2023;24(13):11173. doi: 10.3390/ijms241311173.
28. Keestra J.A., Grosjean I., Coucke W., Quirynen M., Teughels W. Non-surgical periodontal therapy with systemic antibiotics in patients with untreated chronic periodontitis: a systematic review and meta-analysis // *Journal of Periodontal Research*. – 2015;50(3):294-314. doi: 10.1111/jre.12221.
29. Könönen E., Gursoy M., Gursoy U.K. Periodontitis: A Multifaceted Disease of Tooth-Supporting Tissues // *J Clin Med*. – 2019;8(8):1135. doi: 10.3390/jcm8081135.
30. Lisman T., Adelmeijer J., Huskens D., Meijers J.C.M. Aprotinin inhibits thrombin generation by inhibition of the intrinsic pathway, but is not a direct thrombin inhibitor // *TH Open*. – 2021;5(3):363-375. doi: 10.1055/s-0041-1735154.
31. Ma E., Chen W., Zhang C., Liu C., Lan J., Yan X. Ulinastatin in combination with aprotinin improves systemic inflammation in patients undergoing cardiac surgery with cardiopulmonary bypass // *Am J Transl Res*. – 2023;15(11):6505-6513. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38074829/>
32. Tilakaratne A., Soory M. Anti-inflammatory actions of adjunctive tetracyclines and other agents in periodontitis and associated comorbidities // *Open. Dent. J*. – 2014;8:109-124. doi: 10.2174/1874210601408010109.

DOI: 10.18481/2077-7566-2024-20-1-11-17

УДК: 616.31-006.03

## ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ АУТОФЛУОРЕСЦЕНТНОЙ СТОМАТОСКОПИИ КАК ОСНОВНОГО МЕТОДА РАННЕЙ ДИАГНОСТИКИ ПРЕДРАКОВЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ СЛИЗИСТОЙ ОБОЛОЧКИ РТА (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)

Попов В. А.<sup>1</sup>, Карякин А. А.<sup>1</sup>, Карякина О. Е.<sup>2</sup>, Дубинина А. С.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Северный государственный медицинский университет, г. Архангельск, Россия

<sup>2</sup> Северный (Арктический) федеральный университет имени М. В. Ломоносова, г. Архангельск, Россия

### Аннотация

**Предмет.** В настоящее время распространенность различных заболеваний слизистой оболочки рта (СОР) в мире значительно увеличилась. К отдельной группе заболеваний стоит отнести онкологическую патологию. Определенную сложность у специалистов стоматологического профиля вызывает ранняя диагностика предраковых заболеваний слизистой оболочки рта. Онкоскрининг предраковых заболеваний слизистой оболочки рта должен в обязательном порядке проводиться на приеме у врача-стоматолога наряду с традиционными методами обследования челюстно-лицевой области. Аутофлуоресцентная стоматоскопия — наиболее доступный и относительно простой метод выявления предраковых заболеваний.

**Цели.** Поиск, отбор и анализ доступной научной литературы по применению аутофлуоресцентной стоматоскопии как основного метода ранней диагностики предраковых заболеваний слизистой оболочки рта, ее достоинства и недостатки.

**Методы.** В процессе исследования использовался метод метаанализа доступной научной литературы, посвященной применению аутофлуоресцентной стоматоскопии для онкоскрининга заболеваний СОР.

**Выводы.** Применение метода аутофлуоресцентной стоматоскопии для ранней диагностики предраковых заболеваний слизистой оболочки рта остается противоречивым. Часть клиницистов считают, что внедрение в практику врача-стоматолога аутофлуоресцентной стоматоскопии как обязательного метода онкоскрининга слизистой оболочки рта необходимо ввиду соответствия результатов биопсии анализу оптического свечения. Однако другие исследователи пришли к выводу, что АФС-метод не заменит золотой стандарт гистологического исследования, из-за низкой специфичности метода исследование может привести к гипердиагностике, и его применение возможно только опытными клиницистами для нахождения границ предраковых поражений полости рта для взятия биопсии в измененной слизистой оболочке.

**Ключевые слова:** аутофлуоресцентная стоматоскопия, онкоскрининг, слизистая оболочка рта, предрак слизистой оболочки рта, онкопатология

Авторы заявили об отсутствии конфликта интересов.

**Вячеслав Анатольевич ПОПОВ** ORCID ID 0000-0002-5218-437X

магистр общественного здоровья, врач-стоматолог первой квалификационной категории, учебный ассистент кафедры стоматологии детского возраста, Северный государственный медицинский университет, г. Архангельск, Россия  
nka-nenec@yandex.ru

**Алексей Андреевич КАРЯКИН** ORCID ID 0000-0002-4458-8702

к.т.н., доцент, кафедра биологии человека и биотехнических систем, Высшая школа естественных наук и технологий, Северный государственный медицинский университет, г. Архангельск, Россия  
biophysica@gmail.com

**Ольга Евгеньевна КАРЯКИНА** ORCID ID 0000-0003-0781-0164

к.б.н., доцент, кафедра биологии человека и биотехнических систем, Высшая школа естественных наук и технологий, Северный (Арктический) федеральный университет имени М. В. Ломоносова, г. Архангельск, Россия  
o.travnikova@narfu.ru

**Александра Сергеевна ДУБИНИНА** ORCID ID 0009-0009-5873-7439

клинический ординатор 1 года обучения, кафедра стоматологии детского возраста, Северный государственный медицинский университет, г. Архангельск, Россия  
shura.dubinina00@mail.ru

**Адрес для переписки: Вячеслав Анатольевич ПОПОВ**

163000, г. Архангельск, ул. Садовая, д. 48, кв. 195

+7 (902) 1994645

nka-nenec@yandex.ru

### Образец цитирования:

Попов В. А., Карякин А. А., Карякина О. Е., Дубинина А. С.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ АУТОФЛУОРЕСЦЕНТНОЙ СТОМАТОСКОПИИ КАК ОСНОВНОГО МЕТОДА РАННЕЙ ДИАГНОСТИКИ ПРЕДРАКОВЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ СЛИЗИСТОЙ ОБОЛОЧКИ РТА (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ). Проблемы стоматологии. 2024; 1: 11-17.

© Попов В. А. и др., 2024

DOI: 10.18481/2077-7566-2024-20-1-11-17

Поступила 12.03.2024. Принята к печати 05.04.2024

DOI: 10.18481/2077-7566-2024-20-1-11-17

## THE EFFECTIVENESS OF AUTOFLUORESCENCE STOMATOSCOPY AS THE MAIN METHOD OF EARLY DIAGNOSIS OF PRECANCEROUS DISEASES OF THE ORAL MUCOSA

Popov V.A.<sup>1</sup>, Karyakin A.A.<sup>1</sup>, Karyakina O.E.<sup>2</sup>, Dubinina A.S.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Northern State Medical University, Arkhangelsk, Russia

<sup>2</sup> Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov, Arkhangelsk, Russia

### Annotation

**Importance.** Currently, the prevalence of various diseases of the oral mucosa in the world has increased significantly. Oncological pathology should be attributed to a separate group of diseases. In order to actively identify precancerous processes of the oral cavity, along with traditional methods of examination of the maxillofacial region, oncoscreening of the mucous membrane and organs of the oral cavity is mandatory. One of the possible methods of oncoscreening is autofluorescence stomatoscopy.

**Objectives.** To clarify the effectiveness of autofluorescence stomatoscopy as the main method of early diagnosis of precancerous diseases of the oral mucosa, its advantages and disadvantages.

**Methods.** In the process of investigating the effectiveness of autofluorescence stomatoscopy, methods of qualitative analysis and synthesis of available scientific literature on autofluorescence stomatoscopy were used.

**Conclusions.** It is concluded that the use of autofluorescence stomatoscopy for the early diagnosis of precancerous diseases of the oral mucosa remains controversial. Some clinicians believe that the introduction of autofluorescence stomatoscopy into the practice of a dentist as an additional method of oncoscreening of the oral mucosa is not only relevant, but also necessary; and the analysis of the light glow corresponds to the results of a biopsy. However, other researchers have concluded that the AFS-method will not replace the gold standard of histological examination, due to the low specificity of the method, the study can lead to overdiagnosis, and it can only be used by experienced clinicians to find the boundaries of precancerous lesions of the oral cavity for taking a biopsy in an altered mucous membrane.

**Keywords:** autofluorescence stomatoscopy, oncoscreening, oral mucosa, precancerous oral mucosa, oncopathology

The authors declare no conflict of interest.

**Vyacheslav A. POPOV** ORCID ID 0000-0002-5218-437X

Master of Public Health, Dentist of the First Qualification Category, Teaching Assistant at the Department of Pediatric Dentistry, Northern State Medical University, Arkhangelsk, Russia  
nka-nenec@yandex.ru

**Alexey A. KARYAKIN** ORCID ID 0000-0002-4458-8702

PhD in Technical sciences, Associate Professor, Department of Human Biology and Biotechnical Systems, Higher School of Natural Sciences and Technology, Northern State Medical University, Arkhangelsk, Russia  
biophysica@gmail.com

**Olga E. KARYAKINA** ORCID ID 0000-0003-0781-0164

PhD in Biological sciences, Associate Professor, Department of Human Biology and Biotechnical Systems, Higher School of Natural Sciences and Technology, Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov, Arkhangelsk, Russia  
o.travnikova@narfu.ru

**Alexandra S. DUBININA** ORCID ID 0009-0009-5873-7439

Clinical Resident of the 1<sup>st</sup> year of study at the Department of Pediatric Dentistry, Northern State Medical University, Arkhangelsk, Russia  
shura.dubinina00@mail.ru

**Correspondence address: Vyacheslav A. POPOV**

Sadovaya str. 48-195, Archangelsk, 163000  
+79021994645  
nka-nenec@yandex.ru

### For citation:

Popov V.A., Karyakin A.A., Karyakina O.E., Dubinina A.S.

THE EFFECTIVENESS OF AUTOFLUORESCENCE STOMATOSCOPY AS THE MAIN METHOD OF EARLY DIAGNOSIS OF PRECANCEROUS DISEASES OF THE ORAL MUCOSA. *Actual problems in dentistry.* 2024; 1: 11-17. (In Russ.)

© Popov V.A. et al., 2024

DOI: 10.18481/2077-7566-2024-20-1-11-17

Received 12.03.2024. Accepted 05.04.2024

## Введение

В настоящее время распространенность различных заболеваний слизистой оболочки рта (СОР) в мире увеличилась [22]. По наблюдениям многочисленных авторов, заболеваемость слизистой оболочки полости рта за последнее десятилетие увеличилась в России более чем на 30% [5]. В структуре заболеваний слизистой рта выделяют ряд основных патологий: стоматиты различного генеза, аутоиммунные заболевания слизистой, патологию слизистой как проявление основной общесоматической патологии. К отдельной группе заболеваний относится онкологическая патология. Инцидентность онкологических заболеваний слизистой оболочки рта в России ежегодно достигает 9500 новых случаев, в то же время запущенность достигает 62,8% [6]. В Архангельской области онкологические заболевания полости рта являются самыми распространенными среди всех злокачественных новообразований стоматологического профиля населения среди мужчин и женщин — 10,8 и 4,7 на 100 тыс. населения соответственно [11]. Многие заболевания слизистой оболочки рта могут формировать благоприятные условия для развития онкопатологий. В случае формирования таких условий заболевание относят к факультативным или облигатным предракам. В структуре заболеваний слизистой рта онкопатология занимает 13-е место в мире [22], в РФ — 18-е место [15].

Низкая выявляемость предраковых заболеваний слизистой оболочки рта на ранних стадиях является одной из основных проблем стоматологии. Низкий процент активной выявляемости онкопатологий на ранних стадиях чаще всего связывают с недостаточным уровнем знаний врачей-стоматологов на амбулаторном приеме в вопросах онконастороженности, низкой мотивацией врачей к выявлению данной группы патологий, отсутствием соответствующих навыков и оборудования для диагностики онкозаболеваний [2].

Значительный уровень распространенности заболеваний слизистой оболочки рта и их низкая выявляемость на ранних стадиях делает проблему их своевременного диагностирования актуальной.

Для нивелирования проблемы низкой выявляемости производителями был предложен простой скрининговый метод ранней диагностики различных грозных заболеваний слизистой рта, основанный на физическом принципе аутофлуоресценции биологических тканей. Таким образом, целью данного литературного обзора стало проведение качественного анализа доступной научной литературы, посвященной аутофлуоресцентной стоматоскопии как основному методу ранней диагностики предраковых заболеваний слизистой оболочки рта, ее достоинствам и недостаткам.

## Материалы и методы

Исследование проводилось в период с октября 2023 года по февраль 2024 года. Поиск научной литературы осуществлялся как на русском, так и на

английском языках в открытых библиографических базах данных научных источников и публикаций. Поиск был проведен в международных и отечественных базах научных медицинских данных Medline ([www.pubmed.gov](http://www.pubmed.gov)) и Национальной Электронной Библиотеке ([www.elibrary.ru](http://www.elibrary.ru)). Кроме того, были идентифицированы публикации в открытом интернет-ресурсе «КиберЛенинка» ([www.cyberleninka.ru](http://www.cyberleninka.ru)), из источников литературы найденных ранее публикаций, а также диссертации (всего 258 источников). Перечисленные источники имеют контролируемый словарный запас. Авторефераты диссертационных работ также были включены в качественный анализ, в схеме они представлены как «прочие источники».

Поисковым запросом в базах данных были выбраны: «autofluorescence stomatoscopy», «oncoscreening», «oral mucosa», «precancerous», «leukoplakia of the oral mucosa» для англоязычных публикаций. Поисковые слова были объединены с помощью логических операторов «AND» и «OR». Отдельным критерием отбора в системе MEDLINE был выбран тип публикации: «Clinical Trial», «Clinical study» и «Randomized Controlled Trial». Для русскоязычных источников были использованы ключевые слова «аутофлуоресцентная стоматоскопия», «онкоскрининг», «слизистая оболочка полости рта», «предрак слизистой оболочки рта». Решение по включению в обзор спорных публикаций разрешались путем дискуссии авторского коллектива. В систематический обзор были включены исследования, в которых оценивалась клиническая эффективность применения. Критериями отбора публикаций были определены:

- клинические проспективные исследования;
- глубина времени изучения доступных публикаций — не старше 2000 года;
- язык публикации — английский или русский;
- исследуемое вмешательство — визуальный осмотр СОР и использование метода аутофлуоресцентной стоматоскопии.

В ходе анализа доступных публикаций оценивалась клиническая эффективность рассматриваемых исследований по следующим критериям:

- обнаружение изменений с СОР в результате проводимого метода диагностики, с последующим гистологическим исследованием;
- диспансерное наблюдение пациентов с признаками предраковых заболеваний СОР;
- использование аутофлуоресцентной диагностики как способ оценки эффективности терапии предраковых заболеваний слизистой оболочки рта.

Таким образом, для качественного синтеза было систематически отобрано 25 исследований, отвечающих критериям включения. Подробная блок-схема отбора исследований представлена на рисунке.

### \*\* Критерии исключения:

Тезисы (абстракты) не соответствуют основной цели данного обзора.

Публикация является клиническими рекомендациями.

Публикация является протоколом исследования.

Публикация является несистематическим обзором, что следует из тезиса (абстракта).

Исследования на животных.

В ходе анализа доступных исследований были отмечены особенности: отсутствует единый протокол применения метода аутофлуоресцентной стоматоскопии для клинического онкоскрининга, чаще в рассмотренных исследованиях спользовались стоматоскопы VELscore VX (как правило, в иностранных статьях) и «АФС-Д» (в отечественных).

**Результаты.** Одним из возможных методов выявления предраковых заболеваний слизистой рта является аутофлуоресцентная стоматоскопия, которая позволяет проводить раннее выявление предопухолевых процессов полости рта. Относительная простота и низкий уровень временных затрат на проведение процедуры обуславливают необходимость проведения метода в обязательном порядке, наряду со стандартным протоколом обследования в стоматологии [18, 26].

Аутофлуоресцентная визуализация (АФВ; аутофлуоресцентная стоматоскопия) СОР впервые была введена в клиническую стоматологическую практику в ряде зарубежных стран с 2007 г. [8]. При воздействии светодиодным излучением в спектральном диапазоне от 470 до 800 нм на слизистую оболочку рта возникает эффект аутофлуоресценции (эндогенного свечения) тканей, которую можно наблюдать через световые фильтры. При проведении АФС здоровая ткань эпителия СОР имеет зеленую флуоресценцию, в то же время патологически измененные структуры эпителия слизистой оболочки рта визуализируются в виде неоднородного потемнения. Благодаря указанной особенности эффект получил название «эффект темного пятна». Он возникает в результате морфологических и биохимических изменений, происходящих на клеточном и тканевом уровне при формировании онкологического процесса. В клинической практике АФС позволяет быстро определять возможные границы пораженных участков СОР [8].

Анализ данных различных эпидемиологических стоматологических исследований, проведенных в последнее время, свидетельствует о том, что одними из самых распространенных патологий СОР и красной каймы губ (ККГ) являются заболевания, сопровождающиеся гипер-, пара- и дискератозом неороговевающего эпителия. К таким заболеваниям принято относить красный плоский лишай (КПЛ) и лейкоплакию. Как известно, данные заболевания являются факультативными предраками, со значительно варьируемой частотой озлокачествления от 1,5 до 20–40% [12].

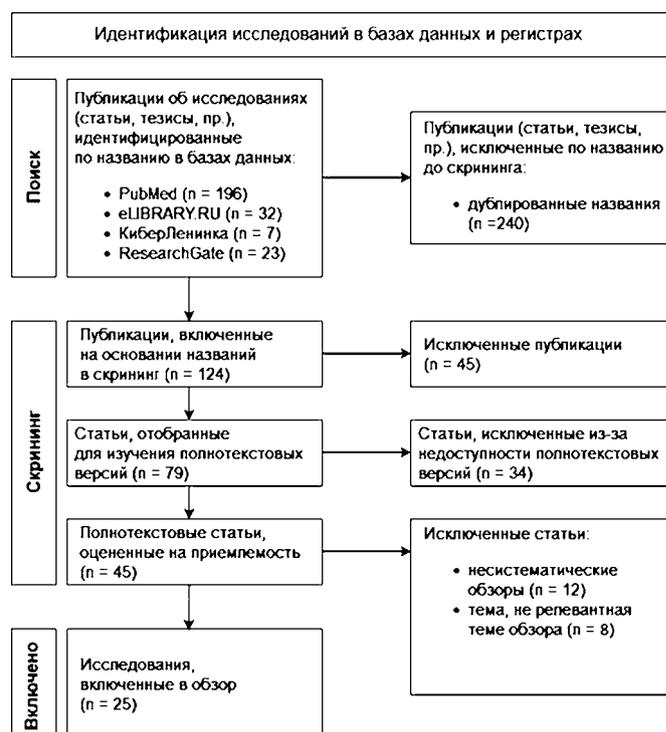


Рис. Блок-схема проведения процедуры отбора литературы. Использован макет PRISMA 2020 г.

Fig. A block diagram of the literature selection procedure. The PRISMA 2020 layout was used

Столь высокая распространенность заболеваний СОР требует от врачей-стоматологов серьезной онкологической настороженности, диагностической точности, хорошего багажа знаний по особенностям клинического течения онкологических заболеваний СОР, умения проводить маршрутизацию пациентов с подозрениями на развивающийся канцерогенный процесс, навыков по выработке стратегии и тактики ведения больных с подозрением на злокачественные новообразования СОР [12].

Многие заболевания слизистой рта являются факторами риска для развития злокачественных новообразований, поэтому для более раннего их выявления специалистам первичного звена необходимо использовать скрининговые методы. При заболеваниях СОР использование метода АФС позволяет получить полную картину, границы поражения, выявить скрытые очаги поражения с возможностью ранней диагностики и профилактики предраковых заболеваний слизистой полости рта [1].

В настоящее время проводятся исследования различного уровня и дизайна, в которых изучается эффективность использования аутофлуоресцентной стоматоскопии для диагностики предраковых заболеваний слизистой оболочки полости рта.

В 2015–2022 годах были проведены клинические исследования состояния СОР с помощью аппарата для аутофлуоресцентной стоматоскопии «VELscore VX» (как правило, за рубежом) и «АФС-Д» (в России).

Они были проведены с учетом требований ВОЗ, полученные данные достаточно валидны.

Так, в 2015 году [18] 24 пациента были обследованы с помощью светодиодного осветителя АФС-400, из них у 11 была выявлена веррукозная лейкоплакия (45,8%), у 10 — плоский лишай (41,7%), и у трех пациентов — плоскоклеточный рак (12,5%).

На базе кафедры клинической стоматологии МГМСУ им. А.И. Евдокимова за период с сентября 2015 г. по май 2016 г. АФС была проведена 16 пациентам. Из них у 8 человек выявлен с КПЛ эрозивно-язвенной формы, у двух — с КПЛ гиперкератотической формы, у 6 — с экссудативно-гиперемической формой [8].

В последующих исследованиях, например, в 2017 году [12] с помощью аппарата «АФС-Д» было обследовано 300 пациентов с заболеваниями СОР. Из них у 94 человек (31,3%) выявлены различные формы предраковой патологии СОР и ККГ: эрозивно-язвенная форма плоского лишая (ПЛ) — у 47 человек (50%), эрозивная форма лейкоплакии — у 20 больных (21,3%), веррукозная лейкоплакия — у 12 человек (12,8%); декубитальная язва — у 12 человек (12,8%), хейлит Манганотти — у 3 пациентов (3,1%).

По данным исследования [15], с 2017 по 2019 год в Самарском областном клиническом онкологическом диспансере было обследовано 28 пациентов (соотношение М/Ж — 21/7) с экзофитными образованиями слизистой оболочки полости рта, которым была проведена аутофлуоресцентная стоматоскопия для определения очагов люминесценции. В 39% случаев при применении аппарата «АФС-400» и дополнительном морфологическом изучении слизистой было диагностировано злокачественное новообразование СОР. У двух человек, или в 7% случаев, выявлены предраковые заболевания слизистой оболочки рта и в одном случае — воспалительный процесс.

На кафедре терапевтической и детской стоматологии ФГБОУ ВО РязГМУ в 2020 году на двух клинических случаях был апробирован аппарат АФС [14]. В первом клиническом случае у пациента с КПЛ был выявлен очаг поражения в виде неоднородного затемнения участка СОР с неровными краями без видимого свечения с незначительным розовым оттенком. Во втором клиническом случае язва СОР светилась ярко-красным светом, а вокруг язвы было обнаружено выраженное округлое нарушение аутофлуоресценции СОР в виде темного пятна. Клиницисты пришли к выводу, что обоснованным является использование методики АФС на амбулаторном стоматологическом приеме, так как она четко показывает различие здоровых и патологических участков.

На кафедре клинической стоматологии МГМСУ им. А.И. Евдокимова с ноября 2020 г. по февраль 2022 г. проводили обследование 44 пациентов [9]. В исследовании участвовало 44 человека. В выборке преобладали женщины. После комплексного обследо-

вания у пациентов были выявлены различные формы предраковой патологии: у 27 (62%) пациентов «плоский лишай, эрозивно-язвенная форма», у 16 (36%) — «веррукозная лейкоплакия», у 1 (2%) — «новообразование языка».

Во время кампании по профилактике рака полости рта в 2019 году [18] 360 участников прошли скрининг АФС-методом с помощью аппарата VELscope. Из них у 170 были выявлены поражения СОР, которые прошли двухнедельную повторную оценку, 70% случаев были подтверждены как доброкачественные.

Во время кампании по профилактике рака полости рта в 2019 году у пациентов доброкачественные новообразования полости рта были выявлены в 26,2% случаев, за ними следовали неопухольевые пролиферативные процессы (23,8% случаев) и потенциально злокачественные заболевания (21,4% случаев). Чувствительность, специфичность и точность выявления потенциально злокачественных заболеваний были соответственно равны 94,4, 96,2 и 96,1% [24].

При исследовании в 2019 и 2022 гг. [19, 20, 25] авторы пришли к выводу, что метод аутофлуоресценции обладает различными скрининговыми свойствами в разных частях слизистой оболочки полости рта. СОПР переходной складки более чувствительна к данному методу, чем слизистая жевательного эпителия.

При исследовании в 2023 году [13] 45 пациентов с лейкоплакией СОР были обследованы в больнице СПб ГБУЗ «Городская многопрофильная больница № 2» с помощью аппарата АФС-400. В последующем этим пациентам было проведено консервативное и хирургическое лечение. В процессе клинического обследования уточнялись площадь и границы патологического процесса для взятия материала. Так, Туманова О.П., Кулик И.В., Туманов Э.В. и др. считают, что АФС крайне необходима для нахождения границ предраковых злокачественных поражений полости рта с целью взятия биопсии в измененной слизистой оболочке.

Таким образом, на основании вышеупомянутых обследований можно сделать выводы:

аутофлуоресцентная стоматоскопия потенциально может использоваться в качестве дополнительного метода ранней диагностики поражений слизистой полости рта;

внедрение в ежедневную практику врача-стоматолога метода аутофлуоресцентной стоматоскопии в качестве дополнительного способа выявления патологических изменений слизистой оболочки рта необходимо;

анализ соответствует световому свечению и гистологическим результатам после биопсии с оценкой эффективности аутофлуоресценции стоматоскопа в диагностике опухолей слизистой оболочки полости рта.

Однако в 2016 г. [22] при обследовании 126 пациентов с подозрительными поражениями полости рта у 70 пациентов была обнаружена лейкоплакия/эритроплакия, а у 44 — дисплазия эпителия. В отношении

лейкоплакии/эритроплакии аутофлуоресценция показала чувствительность 87,1% и специфичность 21,4%. В случаях дисплазии аутофлуоресценция показала чувствительность и специфичность 84,1 и 15,3% соответственно. Биопсии были подвергнуты все подозрительные участки СОПР. Результаты ставят под сомнение точность исследования с помощью АФС.

С данной точкой зрения согласны авторы [15, 16, 23]. Ученые пришли к выводу, что аутофлуоресценция тканей чувствительна при обнаружении белых, красных и бело-красных пятен. Однако, в дополнение, аппарат VELscope может обнаруживать эритематозные очаги доброкачественного воспаления, приводящие к ложноположительным результатам.

По мнению S. Spivakovsky, M. Gopinathan Gerber [35], имеется недостаточно доказательств для того, чтобы делать обоснованные выводы об эффективности аутофлуоресцентных устройств визуализации в качестве дополнительных средств для скрининга. В 2020 году было обследовано 100 пациентов с различными заболеваниями СОПР в возрасте 18–35 лет. У 38% выявлены изменения свечения СОПР при проведении аутофлуоресцентной стоматоскопии. При гистологическом исследовании подтверждено 12 случаев предраковых заболеваний (12%).

М. Balasubramaniam, P. Sindhuja [27] пришли к выводу, что основная цель визуальной аутофлуоресцентной спектроскопии — это выявление поражений полости рта и помощь врачам в том, чтобы лучше локализовать хирургические границы этих поражений. Метод не может служить заменой для обычной биопсии полости рта, поскольку биопсия является золотым стандартом для диагностики рака полости рта. Аутофлуоресценция может служить только как адьювант и не использоваться в качестве подтверждающего теста при диагностике. Для этого требуются усовершенствования и стандартизация протокола области применения данного метода.

Таким образом, на основании вышеупомянутых обследований можно сделать выводы:

- Метод аутофлуоресцентной стоматоскопии должен использоваться опытными клиницистами для нахождения границ предраковых злокачественных поражений полости рта для взятия биопсии в измененной слизистой оболочке;

#### Литература/References

1. Бондаренко О.В., Токмакова С.И., Побединская Л.Ю., Сгибнева В.А. Ранняя диагностика заболеваний слизистой оболочки полости рта с применением флуоресценции. Health and Education Millennium. 2017;19(6):26-28. [O.V. Bondarenko, S.I. Tokmakova, L.Yu. Pobedinskaya, V.A. Sgibneva. Early diagnosis of diseases of the oral mucosa using fluorescence. Health and Education Millennium. 2017;19(6):26-28. (In Russ.)]. [https://web.archive.org/web/20180601213010id\\_/https://clinical-journal.co.uk/gallery/26-282.pdf](https://web.archive.org/web/20180601213010id_/https://clinical-journal.co.uk/gallery/26-282.pdf)
2. Гажва С.И., Грехов А.В., Горячева Т.П., Сенина-Волжская И.В. Проблема ранней диагностики онкопатологии слизистой оболочки рта (социальные аспекты). Современные проблемы науки и образования. 2015;3. [S.I. Gazhva, A.V. Grekhov, T.P. Goryacheva, I.V. Senina-Volzhskaia. The problem of early diagnosis of oncopathology of the oral mucosa (social aspects). Modern problems of science and education. 2015;3. (In Russ.)]. <https://science-education.ru/ru/article/view?id=19168>
3. Гажва С.И., Ибрагимова Ю.Ш., Гажва Ю.В., Рябова В.М., Тетерин А.И., Яковлев Д.Н., Калинин К.И., Краснокутская Н.С. Технологии ранней диагностики патологических процессов слизистой оболочки рта. Стоматология. 2021;100(6-2):37-42. [S.I. Gazhva, Yu.Sh. Ibragimova, Yu.V. Gazhva, V.M. Ryabova, A.I. Teterin, D.N. Yakovlev, K.I. Kalinkin, N.S. Krasnokutskaya. Technologies for early diagnosis of pathological processes in the oral mucosa. Dentistry. 2021;100(6-2):37-42. (In Russ.)]. DOI: 10.17116/stomat202110006237
4. Гажва С.И., Котунова Н.А., Куликов А.С. Применение фотодинамической терапии в алгоритме лечения эрозивно-язвенной формы красного плоского лишая слизистой оболочки рта. Современные проблемы науки и образования. 2018;4. [S.I. Gazhva, N.A. Kotunova, A.S. Kulikov. The use of photodynamic therapy in the treatment algorithm for the erosive and ulcerative form of lichen planus of the oral mucosa. Modern problems of science and education. 2018;4. (In Russ.)]. <https://science-education.ru/ru/article/view?id=27758>

- Из-за низкой специфичности аутофлуоресцентное исследование может привести к гипердиагностике у врачей общей практики;
- Рекомендуется его использование в первичной медико-санитарной помощи стоматологами общей практики, гигиенистами стоматологическими и стоматологами-терапевтами, хотя по-прежнему требуются дополнительные исследования в рамках сценария популяционного скрининга.
- Существует ограниченное количество доказательств использования метода в первичной медицинской помощи; такие инструменты лучше подходят для специализированных клиник с более высокой распространенностью заболеваний, где опытные клиницисты могут лучше различать доброкачественные и злокачественные поражения;
- Метод аутофлуоресцентной стоматоскопии не заменит золотой стандарт гистологического исследования.

**Выводы:** на основании проанализированной литературы можно сделать вывод, что применение метода аутофлуоресцентной стоматоскопии для ранней диагностики предраковых заболеваний слизистой оболочки полости рта остается противоречивым.

С одной стороны, [5, 6, 9, 10, 13, 32–34] применению аутофлуоресцентной стоматоскопии врачами-стоматологами амбулаторной помощи, работающими в первичном звене здравоохранения, отводится перво-степенная роль в решении вопроса с онкологической настороженностью и в ранней диагностике предраковых заболеваний слизистой оболочки рта. В связи с этим внедрение в практику стоматолога аутофлуоресцентной стоматоскопии как дополнительного метода выявления патологических изменений слизистой оболочки рта может проводиться во всей стране, системно, т. к. онкологические заболевания слизистой оболочки рта вызывают резкое снижение качества жизни.

Однако при экспериментах, проведенных рядом ученых [14–26, 28–31, 27, 35], получены данные, свидетельствующие о том, что при использовании этого метода имеются погрешности, способные приводить к ложноположительным результатам.

5. Жубоева М.А. Сравнительный анализ распространенности заболеваний слизистой оболочки полости рта в разных регионах Российской Федерации. Вестник Санкт-Петербургского университета. Медицина. 2022;17(3):203-211. [M.A. Zhuboeva. Comparative analysis of the prevalence of diseases of the oral mucosa in different regions of the Russian Federation. Bulletin of St. Petersburg University. Medicine. 2022;17(3):203-211. (In Russ.)]. <https://doi.org/10.21638/spbu11.2022.305>
6. Каприн А.Д., Старинский В.В., Шахзадной А.О. Состояние онкологической помощи населению России в 2019 году. Москва : МНИОИ им. П. А. Герцена – филиал ФГБУ «НМИЦ радиологии» Минздрава России. 2020:239. [A.D. Kaprin, V.V. Starinsky, A.O. Shakhzadova. The state of cancer care for the population of Russia in 2019. Moscow: MNI OI im. P. A. Herzen is a branch of the Federal State Budgetary Institution "National Medical Research Center of Radiology" of the Russian Ministry of Health. 2020:239. (In Russ.)]. <https://oncology-association.ru/wp-content/uploads/2021/10/pomoshh-2019.pdf>
7. Крихели Н.И., Позднякова Т.И., Булгакова Н.Н. Аутофлуоресцентная визуализация злокачественных новообразований слизистой оболочки рта. Стоматология. 2021;100(6):86-90. [N.I. Krikheli, T.I. Pozdnyakova, N.N. Bulgakova. Autofluorescence imaging of malignant neoplasms of the oral mucosa. Dentistry. 2021;100(6):86-90. (In Russ.)]. DOI: 10.17116/stomat202110006186
8. Крихели Н.И., Позднякова Т.И., Булгакова Н.Н., Прокудина Е.Ю. Результаты аутофлуоресцентной стоматоскопии плоского лишая как скринингового метода выявления предраковых и раковых изменений слизистой оболочки рта. Российская стоматология. 2016;9(4):13-17. [N.I. Krikheli, T.I. Pozdnyakova, N.N. Bulgakova, E.Yu. Prokudina. Results of autofluorescence stomatoscopy of lichen planus as a screening method for identifying precancerous and cancerous changes in the oral mucosa. Russian dentistry. 2016;9(4):13-17. (In Russ.)]. DOI: 10.17116/rosstomat20169413-17
9. Крихели Н.И., Позднякова Т.И., Маркова, Г.Б. Скрининговые методы и их роль в ранней диагностике предраковых и раковых заболеваний слизистой оболочки рта. Евразийский Союз Ученых. Серия: медицинские, биологические и химические науки. 2022;5(98). [N.I. Krikheli, T.I. Pozdnyakova, G.B. Markova. Screening methods and their role in the early diagnosis of precancerous and cancerous diseases of the oral mucosa. Eurasian Union of Scientists. Series: medical, biological and chemical sciences. 2022;5(98). (In Russ.)]. <file:///C:/Users/USER/Downloads/826-Текст%20статья-1386-1-10-20230403.pdf>
10. Панкратьева А.Ю., Потехина Е.Ф. Состояние онкологической помощи населению Архангельской области в 2018 году. Сборник статей к научно-практической конференции «Оптимизация лечебнодиагностической тактики при онкологических заболеваниях». 2018:16-66. [A.Yu. Pankratieva, E.F. Potekhina. The state of cancer care for the population of the Arkhangelsk region in 2018. Collection of articles for the scientific and practical conference "Optimization of diagnostic and treatment tactics for cancer." 2018:16-66. (In Russ.)]. <https://elibrary.ru/item.asp?id=47478282>
11. Пурсанова А.Е., Казарина Л.Н., Гуляев У.Г., Серхель Е.В. Оценка эффективности терапии предраковых заболеваний слизистой оболочки рта при помощи аутофлуоресцентной диагностики. Современные проблемы науки и образования. 2018;4. [A.E. Pursanova, L.N. Kazarina, U.G. Gulyan, E.V. Serhel. Evaluation of the effectiveness of therapy for precancerous diseases of the oral mucosa using autofluorescence diagnostics. Modern problems of science and education. 2018;4. (In Russ.)]. <https://science-education.ru/ru/article/view?id=27754>
12. Туманова О.П., Кулик И.В., Туманов Э.В., Гордеева В.А., Михайлова Е.С. Аутофлуоресцентная стоматоскопия и ее возможности в оценке результатов хирургического лечения лейкоплакии слизистой оболочки рта. Медицинский альянс. 2023;11(3). [O.P. Tumanova, I.V. Kulik, E.V. Tumanov, V.A. Gordeeva, E.S. Mikhailova. Autofluorescence stomatoscopy and its capabilities in assessing the results of surgical treatment of leukoplakia of the oral mucosa. Medical Alliance. 2023;11(3). (In Russ.)]. doi: 10.36422/23076348-2023-11-3-109-117
13. Филимонова Л.Б., Межевкина Г.С., Маршуба Л.О. Использование аутофлуоресцентной стоматоскопии как скринингового метода диагностики предраковых состояний и онкологических заболеваний слизистой оболочки рта на стоматологическом приеме. Наука молодых (Eruditio Juvenium). 2020;8(1):80-85. [L.B. Filimonova, G.S. Mezhevkina, L.O. Marshuba. The use of autofluorescence stomatoscopy as a screening method for diagnosing precancerous conditions and oncological diseases of the oral mucosa at a dental appointment. Science of the Young (Eruditio Juvenium). 2020;8(1):80-85. (In Russ.)]. DOI:10.23888/HMJ20208180-85
14. Orlov A.E., Kaganov O.I., Gabrielian A.G., Postnikov M.A. Somatoscope autofluorescence in the diagnosis of tumors of the mucosa of the oral cavity. Поволжский онкологический вестник. 2020;11(4):7-10. [A.E. Orlov, O.I. Kaganov, A.G. Gabrielian, M.A. Postnikov. Somatoscope autofluorescence in the diagnosis of tumors of the mucosa of the oral cavity. Povolzhsky Oncological Bulletin. 2020;11(4):7-10. <http://oncovestnik.ru/archive/2020/2020-4/autofluorescentnaya-stomatopskopiya-v-diagnostike-novoobrazovanijslizzistoj-obolochki-polostirta/>
15. Rashid A., Warnakulasuriya S. The use of light-based (optical) detection systems as adjuncts in the detection of oral cancer and oral potentially malignant disorders: a systematic review // Oral Pathol Med. – 2015;44(5):307-328. doi: 10.1111/jop.12218.
16. Sharma A., Sharma A., Kumar Bansal A., Goyal C., Mankotia S., Parmar M., Mahant S. To Evaluate the Efficacy of Tissue Autofluorescence (Velscope) in the Visualization of Oral Premalignant and Malignant Lesions among High-Risk Population Aged 18 Years and Above in Haroli Block of Una, Himachal Pradesh // J Int Soc Prev Community Dent. – 2022;12(3):365-375. doi: 10.4103/jisped.JISPCD\_22\_22.
17. Bulgakova N.N., Volkov E.A., Pozdnyakova T.I. Autofluorescent somatoscope as a method of oncology diseases of the oral mucosa. Российский стоматологический журнал. 2015;19(1):27-30. [N.N. Bulgakova, E.A. Volkov, T.I. Pozdnyakova. Autofluorescent somatoscope as a method of oncology diseases of the oral mucosa. Russian dental journal. 2015;19(1):27-30. (In Russ.)]. <https://doi.org/10.17816/dent.39336>
18. Farah C.S., Dost F., Do L. Usefulness of optical fluorescence imaging in identification and triaging of oral potentially malignant disorders: A study of VELscope in the lesions programme // J Oral Pathol Med. – 2019;48(7):581-587. doi: 10.1111/jop.12896.
19. Wang C., Qi X., Zhou X., Liu H., Li M. Diagnostic value of objective VELscope fluorescence methods in distinguishing oral cancer from oral potentially malignant disorders (OPMDs) // Transl Cancer Res. – 2022;11(6):1603-1615. doi: 10.21037/tcr-21-2804.
20. Kordbacheh F., Bhatia N., Farah C.S. Patterns of differentially expressed genes in oral mucosal lesions visualised under autofluorescence (VELscope™) // Oral Dis. – 2016;22(4):285-296. doi: 10.1111/odi.12438
21. Global oral health status report: towards universal health coverage for oral health by 2030. Geneva : World Health Organization. 2022. <https://www.who.int/publications/i/item/9789240070820>
22. Awan K.H., Morgan P.R., Warnakulasuriya S. Assessing the accuracy of autofluorescence, chemiluminescence and toluidine blue as diagnostic tools for oral potentially malignant disorders—a clinicopathological evaluation // Clin Oral Investig. – 2015;19(9):2267-2272. doi: 10.1007/s00784-015-1457-9.
23. Awan K.H., Patil Sh. Efficacy of Autofluorescence Imaging as an Adjunctive Technique for Examination and Detection of Oral Potentially Malignant Disorders: A Systematic Review // J Contemp Dent Pract. – 2015;16(9):744-749. doi: 10.5005/jp-journals-10024-1751
24. Simonato L.E., Tomo S., Scarpato Navarro R., Guillermo A., Villaverde J.B. Fluorescence visualization improves the detection of oral, potentially malignant, disorders in population screening // Photodiagnosis Photodyn Ther. – 2019;27:74-78. doi: 10.1016/j.pdpdt.2019.05.017
25. Shi L., Li Ch., Shen X., Zhou Z., Liu W., Tang G. Potential role of autofluorescence imaging in determining biopsy of oral potentially malignant disorders: A large prospective diagnostic study // Oral Oncol. – 2019;98:176-179. doi: 10.1016/j.oraloncology.2019.08.006.
26. Balasubramaniam M., Sindhuja P., Mohideen K., Parameswar A. Autofluorescence based diagnostic techniques for oral cancer // Journal of Pharmacy and Bioallied Sciences. – 2015;7(6):374. DOI: 10.4103/0975-7406.163456
27. Ming-Jer Jeng, M. Sharma, L. Sharma, Shiang-Fu Huang, Liann-Be Chang, Shih-Lin Wu, L. Chow - Novel Quantitative Analysis Using Optical Imaging (VELscope) and Spectroscopy (Raman) Techniques for Oral Cancer Detection // Cancers (Basel). – 2020;12(11):3364. doi: 10.3390/cancers12113364.
28. Ming-Jer Jeng M. Sharma, Ting-Yu Chao, Ying-Chang Li, Sh. Huang, Liann-Be Chang, L. Chow - Multiclass classification of autofluorescence images of oral cavity lesions based on quantitative analysis // PLoS One. – 2020;15(2). doi: 10.1371/journal.pone.0228132.
29. Vibhute N.A., Jagtap S.V., Patil S.V. Velscope guided oral cancer screening: A ray of hope in early oral cancer diagnosis // J Oral Maxillofac Pathol. – 2021;25(3):548-549. doi: 10.4103/jomfp.JOMFP\_315\_20.
30. Ganga R.S., Gundre D., Bansal Sh., Shirsat P.M., Prasad P., Desai R.S. Evaluation of the diagnostic efficacy and spectrum of autofluorescence of benign, dysplastic and malignant lesions of the oral cavity using VELscope // Oral Oncol. – 2017;75:67-74. doi: 10.1016/j.oraloncology.2017.10.023
31. Shan Wang, Mao Yang, Ruiying Li, Jie Bai. Current advances in noninvasive methods for the diagnosis of oral squamous cell carcinoma: a review // Eur J Med Res. – 2023;28(1):53. doi: 10.1186/s40001-022-00916-4.
32. Tomo S., Issamu Miyahara G., Simonato L.E. History and future perspectives for the use of fluorescence visualization to detect oral squamous cell carcinoma and oral potentially malignant disorders // Photodiagnosis Photodyn Ther. – 2019;28:308-317. doi: 10.1016/j.pdpdt.2019.10.005.
33. Tomo S., Almeida de Arruda J.A., Felipe de Souza Cabral, Cristina Nunez S., Simonato L.E. Fluorescence visualization as an auxiliary method to detect oral potentially malignant disorders and oral cancer // Transl Cancer Res. – 2022;11(8):2477-2479. doi: 10.21037/tcr-22-1874.
34. Spivakovskiy S., Gerber M.G. Little evidence for the effectiveness of chemiluminescence and autofluorescent imaging devices as oral cancer screening adjuncts // Evid Based Dent. – 2015;16(2):48. DOI: 10.1038/sj.ebd.6401094

DOI: 10.18481/2077-7566-2024-20-1-18-22

УДК: 616.724

## АКТУАЛЬНОСТЬ И ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ СПЛИНТ-ТЕРАПИИ ПРИ ДИСФУНКЦИИ ВИСОЧНО-НИЖНЕЧЕЛЮСТНОГО КОМПЛЕКСА И СОПУТСТВУЮЩЕЙ ГОЛОВНОЙ БОЛИ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)

Салеева Г. Т., Шакиров Э. Ю., Шакирова Л. Р., Магасумов Э. Р.

Казанский государственный медицинский университет, г. Казань, Россия

### Аннотация

**Введение.** В настоящее время отмечается повышение частоты встречаемости эпизодической головной боли, которую пациенты зачастую связывают с эмоциональным перенапряжением и стрессом. Однако головная боль может быть осложнением более сложного заболевания, такого как дисфункция височно-нижнечелюстного комплекса (ВНЧК), о котором пациенты могут даже не подозревать. Использование сплонт-терапии позволяет избавить пациента от болей и неприятных ощущений, тем самым улучшив качество жизни.

**Цель** — выявление эффективности использования сплонт-терапии при лечении дисфункции височно-нижнечелюстного комплекса, осложненной головной болью, с последующим ее купированием.

**Материал и методы.** В ходе написания данного обзора были изучены статьи, опубликованные в зарубежных и отечественных научных изданиях за последние 19 лет. После изучения текста статей были отобраны 22 наиболее полно раскрывающие тему. Из выбранных статей предъявленным требованиям соответствовали 7.

**Результаты и их обсуждение.** Применение шинотерапии в качестве основного метода реабилитации пациентов с дисфункцией височно-нижнечелюстного комплекса вызывает много вопросов и сомнений, однако подобное отношение вызвано скорее относительной новизной представленного метода, нежели его объективными результатами. Существует большое количество исследований, в которых описывается высокая эффективность данного типа реабилитации. Сплонт-терапия может быть использована в качестве дополнительного метода в комплексной терапии головных болей, а также в качестве основного инструмента при лечении суставных и мышечных патологий и бруксизма.

**Выводы.** Лечение пациентов с ДВНЧК и сопутствующей головной болью требует комплексного подхода. Сплонт-терапия является эффективным методом для устранения мышечной и головной болей, а также болей в ВНЧС.

**Ключевые слова:** окклюзионная шина, сплонт-терапия, заболевания височно-нижнечелюстного комплекса, головные боли, орфоциальная боль

Авторы заявили об отсутствии конфликта интересов.

Гульшат Тауфиговна САЛЕЕВА ORCID ID 0000-0001-9751-0637

д.м.н., проф. кафедры ортопедической стоматологии, Казанский государственный медицинский университет, г. Казань, Россия  
+7 (917) 3934868

rin-gul@mail.ru

Эдуард Юрьевич ШАКИРОВ ORCID ID 0000-0003-1787-2860

ассистент кафедры ортопедической стоматологии, Казанский государственный медицинский университет, г. Казань, Россия  
+7 (905) 0222352

My@ekuznetsov.ru

Ляйсан Ринатовна ШАКИРОВА ORCID ID 0000-0002-7774-2139

ассистент кафедры ортопедической стоматологии, Казанский государственный медицинский университет, г. Казань, Россия  
+7 (917) 9196992

saleeva.100mat@yandex.ru

Эмиль Рамилевич МАГАСУМОВ ORCID ID 0009-0003-2491-9249

студент 5 курса стоматологического факультета, Казанский государственный медицинский университет, г. Казань, Россия  
+7 (987) 2448980

emil.magasumov01@gmail.com

Адрес для переписки: Эмиль Рамилевич МАГАСУМОВ

420061, г. Казань, ул. Космонавтов, 61Г, кв. 116

+7 (987) 2448980

emil.magasumov01@gmail.com

### Образец цитирования:

Салеева Г. Т., Шакиров Э. Ю., Шакирова Л. Р., Магасумов Э. Р.

АКТУАЛЬНОСТЬ И ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ СПЛИНТ-ТЕРАПИИ ПРИ ДИСФУНКЦИИ ВИСОЧНО-НИЖНЕЧЕЛЮСТНОГО КОМПЛЕКСА И СОПУТСТВУЮЩЕЙ ГОЛОВНОЙ БОЛИ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ). Проблемы стоматологии. 2024; 1: 18-22.

© Салеева Г. Т. и др., 2024

DOI: 10.18481/2077-7566-2024-20-1-18-22

Поступила 29.01.2024. Принята к печати 27.02.2024

DOI: 10.18481/2077-7566-2024-20-1-18-22

## THE RELEVANCE AND EFFECTIVENESS OF SPLINT THERAPY FOR TEMPOROMANDIBULAR DISORDER AND CONCOMITANT HEADACHE

Saleeva G.T., Shakirov E.Y., Shakirova L.R., Magasumov E.R.

Kazan State Medical University, Kazan, Russia

### Annotation

**Introduction.** Currently, there is an increased incidence of episodic headache, which patients often attribute to emotional overstrain and stress. However, headaches can be a complication of a more complex condition such as temporomandibular disorder (TMD), which patients may not even be aware of. The use of splint therapy can relieve the patient of pain and discomfort, thereby improving quality of life.

**The aim** of study was to identify the effectiveness of splint therapy in the treatment of dysfunction of the temporomandibular complex, complicated by headache, followed by its relief.

**Materials and methods.** When writing this review, articles published in foreign and domestic scientific publications over the past 19 years have been studied. The articles had certain requirements: compliance with the topic, relevance, the number of participants in the study is greater than or equal to 20, the article does not violate anyone's rights and does not pursue commercial interests. Analysis of the structure and content of the articles allowed selecting 22 articles, which best reveal the topic. Of the selected articles, 7 met the requirements.

**Results and Discussion.** The use of splint therapy as the main method of rehabilitation of patients with dysfunction of the temporomandibular complex raises many questions and doubts, however, this attitude is caused more by the relative novelty of the presented method than by its objective results. There are a large number of studies that describe the high effectiveness of this type of rehabilitation. Splint therapy can be used as an additional method in the complex treatment of headaches, as well as as a main tool in the treatment of joint and muscle pathologies and bruxism.

**Conclusions.** Treatment of patients with TMD and concomitant headache requires a comprehensive approach. Splint therapy appears to be an effective method for eliminating myalgia and headache, as well as pain in the TMJ.

**Keywords:** *occlusal splint, splint therapy, diseases of the temporomandibular complex, headaches, orofacial pain*

The authors declare no conflict of interest.

**Gulshat T. SALEEVA** ORCID ID 0000-0001-9751-0637

Grand PhD in Medical sciences, Professor of the Department of Orthopedic Dentistry, Kazan State Medical University, Kazan, Russia  
rin-gul@mail.ru

**Eduard Y. SHAKIROV** ORCID ID 0000-0003-1787-2860

Assistant, Department of Orthopedic Dentistry, Kazan State Medical University, Kazan, Russia  
My@ekuznetsov.ru

**Liaisan R. SHAKIROVA** ORCID ID 0000-0002-7774-2139

Assistant, Department of Orthopedic Dentistry, Kazan State Medical University, Kazan, Russia  
saleeva.100mat@yandex.ru

**Emil R. MAGASUMOV** ORCID ID 0009-0003-2491-9249

5<sup>th</sup> year student, Faculty of Dentistry, Kazan State Medical University, Kazan, Russia  
emil.magasumov01@gmail.com

**Correspondence address: Emil R. MAGASUMOV**

61G Kosmonavtov str., apt. 116, Kazan, Russia, 420061

+7 (987) 2448980

emil.magasumov01@gmail.com

### For citation:

Saleeva G.T., Shakirov E.Y., Shakirova L.R., Magasumov E.R.

THE RELEVANCE AND EFFECTIVENESS OF SPLINT THERAPY FOR TEMPOROMANDIBULAR DISORDER  
AND CONCOMITANT HEADACHE. *Actual problems in dentistry.* 2024; 1: 18-22. (In Russ.)

© Saleeva G.T. et al., 2024

DOI: 10.18481/2077-7566-2024-20-1-18-22

Received 29.01.2024. Accepted 27.02.2024

## Введение

Дисфункция височно-нижнечелюстного комплекса (ДВНЧК) представляет собой многофакторное болевое заболевание, которое поражает не только височно-нижнечелюстной сустав (ВНЧС) и жевательные мышцы, но и связанные с ними скелетно-мышечные структуры головы и шеи [2, 3]. Данная патология включает в себя различные сопутствующие заболевания, такие как фибромиалгия, синдром хронической усталости, шум в ушах, нарушения сна и так далее [2, 3, 14]. Головные боли, боли и спазмы в шее, щелканье и хруст в челюсти, бруксизм являются одними из наиболее известных сопутствующих заболеваний дисфункции ВНЧК [2, 9, 10, 14, 16, 17].

Дисфункция ВНЧК — одна из наиболее распространенных причин болезненных ощущений в челюстно-лицевой области, не считая боли одонтогенного происхождения, признаки которой проявляются у 60–70% населения. Пик заболеваемости приходится на взрослых людей в возрасте 20–40 лет. Женщины по меньшей мере в четыре раза чаще страдают от этого заболевания [11–13, 15].

До 75% взрослого населения при осмотре обнаруживают хотя бы один признак дисфункции ВНЧС [1].

Пациенты чаще всего предъявляют жалобы на менее специфические симптомы ДВНЧС, такие как боли в челюстях, шум и заложенность в ушах, головная боль, скованность в шее, нарушения движения челюсти, щелчки в области ВНЧС, а иногда и невозможность безболезненно открыть рот [1]. Несмотря на то, что эти симптомы не представляют угрозы для жизни пациента, они могут существенно снижать качество жизни. Необходимо на ранних этапах выявить и устранить заболевание для того, чтобы симптомы не перешли в хроническую форму. Раннее начало лечения позволяет значительно повысить шансы успеха реабилитации пациента.

Этиология дисфункции ВНЧС до конца не изучена, однако некоторые авторы отмечают, что она является многофакторной. Болезненные ощущения могут быть вызваны аномальной окклюзией, бруксизмом, сжатием зубов, прикусыванием губ, стрессом, тревогой или аномалиями внутрисуставного диска. При этом ни один из представленных вариантов не имеет должной доказательной базы [1].

Первые исследования данной патологии позволяли авторам предположить, что боль, связанная с дисфункцией ВНЧК, вызвана главным образом периферическими факторами, однако не у всех пациентов они встречаются, и если они все же есть, то связь между тяжестью боли и патологией тканей незначительна [2].

Череп, нижняя челюсть и шейный отдел позвоночника образуют функциональную единицу, называемую «краниоцервикально-нижнечелюстная система». Благодаря этой системе между перечисленными образованиями формируется биомеханическое и неврологическое взаимодействие, которое влияет на развитие головных, лицевых и шейных болей [3, 4].

Боли могут распространяться от головы, ВНЧС и шеи и накладываться друг на друга. Некоторые исследования установили, что у пациентов с дисфункцией височно-нижнечелюстного комплекса возникают боли в мышцах шеи, постуральные изменения головы и шеи, а также появляются головные боли [3].

С анатомической точки зрения, головная боль — это боль, возникающая выше орбитомеатальной линии. При наличии у пациента дисфункции височно-нижнечелюстного комплекса и жалоб на головные боли, довольно часто боли в голове могут воспроизводиться движением челюсти или при надавливании на жевательные мышцы. Поскольку височная мышца участвует в жевании и находится выше орбитомеатальной линии, дисфункция ВНЧК может вызывать головную боль.

Наиболее распространенным методом лечения ВНЧК является применение окклюзионных капп. Их действие заключается в изменении положения височно-нижнечелюстного сустава, что приводит к изменению окклюзионных контактов. В результате этого снижается напряжение мышц орофациальной области.

Окклюзионные шины — это разобщающая пластина или накусочный аппарат, изготавливаемый на верхнюю или нижнюю челюсть с целью расслабления жевательных мышц или изменения положения мышечелков ВНЧС и нижней челюсти [5].

Некоторыми авторами утверждается, что окклюзионные шины на нижнюю челюсть более предпочтительны, это связано с тем, что шина на нижней челюсти будет вызывать дискомфорт и язык будет занимать физиологическое верхнее положение [6].

Окклюзионные шины способны воздействовать на основные элементы жевательной системы: зубные ряды, жевательную мускулатуру и височно-нижнечелюстной сустав [7]. По этой причине они могут быть использованы для лечения мышечных болей, стираемости зубов, патологии прикуса и височно-нижнечелюстного сустава (ВНЧС), повышенной активности жевательной мускулатуры, для лечения бруксизма, перестройки траектории движения нижней челюсти, обеспечения определенного положения нижней челюсти.

Существует множество классификаций сплнтов. В.А. Хватова, С.О. Чикунев предложили следующую функциональную классификацию типов окклюзионных шин [5]:

1. Разобщающая, в привычном положении нижней челюсти (используется при бруксизме);
2. Релаксационная (используется для снижения мышечного тонуса);
3. Стабилизирующая (для стабильного положения нижней челюсти после нормализации тонуса мышц);
4. Репозиционная (для установки суставной головки в правильное положение).

Есть и классификация по материалу изготовления шин. Для их создания могут быть использованы различные виды пластмасс, силикон и т. д.

Механизм действия окклюзионных шин заключается в том, что они препятствуют достижению максимальной интеркуспации [10]. Создаются минимально возможные точечные контакты, и мышцы пациента не способны развить максимальную силу при сокращении, так как чем больше точка опоры, тем больше сила, которую может развить пациент при напряжении мышц. При создании абсолютно гладкой шины пациент не способен найти стабильное положение, мышцы не имеют точки опоры и, соответственно, начинают работать с меньшим усилием.

**Цель исследования:** на основе обзора литературы определить, имеются ли существенные доказательства, подтверждающие эффективность использования сплонт-терапии при лечении дисфункции височно-нижнечелюстного комплекса, осложненной головной болью, с последующим ее уменьшением.

**Задачами исследования** являются изучение различных видов окклюзионных шин, определение этиологии и патогенеза развития головной боли при ДВНЧС, а также выявление возможных причин связи между головными болями и дисфункцией ВНЧС.

#### Материал и методы

В ходе написания данного обзора были изучены статьи, опубликованные в зарубежных и отечественных научных изданиях за последние 19 лет. Поиск статей осуществлялся по ключевым словам «сплонт-терапия», «головная боль» и «височно-нижнечелюстные расстройства». В ходе изучения теме исследования подошло 22 статьи. Статьям предъявлялись определенные требования: соответствие теме, актуальность, количество участников в исследовании больше или равно 20, статья не нарушает чьих-либо прав и не преследует коммерческих интересов. Из выбранных статей предъявленным требованиям соответствовали 7, однако данные, опубликованные в несоответствующих статьях, также были проанализированы и рассмотрены в обзоре.

#### Результаты и их обсуждение

По результатам изучения научных статей мы пришли к выводу, что сплонт-терапия может быть полезной для устранения мышечной боли, боли в ВНЧС, головной боли и затруднений жевания, а также для уменьшения суставных звуков и улучшения максимального открывания рта.

Так, например, Övül Kümbüloğlu, D.D.S., Ph.D.; Ahmet Saracoglu, D.D.S., Ph.D.; Pinar Bingöl, D.D.S.; Anil Hatipoğlu, D.D.S., Ph.D.; Mutlu Özcan, D.D.S., D.M.D., Ph.D. провели исследование, для которого были отобраны 40 пациентов, обратившихся с ДВНЧС, лечение которых заключалось в использовании сплонт-терапии. Участники исследования были распределены на две группы: первая группа — пациенты с проблемами, связанными с поражением жевательной мускулатуры (20); вторая группа — пациенты с проблемами, связанными с поражением ВНЧС (20). После лечения

с использованием каппы наблюдалось значительное уменьшение мышечной и головной боли, болей в ВНЧС и трудностей при жевании в обеих группах. Суставные шумы были определены у 18 пациентов второй группы до лечения, но после использования шины у двух пациентов они все еще сохранялись [8].

По аналитическим данным, представленным в статье J. Kostrzewa-Janicka, E. Mierzwinska-Nastalska, D. Rolski, and P. Szczyrek, в группу исследования вошли 43 таких пациента (38 женщин и 5 мужчин) в возрасте от 18 до 59 лет (средний возраст 32,7–9,4 года); за 2 месяца использования сплонта проявления головной и лицевой болей снизились у 45 и 77,5% пациентов соответственно. Через 6 месяцев от начала лечения результат имел тенденцию к улучшению показателей: головная боль снизилась у 61,76% пациентов, лицевые боли — у 85,3%. Также авторы утверждают, что уменьшилась не только частота головных и лицевых болей, но и снизилась их интенсивность [9].

Markus Troeltzsch, Karl Messlinger, Brian Brodine, Volker Gassling, Matthias Troeltzsch в своем исследовании изучили использование сплонт-терапии в комбинации с медикаментозным лечением. Было изучено 70 пациентов, которые были разделены на 3 группы лечения: группа А (30 пациентов): сплонт-терапия в комбинации с использованием анальгетиков и миорелаксантов, группа Б (10 пациентов): зубочелюстное протезирование, группа В (30 пациентов): пациенты, отказавшиеся от любого вида лечения, но давшие согласие на исследование. Лечение с использованием шин и лекарственных препаратов облегчило проявление головных болей у 26 пациентов, протезирование — у 8 пациентов. В группе В уменьшение головных болей отметили 10 пациентов. Полученные данные свидетельствуют о положительной тенденции использования окклюзионных шин, которое, однако, все еще является предметом научных исследований [22].

Использование сплонт-терапии зарекомендовало себя как эффективный метод лечения дисфункции ВНЧС. Так, по данным исследования, которое проводили И.Ю. Кострицкий, Е.В. Мокренко, В.Н. Федчишин, в течение 1,5–8 мес. у 23 пациентов нормализовались окклюзионные контакты, взаимоположение суставных элементов, их перестали беспокоить щелчки и хрусты в суставах [18]. Исследование Лисюковой Р.Н., Салеева Н.Р. также доказывают положительный эффект сплонт-терапии и снижение болевого синдрома в области жевательных мышц: у 93,3% (n = 14) пациентов, проходивших лечение на миорелаксационных каппах из прозрачного полиметилметакрилата с плоской окклюзионной поверхностью, отмечалось улучшение состояния, у 33,3% (n = 5) — значительное снижение боли, у 60% (n = 9) — абсолютное снижение болевой симптоматики, у 100% — снижение суммарного электропотенциала мышц [19].

При обзоре литературы было выявлено, что мнения о продолжительности лечения с использованием

сплент-терапии при дисфункции ВНЧС разнятся. Была изучена статья Лосева Ф.Ф., Старикова Н.А., Бабунашвили Г.Б., Рудакова А.М., Ватаевой А.А., которые провели исследование на базе клиники ФГБУ НМИЦ «ЦНИИС и ЧЛХ» Минздрава России. Ими был проведен анализ сведений медицинских карт с дополнительным обследованием пациентов с 2016 по 2022 гг., всего принимали участие 60 пациентов, из них 11 мужчин и 49 женщин. По результатам исследования, продолжительность лечения варьировала от 4 до 27 месяцев. У 19,3% этап шинотерапии длился 6 мес., у 49,1% — от 6 мес. до 1 года, у 29,8% — от 1 года до 1,5 года, у 1,8% — свыше 1,5 года, средний показатель лечения на окклюзионных шинах —  $10,5 \pm 5,3$  мес. Данные авторов позволяют сделать вывод, что в среднем лечение с использованием сплент-терапии составляет 1 год [21].

По мнению В.Э. Тихонова, А.В. Гуськова, А.А. Олейникова, Е.Н. Митиной, С.И. Калиновского, Н.В. Чиженковой, Д.С. Михеева, важную роль в лечении дисфункции ВНЧС занимает комплексная диагностика с определением этиологического фактора, способствующего развитию заболевания. Причина может локализоваться на любом из трех уровней: окклюзионном, мышечном, суставном. Вышеперечисленными авторами было проведено лечение 34 пациентов с диагностированной дисфункцией ВНЧС, с последующим их разделением на две группы по 17 человек.

Для 1-й группы пациентов был установлен круглосуточный режим ношения аппарата, для 2-й группы — 16-часовой режим ношения. Первичная стабилизация

нижней челюсти среди пациентов 1-й группы была достигнута через 1,5 месяца начала лечения, у пациентов 2-й группы — через 2–2,5 месяца. Спустя 6 месяцев все пациенты были удовлетворены проведенным лечением. По результатам этого исследования, сплент-терапия способствует снижению болевых ощущений в области ВНЧС и орофациальных болей в состоянии физиологического покоя [20].

### Заключение

Среди некоторых врачей-стоматологов и исследователей выражены сомнения относительно успеха применения шинотерапии в качестве основного метода реабилитации пациента с дисфункцией височно-нижнечелюстного комплекса, однако подобное отношение вызвано, в большей степени, относительной новизной представленного метода, нежели объективными результатами реабилитации пациентов с применением окклюзионных сплентов. Существует большое количество исследований, в которых описывается высокая эффективность данного типа реабилитации пациентов. Немаловажным фактом является то, что сплент-терапия может быть использована в качестве дополнительного метода в комплексной терапии головных болей, а также в качестве основного инструмента при лечении суставных и мышечных патологий и бруксизма.

Данная тема нуждается в дальнейшем изучении, так как имеет большой потенциал применения в реабилитации пациентов с мышечными расстройствами лицевой области и височно-нижнечелюстного сустава.

### Литература/References

1. Buescher J.J. Temporomandibular joint disorders // *Am Fam Physician*. – 2007;76(10):1477-1482. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18052012/>
2. Yin Y., He S., Xu J., You W., Li Q., Long J., Luo L., Kemp G.J., Sweeney J.A., Li F., Chen S., Gong Q. The neuro-pathophysiology of temporomandibular disorders-related pain: a systematic review of structural and functional MRI studies // *J Headache Pain*. – 2020;21(1):78. doi: 10.1186/s10194-020-01131-4.
3. Kang J.H. Effects on migraine, neck pain, and head and neck posture, of temporomandibular disorder treatment: Study of a retrospective cohort // *Arch Oral Biol*. – 2020;114:104718. doi: 10.1016/j.archoralbio.2020.104718.
4. Piancino M.G., Dalmasso P., Borello F., Cinnella P., Crincoli V., Garagiola U., de Biase C., Tonni I., Maticena G., Deregibus A. Thoracic-lumbar-sacral spine sagittal alignment and craniomandibular morphology in adolescents // *J Electromyogr Kinesiol*. – 2019;48:169-175. doi: 10.1016/j.jelekin.2019.07.016.
5. Хватова В.А., Чикунов С.О. Окклюзионные шины (современное состояние проблемы). Москва : Медицинская книга. 2010:56. [V.A. Khvatova, S.O. Chikunov. Occlusal splint (current state of the problem). Moscow : Medical Book. 2010:56. (In Russ.)]. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=19551528>
6. Ré J.P., Perez C., Darmouni L. et al. The occlusal splint therapy // *J. Stomat. Occ. Med*. – 2009;2:82-86. <https://doi.org/10.1007/s12548-009-0015-y>
7. Наумович С.А., Наумович С.С. Окклюзионные шины: виды и роль в комплексной терапии патологии височно-нижнечелюстного сустава. Современная стоматология (Минск). 2014;1:7-10. [S.A. Naumovich, S.S. Naumovich. Occlusal splints: types and role in the complex treatment of temporomandibular joint disorders. Modern dentistry (Minsk). 2014;1:7-10. (In Russ.)]. <https://cyberleninka.ru/article/n/okklyuzionnye-shiny-vidy-i-rol-v-kompleksnoy-terapii-patologii-visochno-nizhnечелюстного-sustava>
8. Kumbuloglu O., Saracoglu A., Bingöl P., Hatipoğlu A., Özcan M. Clinical study on the comparison of masticatory efficiency and jaw movement before and after temporomandibular disorder treatment // *Cranio*. – 2013;31(3):190-201. doi: 10.1179/crn.2013.030.
9. Kostorzewa-Janicka J., Mierzwinska-Nastalska E., Rolski D., Szczyrek P. Occlusal stabilization splint therapy in orofacial pain and tension-type headache // *Adv Exp Med Biol*. – 2013;788:181-188. doi: 10.1007/978-94-007-6627-3\_27.
10. Albagieh H., Alomran I., Binakresh A., Alhatarisha N., Almeteb M., Khalaf Y., Alqublan A., Alqahatany M. Occlusal splints-types and effectiveness in temporomandibular disorder management // *Saudi Dent J*. – 2023;35(1):70-79. doi: 10.1016/j.sdentj.2022.12.013.
11. Lomas J., Gurgenci T., Jackson C., Campbell D. Temporomandibular dysfunction // *Aust J Gen Pract*. – 2018;47(4):212-215. doi: 10.31128/AFP-10-17-4375.
12. Manfredini D., Piccotti F., Ferronato G., Guarda-Nardini L. Age peaks of different RDC/TMD diagnoses in a patient population // *J Dent*. – 2010;38(5):392-399. doi: 10.1016/j.jdent.2010.01.006.
13. Garstka A.A., Kozowska L., Kijak K., Brzózka M., Gronwald H., Skomro P., Lietz-Kijak D. Accurate Diagnosis and Treatment of Painful Temporomandibular Disorders: A Literature Review Supplemented by Own Clinical Experience // *Pain Res Manag*. – 2023;2023:1002235. doi: 10.1155/2023/1002235.
14. Fernandes A.C., Duarte Moura D.M., Da Silva L.G.D., De Almeida E.O., Barbosa G.A.S. Acupuncture in Temporomandibular Disorder Myofascial Pain Treatment: A Systematic Review // *J Oral Facial Pain Headache*. – 2017;31(3):225-232. doi: 10.11607/ofph.1719.
15. Bruno M.A.D., Krymchantowski A.V. Amitriptyline and intraoral devices for migraine prevention: a randomized comparative trial // *Arq Neuropsiquiatr*. – 2018;76(4):213-218. doi: 10.1590/0004-282x20180023.
16. Saha F.J., Pulla A., Ostermann T., Miller T., Dobos G., Cramer H. Effects of occlusal splint therapy in patients with migraine or tension-type headache and comorbid temporomandibular disorder: A randomized controlled trial // *Medicine (Baltimore)*. – 2019;98(33):e16805. doi: 10.1097/MD.00000000000016805.
17. Manríquez S.L., Robles K., Pareek K., Besharati A., Enciso R. Reduction of headache intensity and frequency with maxillary stabilization splint therapy in patients with temporomandibular disorders-headache comorbidity: a systematic review and meta-analysis // *J Dent Anesth Pain Med*. – 2021;21(3):183-205. doi: 10.17245/jdapm.2021.21.3.183.
18. Кострицкий И.Ю., Мокренко Е.В., Федчишин В.Н. Лечебно-диагностическая сплент-терапия у пациентов с дисфункцией ВНЧС. Инновационные технологии в практической стоматологии. Материалы X региональной научно-практической конференции, Иркутск, 19 декабря 2018 года. Иркутск : Иркутский научный центр хирургии и травматологии. 2018:147-149. [I.Y. Kostriцкий, E.V. Mokrenko, V.N. Fedchishin. Therapeutic and diagnostic splint therapy in patients with TMJ dysfunction. Innovative technologies in practical dentistry. Materials of the X regional scientific and practical conference, Irkutsk, December 19, 2018. Irkutsk: Irkutsk Scientific Center of Surgery and Traumatology. 2018:147-149. (In Russ.)]. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=36827463>
19. Лисюкова Р.Н., Салеев Н.Р. Эффективность сплент-терапии у пациентов с болевым синдромом. VII международный молодежный научный медицинский форум «белые цветы», посвященный 120-летию студенческого научного общества имени Ирины Андреевны студентской. Сборник статей по итогам конференции, Казань, 14 апреля – 16 апреля 2021 года. Казань : Казанский государственный медицинский университет. 2021:655-656. [R.N. Lisuykova, N.R. Saleev. The effectiveness of splint therapy in patients with pain syndrome. VIII International Youth Scientific Medical Forum «white flowers» dedicated to the 120th anniversary of the Irina Andreevna student'sova Student Scientific Society. A collection of articles on the results of the conference, Kazan, April 14 – 16, 2021. Kazan : Kazan State Medical University. 2021:655-656. (In Russ.)]. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=46699142>
20. Тихонов В.Э., Гуськов А.В., Олейников А.А., Митина Е.Н., Калиновский С.И., Чиженкова Н.В., Михеев Д.С. Сплент-терапия как отдельный подход в рамках комплексного лечения дисфункции височно-нижнечелюстного сустава с точки зрения физиологических понятий. Наука молодых (Eruditio Juvenium). 2021;9(3):447-456. [V.E. Tikhonov, A.V. Guskov, A.A. Oleynikov, E.N. Mitina, S.I. Kalinovskiy, N.V. Chizhenkova, D.S. Mikheyev. Splint therapy as a separate approach in the complex treatment of temporomandibular joint dysfunction from the point of view of physiological concepts. Science of the young (Eruditio Juvenium). 2021;9(3):447-456. (In Russ.)]. <https://doi.org/10.23888/HMJ202193447-456>
21. Лосев Ф.Ф., Стариков Н.А., Бабунашвили Г.Б., Рудаков А.М., Ватаева А.А. Продолжительность сплент-терапии у пациентов с синдромом болевой дисфункции височно-нижнечелюстного сустава. Стоматология. 2023;102(6.2):37-43. [F.F. Losev, N.A. Starikov, G.B. Babunashvili, A.M. Rudakov, A.A. Vataeva. Duration of splint therapy in patients with temporomandibular joint disorders. Dentistry. 2023;102(6.2):37-43. (In Russ.)]. DOI: 10.17116/stomat202310206237
22. Troeltzsch M., Messlinger K., Brodine V., Gassling V., Troeltzsch M. A comparison of conservative and invasive dental approaches in the treatment of tension-type headache // *Quintessence Int*. – 2014;45(9):795-802. doi: 10.3290/j.qi.a32245.

DOI: 10.18481/2077-7566-2024-20-1-23-28

УДК: 616.314–089.843:615.837.3

## СОВРЕМЕННЫЕ НАУЧНЫЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ О ФАКТОРАХ, ВЛИЯЮЩИХ НА УСПЕХ ДЕНТАЛЬНОЙ ИМПЛАНТАЦИИ

Серебряный С. В., Дымников А. Б.

*Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы, г. Москва, Россия*

### Аннотация

Для полноценной работы стоматолога-имплантолога, занимающегося восполнением зубных рядов с помощью дентальных имплантатов и опирающихся на них протезов, в современных реалиях избыточной вариативности имплантологических систем и супраструктур для них клиницисту необходимо разбираться в критериях, которым должны соответствовать различные элементы конструкций вне зависимости от того, является ли конструкция единичным зубом, мостовидным протезом или полным зубным рядом, восстановленным указанной выше конструкцией. В соответствии с современными научными понятиями, на долгосрочную выживаемость имплантатов и зубов, восстановленных с их помощью, влияют различные механические и биологические факторы, такие, как переключение платформ, вид соединения абатмента с телом имплантата, включая конус, его угол, внутренний или внешний многогранник, вид и форма резьбы, покрытие винта, фиксирующего супраструктуру к шахте дентального имплантата (ДИ), состояние мягких тканей и другие факторы, раскрывающиеся в настоящей статье. Статья будет полезна стоматологам, которые занимаются восполнением зубных рядов с помощью различных видов протезов с опорой на ДИ для ознакомления с современными тенденциями и научно доказанными фактами о различных элементах комплекса «имплантат — протез». Также статья будет полезна для выбора клиницистом имплантологической системы, отвечающей современным критериям надежности и эффективности среди множества вариаций, представленных на рынке медицинских изделий. Коллектив авторов рекомендует статью к ознакомлению студентам старших курсов и ординаторам, обучающимся на стоматологических факультетах медицинских вузов, для более глубокого понимания условий, которые в ближайшем будущем должны будут учитываться ими в практике стоматолога-ортопеда или стоматолога-хирурга.

**Ключевые слова:** *стоматология, зубной имплантат, зубной абатмент, конструкция зубного имплантата-абатмента, имплантология*

Авторы заявили об отсутствии конфликта интересов.

**Сергей Владимирович СЕРЕБРЯНЫЙ** ORCID ID 0009-0003-3739-0196

*аспирант кафедры челюстно-лицевой хирургии, Российский университет дружбы народов, г. Москва, Россия*

+7 (926) 9177536

*serebroserge@yandex.ru*

**Александр Борисович ДЫМНИКОВ** ORCID ID 0000-0001-8980-6235

*преподаватель кафедры челюстно-лицевой хирургии, Российский университет дружбы народов, г. Москва, Россия*

+7 (916) 4148978

*dymnikov\_ab@pfur.ru*

**Адрес для переписки: Сергей Владимирович СЕРЕБРЯНЫЙ**

*117198, Россия, г. Москва, ул. Миклухо-Маклая, 6 (кафедра челюстно-лицевой хирургии Российского университета дружбы народов)*

+7 (926) 9177536

*serebroserge@yandex.ru*

### Образец цитирования:

*Серебряный С. В., Дымников А. Б.*

**СОВРЕМЕННЫЕ НАУЧНЫЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ О ФАКТОРАХ, ВЛИЯЮЩИХ НА УСПЕХ ДЕНТАЛЬНОЙ ИМПЛАНТАЦИИ.** *Проблемы стоматологии.* 2024; 1: 23-28.

© Серебряный С. В. и др., 2024

DOI: 10.18481/2077-7566-2024-20-1-23-28

Поступила 01.02.2024. Принята к печати 23.02.2024

DOI: 10.18481/2077-7566-2024-20-1-23-28

## MODERN SCIENTIFIC CONCEPTIONS ABOUT THE FACTORS INFLUENCING THE SUCCESS OF DENTAL IMPLANTATION

Serebryanyy S.V., Dymnikov A.B.

*Peoples' Friendship University of Russia, Moscow, Russia*

### Annotation

For the full-fledged work of a dentist-implantologist working in the field of replenishment of dentition with the help of dental implants and prostheses based on them in the modern realities of excessive variability of implant systems and suprastructures for them, the clinician needs to understand the criteria that various structural elements must meet, regardless of whether the structure is a single tooth, a bridge, or a full dentition restored with the above structure. In accordance with modern scientific concepts, the long-term survival of implants and teeth restored with their help is influenced by various mechanical and biological factors, such as: switching platforms, the type of connection of the abutment to the implant body, including the cone, its angle, internal or external polyhedron, the type and shape of the thread, the coating of the screw fixing the superstructure to the shaft of the dental implant (DI), the condition of the soft tissues and other factors disclosed in this article. The article will be useful for dentists involved in the restoration of dentition using various types of prostheses based on DI to become familiar with modern trends and scientifically proven facts about various elements of the implant-prosthesis complex. The article will also be useful for the clinician to select an implantological system that meets modern criteria of reliability and efficiency among the many variations presented on the medical device market. The team of authors recommends that the article be read by senior students and residents studying at the dental faculties of medical universities for a deeper understanding of the conditions that in the near future they will have to take into account when following the path of an orthopedic dentist or dental surgeon.

**Keywords:** *dentistry, dental implant, dental abutment, dental implant-abutment designs, implantology*

The authors declare no conflict of interest.

**Sergey V. SEREBRYANYY** ORCID ID 0009-0003-3739-0196

*Graduate Student, Oral and Maxillofacial Surgery Department, Peoples' Friendship University of Russia, Moscow, Russia*

+7 (926) 9177536

*serebroserge@yandex.ru*

**Alexander B. DYMNIKOV** ORCID ID 0000-0001-8980-6235

*Lecturer, Oral and Maxillofacial Surgery Department, Peoples' Friendship University of Russia, Moscow, Russia*

+7 (916) 4148978

*dymnikov\_ab@pfur.ru*

**Correspondence address: Sergey V. SEREBRYANYY**

*6 Miklukho-Maklaya St., Moscow, 117198, Russia (Oral and Maxillofacial Surgery Department, Peoples' Friendship University of Russia)*

+7 (926) 9177536

*serebroserge@yandex.ru*

### For citation:

*Serebryanyy S.V., Dymnikov A.B.*

*MODERN SCIENTIFIC CONCEPTIONS ABOUT THE FACTORS INFLUENCING THE SUCCESS OF DENTAL IMPLANTATION. Actual problems in dentistry. 2024; 1: 23-28. (In Russ.)*

© Serebryanyy S.V. et al., 2024

DOI: 10.18481/2077-7566-2024-20-1-23-28

Received 01.02.2024. Accepted 23.02.2024

## Introduction

A dental implant is an artificial structure used for insertion into the bone tissue of the jaw, followed by osseointegration to support an orthopedic dental structure [23].

At the present stage of development, screw endosseous implants made of titanium with a rough and/or microporous surface are considered the most rational and also the most frequently used [6, 50, 63, 65].

This article will discuss various factors associated with the mechanical capabilities of implant designs, which the authors include: the expected location of the implant platform, the length of the intraosseous part of the DI, its thread, the presence of platform switching, the type of connection between the implant and the abutment and the type of fixation of the prosthesis to the abutment.

The article also discusses biological and bio-social factors, the influence of which may be of interest to readers of this article, such as the anatomy of soft tissues in the area of the implant neck, hygiene and the increased frequency of tooth closure. The last two factors, of course, do not fully depend on the dentist, but the specialist should take them into account when planning treatment.

## Aim

To introduce the reader to the main factors influencing the long-term survival of dental implant-supported restorations.

## Materials and Methods

The article was prepared based on 70 articles published on Pubmed.

### Implant immersion

Currently, there are implants on the market with the intended location of the implant platform at the bone level and at the soft tissue level. Currently, research suggests that there is no clear clinical difference in the rates of marginal bone loss around transgingival and full immersion implants [14, 15, 45], which allows the clinician not to limit himself to choosing only one option for the relationship between the implant edge and the gingival/bone edge.

### Short implants

The use of short and ultra-short implants to restore the dentition in edentulous patients is relevant [3, 41]. Installation of implants with a shortened length allows one to avoid complex osteoplastic operations [22, 46], minimizing the traumatic nature of the operation and allowing the installation of implants in patients with contraindications to complex reconstructive interventions, which indicates the possibility of using a wide range of sizes of DI to replace dental defects rows.

### Implant thread

According to available data, the load distribution is also influenced by the shape of the thread, for example, Liu Fan et al. determined that trapezoidal (V-shaped) threads distribute the load on the bone more favorably than reverse buttress threads [40]. Arabbeiki et al., in a large study to determine the most favorable thread configurations,

also determined that V-shaped threads were the most preferred [7]. According to the available data, a clear influence of the implant thread shape on subsequent osseointegration can be determined [28, 36]. In view of the findings of the various above works, an implant system with a V-shaped or trapezoidal thread should be selected.

### Platform switch

The concept of platform switching (PS) emerged some time ago. This concept, currently used by a significant number of both Russian and foreign manufacturers of dental implants (Konmet, Liko-M, Bicon, BioHorizons, Dentium, Megagen, Nobel Boicare, Straumann, etc.) It represents a discrepancy between the dimensions of the abutment and the diameter of the implant, As a result, a step or ledge is formed on the coronal part of the DI body, like the stump of a tooth ground for a crown. In this concept, the diameter of the part of the abutment adjacent to the DI should be less than the diameter of the implant neck. The use of PP reduces the load on the marginal bone due to a more favorable distribution of forces acting on the wall of the DI, while, when using narrower abutments, load transfer is more favorable [18]. It is also known that the body of a DI with PS when exposed to a load is deformed to a lesser extent, however, at the same time, giving less fracture strength [20].

According to a study by Kocak-Oztug et al, biochemical protein parameters for bone surrounding DI with and without PS are different: MCP-1 (Monocyte Chemoattractant Protein 1, a major factor in monocyte trafficking) was higher in implants without platform switching than in DI with PP. The RANKL/OPG ratio (Tumor necrosis factor, which has a positive effect on osteoclastic intraosseous activity to a factor that inhibits osteoclast activity) also differed, indicating less tissue resorption in areas adjacent to the surface of the structure [34]. Clinical studies confirm higher rates of preservation of bone crest tissue, as well as a smaller depth of probing of the soft tissue pocket around the DI with PS compared to DI without PS [31, 52, 68], from which we can conclude that the choice of an implant with PS is more rational, provided that the design planning implies sufficient strength to resist a load that can fracture the neck of the implant.

### Type of connection between implant and abutment

The method of connecting (screwing or wedging in the case of implant systems with a Morse taper without a screw) the abutment to the implant body plays an important role in the distribution of load, the likelihood and type of complications. Currently, the most common types of joints are: planar connection with internal hexagon, external hexagon, conical connection with and without anti-rotation hooks [13]. Implants with an internal conical connection without a polyhedron are more difficult to operate and are 17 times less stable; their screws are much more likely to break [37], which should discourage the clinician from choosing this component. A planar design with an externally protruding hexagon can also be considered obsolete, since, although their survival rates are similar to those with other types of connections, in terms of bone loss and the load on the threaded connection and screw

they are inferior to implants with internal connections [17, 33, 39, 67]. When choosing a connection with an internal polyhedron, preference should be given to subtypes with the presence of a cone, as this eliminates microleakage and reduces bone loss [42, 57].

Mendes et al. in an initial study, they determined that the type of connection determines which area of the implant will deform and showed that with an external connection, titanium wear occurs along the periphery of the supporting plane, and with a tapered connection, deformation occurs in the area adjacent to the entire internal bevel [44]. The Morse taper is such a small angle of articulation that when the superstructure is seated in the abutment, it is wedged in like a cold weld; often such systems do not require a fixing screw. Research suggests that it is effective even for the restoration of single molars [10, 56, 69]. However, larger connection angles (as measured between the vertical axis of the DI and the internal slope of the surface) from 12 to 45 showed a consistent reduction in screw load and a more uniform load transfer to the entire body of the DI, which should have a beneficial effect on the quality of the surrounding bone mass [35], which may indicate a certain parity when comparing the advantages and disadvantages of implants between implants with a Morse taper and cones with large angles.

However, Bittencourt et al showed that in a three-unit prosthesis fixed to two DIs, both the type of connection and the method of fixation of the crowns did not significantly affect the stress in the structure [12]. Further studies on extended defects are probably needed. Todd R Schoenbaum et al, in a large systematic review of the literature, using 45,000 CIs, showed that mean bone loss for external hex implants varied little with internal cone implants of less than 22.5°, and bone loss for transmucosal implants was similar to internal cone implants with a wall slope of more than 22.5° and was lower [60], which may also indicate the leveling of the difference between the structural features of implants when used in bridges in comparison with single teeth.

From the point of view of wear of the implant-abutment connection, the most preferred abutment material is titanium, since it causes less damage to the articulation sites in the form of microscratches and rounding of the corners of the polyhedrons of the DI body [30]. In terms of strength, even PEEK abutments showed greater wear resistance than zirconia abutments, but less than titanium, and Jordi Ortega-Martínez et al showed that all PEEK abutments exhibited microleakage from the implant shaft after cyclic loading [49]. The gap sizes for polyetheretherketone were higher than those for zirconium, which, in turn, exceeded the figures corresponding to titanium. Probably, the above should motivate the clinician to abandon all-zirconia abutments in favor of other materials.

#### **Type of fixation of the prosthesis to the abutment**

Regarding the type of fixation of the prosthesis to the abutment, which can be either screw or cement. Screw fixation has some advantages over cement, such as eliminating the possibility of cement peri-implantitis and the ability to

remove the superstructure without the need to deform it if necessary, but its use is not always possible due to the inclination of the alveolar processes, which requires the use of adhesive or cement fixation for excluding the exit of the screw shaft onto the vestibular surface or the area of the vestibular tubercle [51]. A study by Dena Ali showed that the levels of pro-inflammatory interleukin 1 beta and suPAR protein, which can be used to judge immune activity, were within normal limits in both types of fixation, which suggests that the presence of cement does not provoke an immune response [4]. Current research suggests that the accuracy and effectiveness of cement and screw fixation are not significantly different, so the clinician should choose the type of prosthesis fixation based on the clinical situation, taking into account that the use of cement fixation can reduce the number of corrections and shorten the appointment time, which may be important for some patients [55]. So at the moment, cement fixation when using individual abutments and screw fixation can have parity and be used according to indications in various clinical situations.

In the context of the type of fixation of the prosthesis to the body of the DI, it is worth mentioning the qualitative composition of the screws. Thus, gold screws showed better preload retention compared to titanium [61], being less likely to unscrew, but more often causing such a serious complication as screw fracture [70], which may alert the clinician before choosing gold screws. It has also been shown that anodizing the surface of screws (and/or internal threads) with titanium improved the preload value [53]; Also, the quantitative value of microdeformations was positively affected by gold plating of screws, reducing damage, which was shown on microcomputed tomography [11]. One thing to know about carbon-coated screws is that they are greatly influenced by the tightening method and the most preferable is a three-stage tightening, which is two repeated tightenings to the required force after the initial tightening [5]. In summary, many types of treatments for implant screw coatings can be considered effective for increasing preload force. Don't forget about the deformation of the screws. It has been shown that the hexagonal hole of the screwdriver is less deformed than the star-shaped one [21], and the screws themselves must be changed, regardless of the type of structure and number of implants, after 5 years of loading [64], and, of course, after use in the dental laboratory [58], where they can be significantly worn due to repeated cycles of fixation and unscrewing during work on the prosthesis.

It is worth noting that various biological and medical liquids/solutions can have different effects on the force of unscrewing the abutment screw, for example, blood in the implant shaft reduces the force of unscrewing by 12%, an oil solution of tetracycline reduced the detorc value more significantly than chlohexidine gel. Artificial saliva had a positive effect on preload, resistance to loosening of screws and their mechanical wear [2, 48].

Based on the above data, coated hex screws are the most reliable, with the main coatings on the market (gold plating, carbon plating, anodizing) having an advantage over

uncoated all-metal screws. You should also stop using disinfecting gels to reduce the likelihood of the abutment screw unscrewing, unless there is a direct indication for this.

### Soft tissue

For the long-term functioning of a dentofacial prosthesis supported by an implant, it is also necessary to take into account the qualitative condition of the soft tissues surrounding the implant. According to studies, the implant must be surrounded by at least 2 millimeters of immobile keratinized epithelium to prevent displacement and absorption of biological fluids (saliva, food bolus) into the gingival sulcus of the implant [1, 19, 24]. According to modern data, the health of soft tissues is also influenced by the profile of tooth eruption. Moreover, protrusion angles up to 30% did not have a negative effect on the development of mucositis and peri-implantitis, but further clinical studies are currently required [8].

To maintain the stability of soft tissues, especially in the aesthetically significant area, there is the “One abutment, forever” concept. The technique involves refusing to install a gum former in the patient, replacing it immediately with a permanent abutment, which is initially covered with a temporary one, and then, if necessary, being corrected in the oral cavity, with a permanent crown. The concept allows to reduce the number of procedures associated with unscrewing the superstructure from the implant, minimizing the expected microtrauma to the soft tissues in direct contact with the abutment, which should reduce recession of the gingival margin zenith [27, 29, 32, 54]. Abutment material does not appear to play a role, as Frédéric Dethier et al. in their study showed that biological width histology was indistinguishable for titanium, zirconia, polymethyl methacrylate and veneering ceramic abutments [16].

In view of the above, the clinician can be recommended to compulsorily recreate a layer of keratinized gum around the profile of the implant’s abutment eruption profile with angles of appearance no higher than 30°. Also, if possible, one should not ignore the concept of “one abutment, forever”, if the clinical situation allows it.

### Hygiene

Another important factor is the possibility of self hygiene. Any structure in the oral cavity must be designed in such a way

as to ensure that the patient can independently clean the dentures from food particles and soft plaque. Accordingly, on a fixed denture or on a fixed part of a denture (if the removable denture is supposed to be fixed to a beam fixed to implants), there should be no undercuts adjacent to the oral mucosa, that is, the part adjacent to the patient’s soft tissues should be straight or convex in side of the prosthesis bed [26, 59].

Patients are recommended to use an oral irrigator to improve the quality of rinsing interdental spaces, periodontal grooves and other areas that are difficult to clean, which is confirmed by studies of hygiene indices, such as S. Tütüncüoğlu and his work 2021 [66].

### Bruxism

We should not forget about such a condition of patients as bruxism. Bruxism, a patient’s condition characterized by an increased frequency of teeth clenching and/or grinding, can often be characterized by fixation or thrusting of the mandible (day and/or night) [38]. The modern approach proposes to transfer this condition from the category of pathological and consider it as a form of chewing activity. It is also believed that occlusal interventions do not affect the development of the condition [43]. Due to the increased frequency or force of tooth closure, the condition is a significant factor in dental rehabilitation planning as it increases the load on all dental prosthetic structures [62]. A clear correlation has now been found between the risk of complications of implant treatment in patients with bruxism compared to patients without it [25]. Based on the articles of A.M. Atlas and Gad H. Naguib [9, 47], we can conclude that a larger number of implants are installed and their diameter is increased in patients with bruxism.

### Conclusion

Currently, various implantation systems can offer a large number of variations in implant structure. A dental surgeon and orthopedic dentist need to know about the features of the systems being sold in order to select the most suitable ones in each individual clinical case. The clinician also needs to understand the patient’s individual characteristics that influence the treatment plan, such as bruxism, the patient’s ability to maintain oral hygiene, and the condition of the soft tissues. Knowledge of the above will allow you to create the most long-lasting structures.

### Литература/References

1. Ramanaukaitė A., Schwarz F., Sader R. Influence of width of keratinized tissue on the prevalence of peri-implant diseases: A systematic review and meta-analysis // *Clinical oral implants research*. — 2022;33(23). <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35763022/>
2. Adawi H.A. Effects of Blood Contamination and Decontamination Protocol on Reverse Torque Value of Abutment Screws in Dental Implants: An In Vitro Study // *Biomimetics (Basel, Switzerland)*. — 2023;8(2):157. doi: 10.3390/biomimetics8020157.
3. Ala L.A.B., Nogueira T.E., Leles C.R. One-year prospective study on single short (7-mm) implant overdentures in patients with severely resorbed mandibles // *Clinical Oral Implants Research*. — 2022;33(3):291–301. doi: 10.1111/clr.13887.
4. Ali D. Levels of interleukin 1-beta and soluble urokinase plasminogen activation factor in peri-implant sulcular fluid of cement — and screw-retained dental implants // *Quintessence International (Berlin, Germany)*. 1985). — 2023;54(6):452–458. doi: 10.3290/j.qi.b3877567.
5. Alnasser A.H. Effect of implant abutment screw materials and tightening protocols on reverse tightening values: An in vitro study // *The Journal of Prosthetic Dentistry*. — 2023;S0022-3913(23)00368-2. doi: 10.1016/j.prosdent.2023.05.018.
6. Aneksomboonpol P. Surface structure characteristics of dental implants and their potential changes following installation: a literature review // *Journal of the Korean Association of Oral and Maxillofacial Surgeons*. — 2023;49(3):114–124. doi: 10.5125/jkaoms.2023.49.3.114.
7. Arabbeiki M., Niroomand M.R., Rouhi G. Improving dental implant stability by optimizing thread design: Simultaneous application of finite element method and data mining approach // *The Journal of Prosthetic Dentistry*. — 2023;130(4):602.e1–602.e11. doi: 10.1016/j.prosdent.2023.06.034.
8. Atieh M.A. Influence of implant restorative emergence angle and contour on peri-implant marginal bone loss: A systematic review and meta-analysis // *Clinical Implant Dentistry and Related Research*. — 2023;25(5):840–852. doi: 10.1111/cid.13214.
9. Atlas A.M., Behrooz E., Barzilay I. Can bite-force measurement play a role in dental treatment planning, clinical trials, and survival outcomes? A literature review and clinical recommendations // *Quintessence International*. — 2022;53(7):632–642. doi: 10.3290/j.qi.b3044939.
10. Bagegni A. The Mechanical Behavior of a Screwless Morse Taper Implant-Abutment Connection: An In Vitro Study // *Materials (Basel, Switzerland)*. — 2022;15:3381. DOI: 10.3390/ma15093381
11. Batista R. et al. Deformation of implant retaining screws-Study with stereoscopic microscopy and microCT // *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry: Official Publication of the American Academy of Esthetic Dentistry*. — 2022;34(8):1147–1155. DOI: 10.1111/jerd.12959
12. Bittencourt A.-B.-C. Stress distribution of multiple implant-supported prostheses: Photoelastic and strain gauge analyses of external hexagon and morse taper connections // *Journal of Clinical and Experimental Dentistry*. — 2022;14:e235–e240. DOI: 10.4317/jced.59288
13. Block M.S. Evidence-Based Criteria for an Ideal Abutment Implant Connection-A Narrative Review // *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery: Official Journal of the American Association of Oral and Maxillofacial Surgeons*. — 2022;80(10):1670–1675. DOI: 10.1016/j.joms.2022.07.002
14. Canullo L. Tissue-level versus bone-level single implants in the anterior area rehabilitated with feather-edge crowns on conical implant abutments: An up to 5-year retrospective study // *The Journal of Prosthetic Dentistry*. — 2022;128(5):936–941. DOI: 10.1016/j.prosdent.2021.01.031

15. Cao W.-Y. Effects of two implant systems on peri-implant soft tissue // *Shanghai Journal of Stomatology*. — 2022;31(3):305–308. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36204962/>
16. Dethier F. The Effects of Abutment Materials on Peri-Implant Soft Tissue Integration: A Study in Minipigs // *Journal of Prosthodontics: Official Journal of the American College of Prosthodontists*. — 2022;31:585–592. DOI: 10.1111/jopr.13504
17. D'Orto B. Marginal Bone Loss Compared in Internal and External Implant Connections: Retrospective Clinical Study at 6-Years Follow-Up // *Biomedicine*. — 2023;11(4):1128. DOI: 10.3390/biomedicines11041128
18. Esfahanian V. Effect of Different Implant-Abutment Mismatches on Stress Distribution: A 3-Dimensional Finite Element Study // *The Journal of Oral Implantology*. — 2022;48(5):370–374. DOI: 10.1563/aaid-joi-D-21-00271
19. Felice P. Influence of Keratinized Tissue on Short Dental Implants: A Parallel Cohort Retrospective Study on 217 Implants with a Mean Follow-up of 4.1 Years // *The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*. — 2023;38(3):462–467. DOI: 10.11607/jomi.9918
20. Gehrke S.A., Dedavid B.A., Prados-Frutos J.C. Effects of different switched or not-switched implant and abutment platform designs and marginal bone loss on fracture strength: An in vitro study // *The Journal of Prosthetic Dentistry*. — 2022;128(1):55–62. DOI: 10.1016/j.prosdent.2020.11.038
21. Ghaffari T. Evaluation of implant abutment screw head deformation in hexagonal and star designs after successive tightening and loosening // *Journal of Advanced Periodontology & Implant Dentistry*. — 2023;15(1):60–63. DOI: 10.34172/japid.2023.001
22. Grunau Ö., Terheyden H. Lateral augmentation of the sinus floor followed by regular implants versus short implants in the vertically deficient posterior maxilla: a systematic review and timewise meta-analysis of randomized studies // *International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*. — 2023;52(7):813–824. DOI: 10.1016/j.ijom.2022.11.015
23. Gupta R., Gupta N., Weber D.D.S. Dental Implants. StatPearls. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing. 2023. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29262027/>
24. Gurbuz E., Ceylan E., Yurttas M. Evaluation of the significance of keratinized mucosa on peri-implant tissue health: a prospective clinical trial // *Australian Dental Journal*. — 2023;68(2):105–112. DOI: 10.1111/adj.12955
25. Häggman-Henrikson B. Bruxism and dental implants: A systematic review and meta-analysis // *Journal of Oral Rehabilitation*. — 2023. DOI: 10.1111/joor.13567
26. Hamilton A. Implant prosthodontic design as a predisposing or precipitating factor for peri-implant disease: A review // *Clinical Implant Dentistry and Related Research*. — 2023;25(4):710–722. DOI: 10.1111/cid.13183
27. Hanozin B. Digital vs. conventional workflow for one-abutment one-time immediate restoration in the esthetic zone: a randomized controlled trial // *International Journal of Implant Dentistry*. — 2022;8(1):7. DOI: 10.1186/s40729-022-00406-6
28. Heimes D. How does dental implant macrogeometry affect primary implant stability? A narrative review // *International Journal of Implant Dentistry*. — 2023;9(1):20. DOI: 10.1186/s40729-023-00485-z
29. Hernández A.E. Assessment of Surgical and Radiographic Parameters for Abutment Height Selection: A Prospective Study with 1-Year Follow-up // *The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*. — 2022;37(5):1037–1043. DOI: 10.11607/jomi.9446
30. Holanda Cavalcanti Pereira A.K. de. Mechanical behavior of titanium and zirconia abutments at the implant-abutment interface: A systematic review // *The Journal of Prosthetic Dentistry*. — 2022;S0022-3913(22)00050-6. DOI: 10.1016/j.prosdent.2022.01.006
31. Juan-Montesinos A. Comparative Study by Systematic Review and Meta-Analysis of the Peri-Implant Effect of Two Types of Platforms: Platform-Switching versus Conventional Platforms // *Journal of Clinical Medicine*. — 2022;11(6):1743. DOI: 10.3390/jcm11061743
32. Kang Y. One-Abutment at One-Time in Posterior Edentulism: A Systematic Review and Meta-Analysis // *The Journal of Craniofacial Surgery*. — 2023. DOI: 10.1097/SCS.00000000000009428
33. Kim Y.-M. Long-term effect of implant-abutment connection type on marginal bone loss and survival of dental implants // *Journal of Periodontal & Implant Science*. — 2022;52(6):496–508. DOI: 10.5051/jpis.2200960048
34. Kocak-Oztug N.A. Analysis of Biomarkers and Marginal Bone Loss in Platform-Switched and Nonplatform-Switched Implants: A Randomized Clinical Trial // *BioMed Research International*. — 2022;2022:2603287. DOI: 10.1155/2022/2603287
35. Körtvélyessy G. Different Conical Angle Connection of Implant and Abutment Behavior: A Static and Dynamic Load Test and Finite Element Analysis Study // *Materials (Basel, Switzerland)*. — 2023;16(5):1988. DOI: 10.3390/ma16051988
36. Kreve S. Relationship between dental implant macro-design and osseointegration: a systematic review // *Oral and Maxillofacial Surgery*. — 2022. DOI: 10.1007/s10006-022-01116-4
37. Kwan J.C., Kwan N. The Effects of a Vertical Compressive Cyclic Load on Abutment Screws and the Stability of the Prosthesis in Nonengaging and Partially Engaging Abutments in a Screw-Retained Splinted Fixed Dental Prosthesis // *The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*. — 2022;37(3):571–578. DOI: 10.11607/jomi.9542
38. Lal S.J., Weber D.D.S. Bruxism Management StatPearls. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing. 2023. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29494073/>
39. Lemos C.A.A. Biomechanical Evaluation of Different Implant-Abutment Connections, Retention Systems, and Restorative Materials in the Implant-Supported Single Crowns Using 3D Finite Element Analysis // *The Journal of Oral Implantology*. — 2022;48(3):194–201. DOI: 10.1563/aaid-joi-D-20-00328
40. Liu F. Biomechanical influence of thread form on stress distribution over short implants ( $\leq 6$  mm) using finite element analysis // *Biomedizinische Technik. Biomedical Engineering*. — 2022;67(1):53–60. DOI: 10.1515/bmt-2020-0215
41. Lombardo G. Short and ultra-short ( $< 6$ -mm) locking-taper implants supporting single crowns in posterior areas (part II): A 5-year retrospective study on periodontally healthy patients and patients with a history of periodontitis // *Clinical Implant Dentistry and Related Research*. — 2022;24(4):455–467. DOI: 10.1111/cid.13103
42. Lorusso F. Microleakage and mechanical behavior of conical vs. internal hexagon implant-abutment connection under a cyclic load fatigue test // *European Review for Medical and Pharmacological Sciences*. — 2023;27(3):122–127. DOI: 10.26355/eurrev\_202304\_31329
43. Manfredini D., Ahlberg J., Lobbzeoo F. Bruxism definition: Past, present, and future — What should a prosthodontist know? // *The Journal of Prosthetic Dentistry*. — 2022;128(5):905–912. DOI: 10.1016/j.prosdent.2021.01.026
44. Mendes T.A. Wear of Titanium Implant Platforms with Different Abutment Connections and Abutment Materials: A Pilot Study // *Journal of Functional Biomaterials*. — 2023;14(4):178. DOI: 10.3390/jfb14040178
45. Menini M. Comparison of Bone-Level and Tissue-Level Implants: A Pilot Study with a Histologic Analysis and a 4-Year Follow-up // *The International Journal of Periodontics & Restorative Dentistry*. — 2022;42(4):535–543. DOI: 10.11607/prd.4990
46. Mester A. Short Implants versus Standard Implants and Sinus Floor Elevation in Atrophic Posterior Maxilla: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Clinical Trials with  $\geq 5$  Years' Follow-Up // *Journal of Personalized Medicine*. — 2023;13(2):169. DOI: 10.3390/jpm13020169
47. Naguib G.H. The Effect of Implant Length and Diameter on Stress Distribution of Tooth-Implant and Implant Supported Fixed Prostheses: An In Vitro Finite Element Analysis Study // *The Journal of Oral Implantology*. — 2023;49(1):46–54. DOI: 10.1563/aaid-joi-D-21-00023
48. Nourizadeh A. Comparison of reverse torque values of abutment screws with the application of oil-based and water-based antibacterial agents // *Journal of Dental Research, Dental Clinics, Dental Prospects*. — 2022;16(4):238–242. DOI: 10.34172/joddd.2022.038
49. Ortega-Martinez J. In vitro assessment of PEEK and titanium implant abutments: Screw loosening and microleakage evaluations under dynamic mechanical testing // *The Journal of Prosthetic Dentistry*. — 2022;127(3):470–476. DOI: 10.1016/j.prosdent.2020.09.033
50. Ozkan A. Dental Implants and Implant Coatings: A Focus on Their Toxicity and Safety // *Journal of Environmental Pathology, Toxicology and Oncology: Official Organ of the International Society for Environmental Toxicology and Cancer*. — 2023;42(2):31–48. DOI: 10.1615/EnvironPatholToxicolOncol.2022043467
51. Park D.-U. Screw-and-cement-retained prosthesis versus cement-retained prosthesis: Which is more appropriate for the upper premolar area? // *Journal of Dental Sciences*. — 2022;17(4):1553–1558. DOI: 10.1016/j.jds.2022.04.011
52. Raj H.K. Evaluation of Immediately Loaded Parallel Conical Connection Implants with Platform Switch in the Maxillary Esthetic Zone: A Prospective Clinical Study // *The Journal of Contemporary Dental Practice*. — 2022;23(4):405–414. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35945833/>
53. Rathe F. Influence of Anodizing Stages on the Preload Force of Implant-Abutment Screws and Their Benefits Regarding the Concept of Immediate Implant Placement-An In Vitro Study // *Materials (Basel, Switzerland)*. — 2022;15(3):776. DOI: 10.3390/ma15030776
54. Reis I.N.R.D. Influence of supracrestal tissue height on peri-implant hard and soft tissues of single implants placed in the esthetic area using the one abutment-one time approach: a 1-year prospective interventional study // *Quintessence International (Berlin, Germany)*. 1985. — 2023;54(7):536–547. DOI: 10.3290/j.qi.b4009377
55. Ren S. Crown Accuracy and Time Efficiency of Cement-Retained Implant-Supported Restorations in a Complete Digital Workflow: A Randomized Control Trial // *Journal of Prosthodontics: Official Journal of the American College of Prosthodontists*. — 2022;31(5):405–411. DOI: 10.1111/jopr.13447
56. Ribeiro M.C. de O. Implant-supported crowns with locking taper implant-abutment connection: A systematic review and meta-analysis // *The Journal of Prosthetic Dentistry*. — 2022;S0022-3913(22)00379-1. DOI: 10.1016/j.prosdent.2022.06.005
57. Rodrigues V.V.M. Is the clinical performance of internal conical connection better than internal non-conical connection for implant-supported restorations? A systematic review with meta-analysis of randomized controlled trials // *Journal of Prosthodontics: Official Journal of the American College of Prosthodontists*. — 2023;32(5):382–391. DOI: 10.1111/jopr.13655
58. Sagheb K. Preload and friction in an implant-abutment-screw complex including a carbon-coated titanium alloy abutment screw: an in vitro study // *International Journal of Implant Dentistry*. — 2023;9(1):8. DOI: 10.1186/s40729-023-00473-3
59. Saleh M.H. The Prosthetic-Biologic Connection and Its Influence on Peri-implant Health: An Overview of the Current Evidence // *The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*. — 2022;37(4):690–699. DOI: 10.11607/jomi.9523
60. Schoenbaum T.R. Implant-Abutment Connections and Their Effect on Implant Survival Rates and Changes in Marginal Bone Levels ( $\Delta$ ): A Systematic Review and Meta-Analysis of 45,347 Oral Implants // *The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*. — 2023;38:37–45. DOI: 10.11607/jomi.10411
61. Selvamani N. In Vitro Comparison of Loss of Torque between Gold and Titanium Alloy Abutment Screws in Dental Implants without Any Cyclic Loads // *The Journal of Contemporary Dental Practice*. — 2022;23(8):801–806. DOI: 10.5005/jp-journals-10024-3388
62. Sezer T., Kilic K., Esim E. Effect of Implant Diameter and Bruxism on Biomechanical Performance in Maxillary All-on-4 Treatment: A 3D Finite Element Analysis // *The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*. — 2022;37(4):709–721. DOI: 10.11607/jomi.9419
63. Silva R.C.S. Titanium Dental Implants: An Overview of Applied Nanobiotechnology to Improve Biocompatibility and Prevent Infections // *Materials (Basel, Switzerland)*. — 2022;15(9):3150. DOI: 10.3390/ma15093150
64. Singh M. Evaluation of physical changes due to simulated loading on prosthetic screw supporting 4- and 6-unit implant prosthesis: An in vitro study // *Journal of Indian Prosthodontic Society*. — 2022;22(4):389–397. DOI: 10.4103/jips.jips\_48\_22
65. Sivaswamy V., Bahl V. Surface Modifications of Commercial Dental Implant Systems: An Overview // *Journal of Long-Term Effects of Medical Implants*. — 2023;33(2):71–77. DOI: 10.1615/JLongTermEffMedImplants.2022042612
66. Tütüncüoğlu S. Clinical and biochemical evaluation of oral irrigation in patients with peri-implant mucositis: a randomized clinical trial // *Clinical Oral Investigations*. — 2022;26(1):659–671. DOI: 10.1007/s00784-021-04044-x
67. Verma V., Hazari P., Verma P. Biomechanical efficiency of different implant-abutment connection: a systematic review of studies using photoelastic stress analysis // *Evidence-Based Dentistry*. — 2023;24(2):92. DOI: 10.1038/s41432-023-00884-6
68. Vigolo P. Influence of Platform-Switched Restoration on Bone Resorption in Patients Treated with Wide-Diameter, External-Hex-Connection Dental Implants: A 10-Year Follow-up Study // *The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*. — 2023;38(1):46–52. DOI: 10.11607/jomi.9744
69. Yang F. Abutment mechanical complications of a Morse taper connection implant system: A 1- to 9-year retrospective study // *Clinical Implant Dentistry and Related Research*. — 2022;24(5):683–695. DOI: 10.1111/cid.13115
70. Yi Y. Mechanical complications of implant-supported restorations with internal conical connection implants: A 14-year retrospective study // *The Journal of Prosthetic Dentistry*. — 2023;129(5):732–740. DOI: 10.1016/j.prosdent.2021.06.053

DOI: 10.18481/2077-7566-2024-20-1-29-34

УДК: 617.52 (075.8)

## ПРОЦЕССЫ РЕГЕНЕРАЦИИ КОСТНОЙ ТКАНИ ПРИ ПЕРЕЛОМАХ НИЖНЕЙ ЧЕЛЮСТИ

Солтанов С. С.<sup>1</sup>, Гибадуллина Г. С.<sup>1</sup>, Ксембаев С. С.<sup>1</sup>, Иванов О. А.<sup>1,2</sup>, Торгашова О. Е.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Казанский государственный медицинский университет, г. Казань, Россия

<sup>2</sup> Городская клиническая больница № 7 им. М. Н. Садыкова, г. Казань, Россия

### Аннотация

**Предмет.** Представлен обзор литературы, посвященный актуальной проблеме челюстно-лицевой хирургии — процессам регенерации костной ткани при переломах нижней челюсти.

**Цель исследования** — изучить и проанализировать материалы публикаций о процессах регенерации костной ткани при переломах нижней челюсти.

**Методология.** Изучены публикации отечественных и иностранных авторов, посвященные процессам регенерации костной ткани при переломах нижней челюсти. Проведен анализ публикаций с использованием научных поисковых библиотечных баз данных: PubMed Central, Google, Cyberleninka, eLibrary. Отбор материалов осуществлялся по ключевым словам. В поиск включались полнотекстовые статьи.

**Результаты.** В отечественной и зарубежной литературе подробно изучены и описаны процессы восстановления костных структур челюстно-лицевой области как реакция организма на повреждение. Установлено, что при этом одновременно запускаются два процесса: резорбция поврежденных остеоцитов и образование остеоидной ткани, один из которых в определенный момент может быть преобладающим.

**Выводы.** В настоящей статье представлены современные данные по ключевым моментам регенерации костной ткани в области нижней челюсти. На клеточном уровне описаны все этапы репаративного процесса в костной ткани, подробно, с учетом этапа остеогенеза, представлены сведения о основных механизмах, путях и типах клеток, участвующих в восстановлении костной ткани.

Знание закономерностей биологических процессов в зоне регенерации костной ткани позволяет вести научный поиск и разработку эффективных методов лечения переломов нижней челюсти.

**Ключевые слова:** перелом нижней челюсти, регенерация костной ткани, репаративный остеогенез, репаративный процесс костной ткани, оксификация

Авторы заявили об отсутствии конфликта интересов.

**Сахил Солтан оглы СОЛТАНОВ** ORCID ID 0000-0003-4403-4731

аспирант кафедры челюстно-лицевой хирургии и хирургической стоматологии, Казанский государственный медицинский университет, г. Казань, Россия  
+7 (987) 1806600  
salehss@mail.ru

**Гузель Сулеймановна ГИБАДУЛЛИНА** ORCID ID 0000-0002-6410-1279

ассистент кафедры челюстно-лицевой хирургии и хирургической стоматологии Казанского государственного медицинского университета, г. Казань, Россия  
+7 (987) 4032773  
ggilmanova-dentist@yandex.ru

**Саид Сальменович КСЕМБАЕВ** ORCID ID 0000-0002-0791-1363

д.м.н., профессор, и.о. заведующего кафедрой челюстно-лицевой хирургии и хирургической стоматологии Казанского государственного медицинского университета, г. Казань, Россия.  
+7 (905) 0206886  
ksesa@mail.ru

**Олег Александрович ИВАНОВ** ORCID ID 0000-0002-4394-5480

к.м.н., доцент кафедры челюстно-лицевой хирургии и хирургической стоматологии Казанского государственного медицинского университета; заведующий отделением челюстно-лицевой хирургии, Городская клиническая больница № 7 им. М. Н. Садыкова, г. Казань, Россия  
+7 (905) 3770021  
o4lh@mail.ru

**Ольга Евгеньевна ТОРГАШОВА** ORCID ID 0000-0003-1702-7851

к.м.н., доцент кафедры челюстно-лицевой хирургии и хирургической стоматологии Казанского государственного медицинского университета, г. Казань, Россия.  
+7 (917) 2922518  
trola74@mail.ru

**Адрес для переписки: Ольга Евгеньевна ТОРГАШОВА**

420012, г. Казань, ул. Бутлерова, д.49. кафедра челюстно-лицевой хирургии и хирургической стоматологии  
Тел. +7 (917) 2922518  
trola74@mail.ru

### Образец цитирования:

Солтанов С. С., Гибадуллина Г. С., Ксембаев С. С., Иванов О. А., Торгашова О. Е.

ПРОЦЕССЫ РЕГЕНЕРАЦИИ КОСТНОЙ ТКАНИ ПРИ ПЕРЕЛОМАХ НИЖНЕЙ ЧЕЛЮСТИ. Проблемы стоматологии. 2024; 1: 29-34.

© Солтанов С. С. и др., 2024

DOI: 10.18481/2077-7566-2024-20-1-29-34

Поступила 01.04.2024. Принята к печати 22.04.2024

DOI: 10.18481/2077-7566-2024-20-1-29-34

## PROCESSES OF BONE TISSUE REGENERATION IN FRACTURES OF THE LOWER JAW

Soltanov S.S.<sup>1</sup>, Gibadullina G.S.<sup>1</sup>, Ksembaev S.S.<sup>1</sup>, Ivanov O.A.<sup>1,2</sup>, Torgashova O.E.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Kazan State Medical University, Kazan, Russia

<sup>2</sup> City Clinical Hospital No. 7 named after M.N. Sadykov, Kazan, Russia

### Annotation

**Item.** The review of literature devoted to the actual problem of maxillofacial surgery — processes of bone tissue regeneration in mandibular fractures is presented.

**The purpose of the study** — to study and analyze the materials of publications on the processes of bone tissue regeneration in mandibular fractures.

**Methodology.** The publications of domestic and foreign authors devoted to the processes of bone tissue regeneration in mandibular fractures were studied. The publications were analyzed using scientific search library databases: PubMed Central, Google, Cyberleninka, eLibrary. Materials were selected by keywords. Full-text articles were included in the search.

**Results.** In domestic and foreign literature, the processes of restoration of bone structures of the maxillofacial region as an organism's response to damage have been studied and described in detail. It has been established that two processes are simultaneously launched: resorption of damaged osteocytes and formation of osteoid tissue, one of which may be predominant at the moment.

**Conclusions.** The article presents modern data on the key moments of bone tissue regeneration in the region of the mandible. All stages of the reparative process in bone tissue are described at the cellular level, and information about the main mechanisms, pathways and cell types involved in bone tissue regeneration is presented in detail, taking into account the stage of osteogenesis.

Knowledge of the regularities of biological processes in the bone tissue regeneration zone allows scientific search and development of effective methods of treatment of mandibular fractures.

**Keywords:** *fractur of the mandible, bone regeneration, reparative osteogenesis, bone repair process, ossification*

The authors declare no conflict of interest.

**Sahil S. SOLTANOV** ORCID ID 0000-0003-4403-4731

Graduate Student, Department of Maxillofacial Surgery and Dental Surgery, Kazan State Medical University, Kazan, Russia  
salehss@mail.ru

**Guzel S. GIBADULLINA** ORCID ID 0000-0002-6410-1279

Teaching Assistant of the Department of Maxillofacial Surgery and Dental Surgery, Kazan State Medical University, Kazan, Russia  
ggilmanova-dentist@yandex.ru

**Said S. KSEMBAEV** ORCID ID 0000-0002-0791-1363

Grand PhD in Medical Sciences, Professor, Head of the Department of Maxillofacial Surgery and Dental Surgery, Kazan State Medical University, Kazan, Russia  
ksesas@mail.ru

**Oleg A. IVANOV** ORCID ID 0000-0002-4394-5480

PhD in Medical Sciences, Associate Professor of the Department of Maxillofacial Surgery and Dental Surgery, Kazan State Medical University; Head of the Department of Maxillofacial Surgery, City Clinical Hospital No. 7 named after M.N. Sadykov, Kazan, Russia  
o4lh@mail.ru

**Olga E. TORGASHOVA** ORCID ID 0000-0003-1702-7851

PhD in Medical Sciences, Associate Professor of the Department of Maxillofacial Surgery and Dental Surgery, Kazan State Medical University, Kazan, Russia  
trola74@mail.ru

**Correspondence address: Olga E. TORGASHOVA**

420012, Kazan, str. Butlerova, 49. Department of Maxillofacial Surgery and Surgical Dentistry  
+7 (917) 2922518  
trola74@mail.ru

**For citation:**

Soltanov S.S., Gibadullina G.S., Ksembaev S.S., Ivanov O.A., Torgashova O.E.

PROCESSES OF BONE TISSUE REGENERATION IN FRACTURES OF THE LOWER JAW. *Actual problems in dentistry.* 2024; 1: 29-34. (In Russ.)

© Soltanov S.S. et al., 2024

DOI: 10.18481/2077-7566-2024-20-1-29-34

Received 01.04.2024. Accepted 22.04.2024

## Введение

Регенерация костной ткани представляет собой сложный, комплексный процесс восстановления поврежденных частей кости. Несмотря на то, что костная ткань жесткая и прочная, она биологически очень активна и постоянно реконструируется благодаря сбалансированной деятельности остеокластов, резорбирующих кость, и остеобластов, образующих кость. Известно, что кость представляет собой одну из немногих тканей, способных заживать без образования фиброзного рубца. Современные сведения о процессах, происходящие в костной ткани, представляют интерес для клиницистов.

**Цель.** Разработка эффективной стратегии лечения переломов нижней челюсти невозможна без знания закономерностей процессов в зоне регенерирующей кости. Заживление перелома традиционно подразделяют на различные биологические фазы, которые следуют в хронологическом порядке. В процессе регенерации выделяют соединительнотканый, фиброзный и костный этапы. Однако их нельзя строго разделить, поскольку регенерация костной ткани возникает в разное время в разных частях костного сегмента, и на разных этапах репаративного остеогенеза один из них может быть преобладающим.

В процессе регенерации костной ткани участвуют различные типы клеток, а также внутриклеточные и внеклеточные молекулярные сигнальные пути, направленные на восстановление функции скелета, которые играют ключевую роль в костной регенерации [17].

Процесс заживления начинается филогенетически с воспалительной реакции, но интенсивность этого процесса должна строго контролироваться. Нарушение регуляции воспалительного каскада напрямую влияет на последующие фазы заживления и препятствует прогрессу регенерации [20].

**Методология.** Для создания данного литературного обзора был проведен поиск и анализ научных публикаций зарубежных и российских исследователей, посвященных изучению процессов восстановления костной структуры нижней челюсти при травме. Критерии включения: публикации, зарегистрированные в PubMed Central, Google, Cyberleninka, eLibrary. Поиск оригинальных научных публикаций осуществлялся по ключевым словам. Анализ литературы проводили по 28 источникам.

**Результаты.** Известно, что ключевой особенностью процесса заживления кости является образование хрящевой мозоли, которая позже подвергается минерализации, резорбции и затем замещается костью.

После образования первичной гематомы происходит интенсивное образование фибробластов, формирующих в основном соединительнотканые элементы в зоне перелома. Дефект заполняется волокнистыми элементами и гранулярным материалом, содержащим

протеогликаны, необходимые для синтеза коллагена, и на месте дефекта формируется богатая фибрином грануляционная ткань [4, 19]. Внутри этой ткани эндохондральное образование происходит между концами перелома и снаружи от периостальных участков. Эти области также механически менее стабильны, а хрящевая ткань образует мягкую мозоль, которая придает перелому стабильную структуру.

При спаде воспалительного процесса параллельно начинается репаративная фаза с образованием грануляционной ткани и восстановлением сосудистой сети. Между фрагментами кости происходит врастание мало дифференцированной соединительной ткани. В качестве переходной ткани грануляционная ткань заменяет временный раневой матрикс на основе фибрина/фибронектина. Грануляционная ткань характеризуется высокой плотностью фибробластов, гранулоцитов, макрофагов, капилляров и рыхло организованных пучков коллагена. Миофибробласты отличаются развитым цитоскелетом, представленным стрессовыми волокнами, что обеспечивает активную миграцию этих клеток и ремоделирование окружающего межклеточного вещества. Однако доминирующей клеткой на этой фазе является фибробласт, который выполняет различные функции, такие как выработка коллагена и веществ внеклеточного матрикса (т. е. фибронектина, гликозаминогликанов, протеогликанов и гиалуроновой кислоты) [24].

Формирование внеклеточного матрикса представляет собой еще один важный шаг, поскольку он обеспечивает основу для клеточной адгезии и регулирует, организует рост, движение и дифференцировку клеток внутри него. Таким образом, фибробласт является предшественником временного раневого матрикса, в котором происходит соответствующая миграция и организация клеток. В конце этой фазы количество созревающих фибробластов снижается за счет дифференцировки миофибробластов и прекращается последовательным апоптозом [22]. Грануляционная ткань обеспечивает стабильность края раны, что имеет большое значение для вновь образующегося соединительно-тканного прикрепления и регенерации [11]. При образовании и последующей атрофии соединительной ткани отмечается обратная связь между синтезом и диссимиляцией коллагена.

Наращение фибробластов и коллагена и их развитие прекращается из-за взаимосвязи волокон и клеток. Это обуславливает выработку клетками ингибиторов роста, распад некоторых фибробластов, превращение других в неактивные фиброциты и в фиброкласты, участвующих в фагоцитозе коллагеновых волокон и секреции коллагеназы. Все эти процессы приводят к перестройке и последующей атрофии соединительной ткани с истончением капсулы.

Для заживления костной раны необходимо достаточное кровоснабжение и кровообращение в области травмы. В процесс заживания эндохондральных пере-

ломов вовлечены не только сосудистые пути, но также аутолиз хондроцитов и трансформация хрящевой ткани, потому что удаление клеток и внеклеточного матрикса необходимо для обеспечения роста кровеносных сосудов в месте восстановления.

Репаративные процессы поврежденной нижней челюсти осуществляются за счет пролиферации клеток остеобластического слоя надкостницы и малодифференцированных плюрипотентных костномозговых клеток. В данном процессе участвуют адвентициальные (периваскулярные) клетки растущих кровеносных сосудов [9, 10]. Вокруг микроциркуляторной сети сосудов челюсти формируется пул остеобластов. Вдоль них образуются первичные костные балочки, характерные для ретикулофиброзной костной ткани. Формирующаяся сеть трабекул включает в свой состав остеобласты, остециты, остеокласты [12]. Таким образом, между структурами зафиксированных фрагментов челюсти образуется костная мозоль без признаков ее трансформации в пластинчатую костную ткань [9, 10].

Тканая кость характеризуется слабыми механическими показателями, но быстро формируется с дальнейшей активной минерализацией, кроме того, на данном этапе обеспечивает механическую фиксацию костных отломков челюсти, за счет чего регенеративная зона вблизи перелома значительно увеличивается [21].

В.Г. Гололобов отметил: «Костные отломки представляют собой органический костный матрикс, вокруг таких осколков, краев отломков, а также в центральных частях регенерата среди хорошо васкуляризированной соединительной ткани обнаруживались остеобласты, формировавшие трабекулы ретикулофиброзной костной ткани, — локусы индуцированного регенерационного остеогистогенеза. Подобный процесс являлся еще одним вкладом в посттравматическую регенерацию костной ткани при заживлении костной раны» [3].

Для прогресса регенерации кости первичная мягкая хрящевая мозоль должна быть резорбирована и заменена твердой костной мозолью. В данную фазу заживления переломов в определенной степени повторяется процесс эмбриологического формирования кости с одновременным протеканием клеточной пролиферации и дифференцировки, ростом клеточного объема и большим отложением матрикса.

Заживление происходит посредством насыщения раны грануляциями, поверхность раны покрывает слоем фибрина. На молекулярном уровне эти репаративные процессы опосредуются конкретными факторами роста, такими как трансформирующий фактор роста- $\beta$  (TGF- $\beta$ ), костные морфогенетические белки, фактор роста фибробластов (FGF), инсулиноподобный фактор роста (IGF) и производные тромбоцитов фактор роста (PDGF). Тромбоцитарный фактор роста является основным митогеном мезенхимных клеток, TGF- $\beta$  стимулирует синтез матрикса [7]. Применение факторов

роста показало сильное стимулирующее воздействие на заживление переломов [28].

Ремоделирование является последней фазой заживления. Образование грануляционной ткани прекращается за счет апоптоза клеток. В процессе созревания раны компоненты внеклеточного матрикса претерпевают определенные изменения. По мере пролиферации хондроцитов мозолистой кости перелома они становятся гипертрофическими, а внеклеточный матрикс кальцифицируется. Формируется коллагеновая основа, белковая матрица костной ткани. Коллаген III, который вырабатывался в пролиферативной фазе, теперь заменяется более сильным коллагеном I. Этот тип коллагена ориентирован в виде небольших параллельных пучков и, следовательно, отличается от коллагена «плетения корзинок» в здоровой дерме. В дальнейшем миофибробласты вызывают сокращение раны за счет многократного прикрепления к коллагену и способствуют уменьшению поверхности развивающегося рубца [22]. При этом ангиогенные процессы ослабевают, раневой кровоток снижается, острая раневая метаболическая активность замедляется и, в конечном итоге, прекращается [8]. В ходе гомеостатического ремоделирования мозоль становится более твердой и механически жесткой, происходит восстановление механической прочности и стабильности.

Таким образом, мягкая мозоль состоит из волокнистых или хрящевых соединительных тканей. Стволовые клетки дифференцируются в специальные клетки в различных зонах сформированной мозоли с учетом количества связанных факторов роста, степени ангиогенеза и насыщения кислородом. Мягкая костная мозоль создает механическую поддержку на определенном этапе, а также образует контур для твердой мозоли после минерализации [13]. Поскольку мягкая мозоль сама по себе обеспечивает лишь базовую механическую стабильность, она подвержена оссификации, которая достигается за счет включения фосфата кальция во внеклеточный матрикс [7].

При заживлении переломов формируется первичное или вторичное костное сращение костных отломков. Различают внутримембранозное и энхондральное окостенение, которые возникают в разных условиях и, вероятно, происходят одновременно в разных зонах места перелома [25]. При внутримембранозной оссификации кость развивается без хрящевых промежуточных продуктов. Происходит прямая перестройка компактной кости без формирования внешней мозоли (каллуса). При стимуляции мезенхимальные стволовые клетки дифференцируются в остеобласты, которые продуцируют внеклеточный матрикс, состоящий в основном из коллагена I типа и других специфичных для остеобластов белков, включая остеокальцин. Внеклеточный костный матрикс затем кальцинируется под действием остеобластов, которые откладывают кристаллы фосфата кальция во внеклеточном матриксе. Затем остеобласты окончательно дифференцируются в механочувствительные остециты [6].

Вторичное сращение формируется, как правило, в условиях подвижности концов костных отломков. В отличие от внутримембранозного окостенения, заживление кости достигается за счет хрящевых промежуточных продуктов энхондрального окостенения [14]. Здесь хондроциты, дифференцированные из мезенхимальных стволовых клеток, производят хондрогенный матрикс, который закрывает перелом. В конце хондроциты подвергаются апоптозу [27].

Когда разрыв перелома заполнен костной мозолью, достигается клиническое соединение и начинается фаза ремоделирования. Чтобы создать механически стабильную пластинчатую кость, тканая кость заменяется механически компетентной пластинчатой костью с образованием вторичных остеонов, обеспечивающих плотность кости [13]. Переход тканой кости в пластинчатую опосредуется сбалансированной активностью остеобластов, остеоцитов и остеокластов. Минерализованный хрящ резорбируется остеокластами и замещается грубоволокнистой губчатой костью по всей плоскости перелома [16]. Постепенно тканая кость заменяется жесткой пластинчатой костью, восстанавливая изначальную форму кости и ее пластинчатую структуру. Этот процесс связан с окончательными изменениями в архитектуре кости и позволяет месту бывшего перелома адаптироваться к текущим механическим требованиям [25].

Регенерация костной ткани представляет собой сложный комплекс биологических реакций, возникающий в ответ на повреждение тканей организма [27]. Существуют клинические состояния, при которых регенерация кости требуется в большом объеме, например, при реконструкции костных дефектов нижней челюсти, вызванных травмой. Стратегии лечения направлены на оптимальное заживление костей, что обуславливает поиск эффективных средств регенерации костной ткани. В настоящее время существует множество различных стратегий для улучшения нарушенного процесса костной регенерации: аутологичный костный трансплантат, свободный васкуляризированный трансплантат малоберцовой кости, имплантация аллотрансплантата и использование факторов роста, остеокондуктивные каркасы, остео-прогениторные клетки и дистракционный остеогенез [15, 18, 22]. Улучшение восстановления костной ткани интенсивно изучается с целью создания трансплантатов, которые максимально идентичны нормальной кости, для ускорения общего процесса регенерации [23, 26]. В случаях, когда требуется активация регенерации костной ткани, одним из перспективных способов может стать магнитомеханическая стимуляция, которая вызывает остеогенную дифференцировку мезенхимальных стволовых клеток [5].

## Заключение

Таким образом, начальная стадия регенерации характеризуется дезинтеграцией и деградацией окружающих и входящих в состав кости структур, продукты которых обеспечивают пролиферацию специальных клеточных элементов. Далее регенерация характеризуется прогрессирующей пролиферацией и дифференцировкой клеточных элементов, продолжается тканевая организация. В результате сложных биохимических, биофизических, физиологических процессов происходит оссификация. Механическая прочность регенерата нарастает, образуется пластичная костная структура, обеспечивающая восстановление формы и функции кости. Понимание закономерностей процесса регенерации позволило разработать рациональные методы лечения переломов.

Представленные в литературе данные подтверждают, что переломы нижней челюсти преобладают в структуре переломов костей лицевого скелета, отмечен рост числа переломов нижней челюсти. Наибольшее количество переломов нижней челюсти регистрируется в возрастной группе 21–30 лет, чаще встречаются у мужчин, чем у женщин, в среднем в соотношении 4:1. Переломы нижней челюсти могут быть вызваны различными факторами. Восстановление анатомической целостности и функции мышц челюстно-лицевой области требует тщательного рассмотрения вариантов лечения [2]. В литературе описано множество различных методик лечения переломов нижней челюсти, задачами которых является репозиционирование и иммобилизация костных фрагментов. В зависимости от сложности перелома методы лечения варьируются от нехирургического лечения до хирургических процедур с использованием остеосинтеза.

По мнению большинства исследователей в случаях, когда требуется хирургическое вмешательство, методы внутренней жесткой фиксации способствуют лучшей стабилизации и консолидации сломанной кости. Методы иммобилизации костных отломков обычно варьируются в зависимости от типа, количества и локализации перелома [1]. Заживление перелома — чрезвычайно сложный процесс биологического восстановления. Процесс регенерации костной ткани — это последовательный, хорошо организованный ряд биологических событий костной индукции, включающий пул разных типов клеток, а также внутриклеточные и внеклеточные молекулярные сигнальные связи и взаимодействия, с определяемой временной и пространственной последовательностью, направленный на оптимальное восстановление структуры скелета. Представленный нами литературный обзор отражает состояние научных исследований в области изучения механизмов регенерации костной ткани нижней челюсти. На основании имеющейся информации продолжается поиск новых методов и достаточно прочных материалов для фиксации костных отломков нижней челюсти.

## Литература/References

1. Абдуллаев Ш.Ю., Халилов А.А., Юсупова Д.З. Аспекты современного лечения переломов нижней челюсти: обзор литературы. In Library. 2021;21(2):190-195. [Sh.Yu. Abdullaev, A.A. Halilov, D.Z. Yusupova. Aspects of modern treatment of mandibular fractures: a review of the literature. In Library. 2021;21(2):190-195. (In Russ.).] <https://journals.scinnovations.uz/index.php/aposo/article/view/225>
2. Гильманова Г.С., Гасымзаде Д.К., Ксембаев С.С., Гильманов А.А. Распространенность и этиология переломов нижней челюсти. Проблемы стоматологии. 2021;1(17):20-25. [G.S. Gil'manova, D.K. GasyMZade, S.S. Ksembaev, A.A. Gil'manov. The prevalence and etiology of fractures of the mandible. Actual problems in dentistry. 2021;1(17):20-25. (In Russ.).] <https://doi.org/10.18481/2077-7566-20-17-1-20-25>
3. Гололобов В.Г. Закономерные процессы посттравматического остеогенеза. Морфология. 2019;155(2):83. [V.G. Gololobov. Typical processes of post-traumatic osteo-histogenesis. Morphology. 2019;155(2):83. (In Russ.).] <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=38173853&ysclid=lufbja4bxbp470520662>
4. Ежов М.Ю., Ежов И.Ю., Кашко А.К. и др. Нерешенные вопросы регенерации хрящевой и костной ткани (обзорно-аналитическая статья). Успехи современного естествознания. 2015;5:126-131. [M.Y. Yezhov, I.Y. Yezhov, A.K. Kashko, A.Y. Kayumov, A.A. Zykina, S.A. Gerasimov. Unresolved issues of the cartilage and bone regeneration (review). Advances in current natural sciences. 2015;5:126-131. (In Russ.).] <https://elibrary.ru/item.asp?id=23875867>
5. Замай Т.Н., Толмачева Т.В. Новые стратегии регенерации костной ткани с помощью магнетомеханической трансдукции. Сибирское медицинское обозрение. 2021;6:5-11. [T.N. Zamaev, T.V. Tolmacheva. New strategies in bone tissue regeneration via application of magnetomechanical transduction. Siberian Medical Review. 2021;6:5-11. (In Russ.).] <https://doi.org/10.20333/25000136-2021-6-5-11>
6. Иорданшвили А., Музыкин М., Солдатов В. Закономерности регенерации костной ткани. Стоматологический научно-образовательный журнал. 2019;2:21-29. [A.K. Jordanishvili, M.I. Muzikin, V.S. Soldatov. Regularities of bone tissue regeneration. Journal of dental scientific and education. 2019;2:21-29. (In Russ.).] [https://www.1spbgmu.ru/images/home/universitet/izdatelstvo/DentalScience/2011/DSE\\_1\\_2-2019.pdf?ysclid=lufbrydvgkx744705642](https://www.1spbgmu.ru/images/home/universitet/izdatelstvo/DentalScience/2011/DSE_1_2-2019.pdf?ysclid=lufbrydvgkx744705642)
7. Костив Р.Е., Калинин С.Г., Матвеева Н.Ю. Трофические факторы роста костной ткани, их морфогенетическая характеристика и клиническое значение. Тихоокеанский медицинский журнал. 2017;1:10-16. [R.E. Kostiv, S.G. Kalinichenko, N.Yu. Matveeva. Trophic factors of bone growth, their morphogenetic characterization and clinical significance. Pacific Medical Journal. 2017;1:10-16. (In Russ.).] <https://doi.org/10.17238/Pmj1609-1175.2017.1.10-16>
8. Курзанов А.Н., Ледванов М.Ю., Бизенкова М.Н. Возможности применения паратормон-родственного протеина и других лигандов рецептора PTH1R для оптимизации репаративного остеогенеза. Паратормон-родственный белок. 2-е изд. Перераб. и доп. Москва: Издательский Дом «Академия Естествознания». 2020:569-625. [A.N. Kurzanov, M.Yu. Levdanov, M.N. Bizenkova. Paratormone-related protein. 2nd edition revised and supplemented. Moscow: Publishing House «Academy of Natural Sciences». 2020:569-625. (In Russ.).] <https://elibrary.ru/item.asp?id=44499424&ysclid=lufbxwqvmj604634252>
9. Матчин А.А., Стадников А.А., Носов Е.В., Клевцов Г.В. Репаративные процессы в тканях челюстно-лицевой области при использовании наноструктурированного титана. Журнал Медицина и инновации. 2022;1:123-133. [A.A. Matchin, A.A. Stadnikov, E.V. Nosov, G.V. Klevtsov. Repaire processes in tissues of the maxillofacial area when using nanostructured titan. Journal of medicine and innovation. 2022;1:123-133. (In Russ.).] [https://inlibrary.uz/index.php/medicine\\_and\\_innovations/article/view/11768](https://inlibrary.uz/index.php/medicine_and_innovations/article/view/11768)
10. Матчин А.А., Стадников А.А., Носов Е.В., Кириакиди С.Х. Экспериментально-морфологическое обоснование применения гипоталамического нейропептида окситоцина при лечении переломов нижней челюсти. Современные технологии в челюстно-лицевой хирургии и хирургической стоматологии. Материалы Региональной научно-практической конференции, посвященной 100-летию со дня рождения профессора, генерал-майора медицинской службы Н.М. Александрова. Санкт-Петербург. 2023:62-67. [A.A. Matchin, A.A. Stadnikov, E.V. Nosov, S.Kh. Kiriakidi. Experimental and morphological substantiation of the use of the hypothalamic neuropeptide oxytocin in the treatment of mandibular fractures. Modern technologies in maxillofacial surgery and surgical dentistry. Materials of the Regional Scientific and Practical Conference dedicated to the 100th anniversary of the birth of Professor, Major General of the Medical Service N.M. Alexandrova. Saint Petersburg. 2023:62-67. (In Russ.).] <https://elibrary.ru/item.asp?id=56002431>
11. Никонорова В.Г., Криштоп В.В., Румянцева Т.А. Грануляционная ткань как разновидность соединительных тканей (обзор). Журн. мед.-биол. исследований. 2022;10(2):167-179. [V.G. Nikanorova, T.A. Krishtop. Granulation tissue as a type of connective tissues (Review). Journal of Medical and Biological Research. 2022;10(2):167-179. (In Russ.).] <https://doi.org/10.37482/2687-1491-Z098>
12. Носов Е.В., Блинова Е.В., Матчин А.А., Стадников А.А. О репаративных процессах в зоне экспериментального перелома нижней челюсти у животных. Стоматологическая весна в Белгороде – 2022. Сборник трудов Международной научно-практической конференции в рамках международного стоматологического фестиваля «Площадка безопасности стоматологического пациента», посвященного 100-летию Московского государственного медико-стоматологического университета им. А.И. Евдокимова. Белгород. 2022:173-175. [E.V. Nosov, E.V. Blinova, A.A. Matchin, A.A. Stadnikov. On reparative processes in the zone of experimental mandibular fracture in animals. Dental spring in Belgorod – 2022. Proceedings of the International Scientific and Practical Conference within the framework of the International Dental Festival «Dental Patient Safety Platform» dedicated to the 100th anniversary of the Moscow State Medical and Dental University named after A.I. Evdokimov. Belgorod. 2022:173-175. (In Russ.).] <https://elibrary.ru/pysceu?ysclid=lufdibi6zx433119173>
13. Повернов П.А., Шибряева Л.С. Механобиологические аспекты заживления переломов костей с применением биоразлагаемых костных имплантатов. Актуальные проблемы науки и техники. Сборник трудов по материалам Международного конкурса научно-исследовательских работ. Уфа. 2020:29-30. [P.A. Povernov, L.S. Shibryaeva. Mechanobiologic aspects of bone fracture healing using biodegradable bone implants. Actual problems of science and technology. Collection of works on the materials of the International competition of research works. Ufa. 2020:29-30. (In Russ.).] <https://elibrary.ru/item.asp?id=43794081&ysclid=lufdj4jhl881196160>
14. Сирак С.В., Андреев А.А. Регенерация костной ткани при переломах нижней челюсти, осложненных травматическим остеомиелитом неспецифической этиологии. Стоматолог. 2018;4(31):83-87. [S.V. Sirak, A.A. Andreev. Bone tissue regeneration in mandibular fractures complicated by traumatic osteomyelitis of nonspecific etiology. Dentist. 2018;4(31):83-87. (In Russ.).] [https://doi.org/10.32993/stomatologist.2018.4\(31\).15](https://doi.org/10.32993/stomatologist.2018.4(31).15)
15. Тоболев Г.В., Кокоев В.А., Коцюба Г.А. Использование медикаментозной коррекции регенераторной активности костной ткани при переломах нижней челюсти у лиц с хронической алкогольной интоксикацией. Медицина. Социология. Философия. Прикладные исследования. 2020;1:3-6. [G.V. Tobolev, V.A. Kokoev, G.A. Kotsoeva. Use of medicinal correction of regenerative activity of bone tissue in fractures of the lower jaw in persons with chronic alcohol intoxication. Medicine. Sociology. Philosophy. Applied research. 2020;1:3-6. (In Russ.).] [https://medsociofil.ru/upload/iblock/c6e/%D0%9C%D0%A1%D0%A4\\_01\\_2020\\_FIN.pdf](https://medsociofil.ru/upload/iblock/c6e/%D0%9C%D0%A1%D0%A4_01_2020_FIN.pdf)
16. Урузбаев Р.М., Силантьева Т.А., Горбач Е.Н. и др. Регенеративные свойства тканей и органов, факторы ускорения репаративных процессов (обзор литературы). Медицинская наука и образование Урала. 2017;18(1):171-178. [R.M. Uruzbaev, T.A. Silanteva, E.N. Gorbach, V.G. Bychkov, E.A. Yuzhakova. Regenerativ properties of tissues and organs, factors of improvement of reparative processes (review). Medical science and education in the Urals. 2017;18(1):171-178. (In Russ.).] <https://elibrary.ru/item.asp?id=36455733&ysclid=lufdpk3c1d198708168>
17. Юшков Б.Г. Клетки иммунной системы и регуляция регенерации. Бюллетень сибирской медицины. 2017;16(4):94-105. [B.G. Yushkov. Immune system and regulation of regeneration. Bulletin of Siberian Medicine. 2017;16(4):94-105. (In Russ.).] <https://cyberleninka.ru/article/n/kletki-immunoy-sistemy-i-regulyatsiya-regeneratsii?ysclid=lufdtqwlm343484465>
18. Antúnez-Conde R., Salmerón J.I., Díez-Montiel A. et al. Mandibular reconstruction with fibula flap and dental implants through virtual surgical planning and three different techniques: Double-barrel flap, implant dynamic navigation and CAD/CAM mesh with iliac crest graft // Front. Oncol. – 2021;11:719712. doi: 10.3389/fonc.2021.719712. eCollection 2021.
19. Bosch-Ruè È., Díez-Tercero L., Buitrago J.O., Castro E., Pérez R.A. Angiogenic and immunomodulation role of ions for initial stages of bone tissue regeneration // Acta Biomater. – 2023;166:14-41. doi: 10.1016/j.actbio.2023.06.001.
20. Duda G.N., Geissler S., Checa S. et al. The decisive early phase of bone regeneration // Nat. Rev. Rheumatol. – 2023;19(2):78-95. doi: 10.1038/s41584-022-00887-0.
21. Mackey A.L., Kjaer M. Connective tissue regeneration in skeletal muscle after eccentric contraction-induced injury // J. Appl. Physiol. – 2017;122(3):533-540. doi: 10.1152/jap-physiol.00577.2016.
22. Marcio M.B., Adalberto L.R. Bone Regeneration and Repair Materials // J Funct Biomater. – 2024;21:15(3):78. doi: 10.3390/jfb15030078.
23. Nambiar J., Sonali J., Samit Kumar N. Strategies for Enhancing Vascularization of Biomaterial-Based Scaffold in Bone Regeneration // Chem Rec. – 2022;22(6):202200008. doi: 10.1002/tcr.202200008.
24. Reinke J.M., Sorg H. Wound Repair and Regeneration // European Surgical Research. – 2012;49(1):35-43. <https://doi.org/10.1159/000339613>
25. Schlicke C.W., Kleinert H., Thiesen D.M. et al. Current and future concepts for the treatment of impaired fracture healing // Int. J. Mol. Sci. – 2019;20(22):5805. doi: 10.3390/ijms20225805.
26. Soares A.P., Fischer H., Aydin S. et al. Uncovering the unique characteristics of the mandible to improve clinical approaches to mandibular regeneration // Front. Physiol. – 2023;14:1152301. doi: 10.3389/fphys.2023.1152301.
27. Vermeulen S., Tahmasebi Z., Habibovic P. Birgani Biomaterial-induced pathway modulation for bone regeneration // Biomaterials. – 2022;283:121431. doi: 10.1016/j.biomaterials.2022.121431.
28. Yanfeng T., Jianlin C., Yunbiao Z. Experimental study on accelerated healing of jaw fracture using gelatin sponge compound growth factor // Hua Xi Kou Qiang Yi Xue Za Zhi. – 2017;35(5):506-509. doi: 10.7518/hxkq.2017.05.012.11

DOI: 10.18481/2077-7566-2024-20-1-35-44

УДК: 617.52 (075.8)

## СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МЕТОДОВ ИММОБИЛИЗАЦИИ ОТЛОМКОВ ПРИ ПЕРЕЛОМАХ НИЖНЕЙ ЧЕЛЮСТИ

Солтанов С. С.<sup>1</sup>, Ксембаев С. С.<sup>1</sup>, Иванов О. А.<sup>1,2</sup>, Салахов А. К.<sup>1</sup>, Нестерова Е. Е.<sup>1</sup>, Гибадуллина Г. С.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Казанский государственный медицинский университет, г. Казань, Россия

<sup>2</sup> Городская клиническая больница № 7, г. Казань, Россия

### Аннотация

**Предмет.** Представлен обзор литературы, посвященный актуальной проблеме челюстно-лицевой хирургии — способам фиксации костных отломков при переломах нижней челюсти. **Цель исследования** — изучить материалы публикаций о способах фиксации отломков при переломах нижней челюсти в сравнительном аспекте их влияния на клиническое течение. **Методология.** Изучены публикации отечественных и иностранных авторов, посвященные современным способам фиксации костных отломков при переломах нижней челюсти, проведен сравнительный анализ их эффективности. В поиск был включен анализ публикаций из научных поисково-библиотечных баз данных: PubMed Central, Medline, eLibrary, Google. В работу включались полнотекстовые статьи. Отбор материалов осуществлялся по ключевым словам. **Результаты.** В настоящее время используются ортопедические, хирургические методы иммобилизации костных отломков, которые применяются как изолированно, так и в различных комбинациях. При хирургическом лечении с помощью минипластин удается выполнить оптимальную репозицию и стабильную фиксацию отломков, однако травматичность операции, приводящая к гипоксии костной ткани, замедляет процессы репаративного остеогенеза и приводит к развитию послеоперационных осложнений. Использование костного клея-цемента позволяет добиться надежной фиксации костных отломков, ускорить образование костной мозоли. При этом нет необходимости в удалении клея, так как он является биodeградируемым материалом.

### Выводы

1. Ни один из используемых в настоящее время в клинической практике при переломах нижней челюсти способов фиксации костных отломков, как ортопедических, так и хирургических, а также в их комбинации, не может полностью соответствовать оптимальным условиям репаративного остеогенеза.

2. Перспективным альтернативным методом является использование костных клеев, заполняющих костные пустоты между отломками, что содействует их стабильной фиксации и репаративному остеогенезу, биоразлагаясь одновременно с образованием костной мозоли.

**Ключевые слова:** переломы нижней челюсти, иммобилизация отломков, минипластины, использование костного клея цемента, костная мозоль

### Авторы заявили об отсутствии конфликта интересов.

Сахил Солтан оглы СОЛТАНОВ ORCID 0000-0003-4403-4731

аспирант кафедры челюстно-лицевой хирургии и хирургической стоматологии, Казанский государственный медицинский университет, г. Казань, Россия  
+7 (987) 1806600, salehss@mail.ru

Сайд Сальменович КСЕМБАЕВ ORCID ID 0000-0002-0791-1363

д.м.н., профессор, и. о. заведующего кафедрой челюстно-лицевой хирургии и хирургической стоматологии Казанского государственного медицинского университета, г. Казань, Россия  
+7 (905) 0206886, ksesa@mail.ru

Олег Александрович ИВАНОВ ORCID ID 0000-0002-4394-5480

к.м.н., доцент кафедры челюстно-лицевой хирургии и хирургической стоматологии Казанского государственного медицинского университета, заведующий отделением челюстно-лицевой хирургии, Городская клиническая больница № 7, г. Казань, Россия  
+7 (890) 5370021, o4lh@mail.ru

Альберт Кирамович САЛАХОВ ORCID ID 0000-0002-0791-1363

к.м.н., доцент кафедры челюстно-лицевой хирургии и хирургической стоматологии Казанского государственного медицинского университета, г. Казань, Россия  
+7 (903) 3427818, albert-salahov@yandex.ru

Елена Евгеньевна НЕСТЕРОВА ORCID ID 0000-0002-1509-2150

к.м.н., доцент кафедры челюстно-лицевой хирургии и хирургической стоматологии Казанского государственного медицинского университета, г. Казань, Россия  
+7 (917) 2852222, oleglena777@gmail.com

Гузель Сулеймановна ГИБАДУЛЛИНА ORCID ID 0000-0002-6410-1279

ассистент кафедры челюстно-лицевой хирургии и хирургической стоматологии Казанского государственного медицинского университета, г. Казань, Россия  
+7 (987) 4032773, Ggilmanova-dentist@yandex.ru

Адрес для переписки: Елена Евгеньевна НЕСТЕРОВА

421001 г. Казань, ул. Адоратского д.1, кв.126

+7 (917) 2852222

oleglena777@gmail.com

### Образец цитирования:

Солтанов С. С., Ксембаев С. С., Иванов О. А., Салахов А. К., Нестерова Е. Е., Гибадуллина Г. С.

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МЕТОДОВ ИММОБИЛИЗАЦИИ ОТЛОМКОВ

ПРИ ПЕРЕЛОМАХ НИЖНЕЙ ЧЕЛЮСТИ. Проблемы стоматологии. 2024; 1: 35-44.

© Солтанов С. С. и др., 2024

DOI: 10.18481/2077-7566-2024-20-1-35-44

Поступила 19.03.2024. Принята к печати 03.04.2024

DOI: 10.18481/2077-7566-2024-20-1-35-44

## COMPARATIVE CHARACTERISTICS OF METHODS OF IMMOBILIZATION OF FRAGMENTS IN FRACTURES LOWER JAW

Soltanov S.S.<sup>1</sup>, Ksembaev S.S.<sup>1</sup>, Ivanov O.A.<sup>1,2</sup>, Salakhov A.K.<sup>1</sup>, Nesterova E.E.<sup>1</sup>, Gibadullina G.S.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Kazan State Medical University, Kazan, Russia

<sup>2</sup> City Clinical Hospital No. 7, Kazan, Russia

### Annotation

**Item.** A review of the literature is presented on the current problem of maxillofacial surgery – methods of fixation of bone fragments in fractures of the lower jaw.

**The purpose of the study** is to study publications on methods of fixation of fragments in fractures of the lower jaw in the comparative aspect of their influence on the clinical course.

**Methodology.** The publications of domestic and foreign authors on modern methods of fixation of bone fragments in fractures of the lower jaw were studied, and a comparative analysis of their effectiveness was carried out.

**Results.** Currently, orthopedic and surgical methods of immobilization of bone fragments are used, which are used both in isolation and in various combinations. During surgical treatment with the help of mini-plates, it is possible to perform optimal reposition and stable fixation of fragments, however, the traumatic nature of the operation, leading to bone hypoxia, slows down the processes of reparative osteogenesis and leads to the development of postoperative complications. The use of bone glue-cement makes it possible to achieve reliable fixation of bone fragments, accelerate the formation of a callus. At the same time, there is no need to remove the glue, since it is a biodegradable material.

### Conclusions

None of the currently used methods of fixation of bone fragments in clinical practice for fractures of the mandible, both orthopedic and surgical, as well as in their combination, can fully meet the optimal conditions of reparative osteogenesis.

A promising alternative method is the use of bone adhesives that fill the bone voids between fragments, which contributes to their stable fixation and reparative osteogenesis, biodegrading simultaneously with the formation of a callus.

**Keywords:** *fractures of the lower jaw, immobilization of fragments, fractures of the mandible, immobilization of fragments, mini-plates, use of bone glue cement, callus*

The authors declare no conflict of interest.

Sahil Soltan oglu SOLTANOV ORCID 0000-0003-4403-4731

Postgraduate Student of the Department of Maxillofacial Surgery and Surgical Dentistry, Kazan State Medical University, Kazan, Russia  
+7 (987) 1806600

salehss@mail.ru

Said S. KSEMBAEV ORCID ID 0000-0002-0791-1363

Grand PhD in Medical Sciences, Professor, Acting Head of the Department of Maxillofacial Surgery and Surgical Dentistry, Kazan State Medical University, Kazan, Russia

+7 (905) 0206886

ksesa@mail.ru

Oleg A. IVANOV ORCID ID 0000-0002-4394-5480

PhD in Medical Sciences, Associate Professor of the Department of Maxillofacial Surgery and Surgical Dentistry, Kazan State Medical University; Head of the Department of Maxillofacial Surgery, City Clinical Hospital No. 7, Kazan, Russia

+7 (890) 5370021

o4lh@mail.ru

Albert K. SALAKHOV ORCID ID 0000-0002-0791-1363

Associate Professor of the Department of Maxillofacial Surgery and Surgical Dentistry, Kazan State Medical University, Kazan, Russia  
+7 (903) 3427818

albert-salahov@yandex.ru

Elena E. NESTEROVA ORCID ID 0000-0002-1509-2150

Associate Professor of the Department of Maxillofacial Surgery and Surgical Dentistry, Kazan State Medical University, Kazan, Russia  
+7 (917) 2852222

oleglena777@gmail.com

Guzel S. GIBADULLINA ORCID ID 0000-0002-6410-1279

Assistant of the Department of Maxillofacial Surgery and Surgical Dentistry, Kazan State Medical University, Kazan, Russia  
+7 (987) 4032773

Ggilmanova-dentist@yandex.ru

**Correspondence address: Elena E. NESTEROVA**

421001 Kazan, Adoratsky str., 1, sq.126

+7 (917) 2852222

oleglena777@gmail.com

### For citation:

Soltanov S.S., Ksembaev S.S., Ivanov O.A., Salakhov A.K., Nesterova E.E., Gibadullina G.S.

COMPARATIVE CHARACTERISTICS OF METHODS OF IMMOBILIZATION OF FRAGMENTS IN FRACTURES LOWER JAW. *Actual problems in dentistry. 2024; 1: 35-44. (In Russ.)*

© Soltanov S.S. et al., 2024

DOI: 10.18481/2077-7566-2024-20-1-35-44

Received 19.03.2024. Accepted 03.04.2024

Переломы нижней челюсти составляют значительную часть травм челюстно-лицевой области, лечение которых остается сложным, несмотря на совершенствование технологий и методов фиксации отломков. В зависимости от типа и местоположения перелома применяются различные методы иммобилизации костных отломков: ортопедические, хирургические (открытая и закрытая репозиции), которые применяются как изолированно, так и в различных комбинациях [1–3].

Важной задачей лечения переломов нижней челюсти является восстановление анатомической целостности и функции жевательных мышц челюстно-лицевой области, эстетичного внешнего вида [4]. Основные принципы лечения пациентов с переломами нижней челюсти направлены на создание оптимальных условий для репаративного остеогенеза, репозицию, стабильную фиксацию костных отломков [5–7]. Ортопедическое лечение заключается в репозиции и межчелюстной иммобилизации костных отломков с помощью различных модификаций шин [8, 9]. Современные методы иммобилизации костных отломков при лечении пациентов с переломами нижней челюсти включают использование назубных шин и различных внутриворотных аппаратов [10, 11].

Для межчелюстной фиксации применяют внутриворотные назубные шины Эриха, Васильева, шины Ванкевича и Ванкевич–Степанова, зубонадесневую шину Вебера и др. Метод назубного проволочного шинирования является наиболее распространенным. Использование шин показало их достаточную жесткость и устойчивость для обеспечения стабильности фиксации перелома [12, 13]. Многие исследователи сообщили, что с помощью применения окклюзионных шин получили убедительные результаты лечения переломов нижней челюсти [14–17]. А.Т. Токбергенова и соавт. (2020) отметили, что применение жесткой фиксации назубных шин в комплексном лечении больных с травматическими переломами нижней челюсти сокращает срок реабилитации больных на 8 суток по сравнению с традиционной методикой [18].

В исследованиях отмечается, что на долю ортопедических методов при лечении переломов нижней челюсти приходится от 54 до 90% случаев [18–20]. По данным исследования, ортопедический способ лечения пациентов с переломами нижней челюсти — наложение двухчелюстных назубных шин (Васильева и Тигерштедта) применяли в 82% случаях [21]. Наиболее часто используются двухчелюстные шины с зацепными петлями Тигерштедта с межчелюстным вытяжением (93%) [22]. Как показывают исследования, индивидуальные назубные проволочные шины Тигерштедта различных конструкций (шина-скоба, шина с распорочным изгибом, шина с зацепными петлями, гладкая шина-скобка и др.) часто применяются при ортопедическом лечении в виде межмаксиллярных фиксаций [23–25]. Недостатками применения

шинирующих конструкций является невозможность фиксации алюминиевой дуги при отсутствии на челюсти от 5 и более зубов, при подвижности зубов, при наличии пародонтоза или пародонтита. Также недостатком данного способа является сдавливание тканей пародонта, ухудшение их трофики, нарушение иннервации и микроциркуляции, что провоцирует в них воспаление, осложнения в виде посттравматического остеомиелита [26, 8].

Проспективное сравнительное исследование [27] взрослых пациентов (18–55 лет) с переломами нижней челюсти с минимальным смещением показало, что использование шин из силиконового эластичного материала имеет преимущества. Данный метод можно применять при значительной потере зубов в полости рта или при наличии расшатанных зубов. При лечении пациенты могут соблюдать гигиену рта [10, 28].

На современном этапе консервативное лечение переломов нижней челюсти проводится различными кортикальными фиксирующими винтами, что позволяет улучшить результаты лечения и сократить срок функциональной и эстетической реабилитации пациентов [7, 29]. При применении данного способа фиксации челюстей наблюдалось улучшение общего самочувствия, уменьшение отеков и болей в области перелома уже на 2–3-и сутки [30].

Анализ клинических результатов ортопедического лечения переломов нижней челюсти показал удовлетворительные результаты, но посттравматический остеомиелит составил 14,2%. При хирургическом лечении с костными швами осложнения отмечены в 9,4% случаев [31, 21, 8].

Ортопедические методы лечения и остеосинтез дополняют друг друга при лечении переломов. При сложных переломах нижней челюсти рекомендуется сочетание ортопедических и хирургических методов лечения для достижения полноценного контакта отломков в области перелома [32]. С.В. Тураханов и соавт. (2022) описали случай хирургического лечения сложного перелома нижней челюсти с использованием на первом этапе шин Тигерштедта, а затем костные отломки фиксировали с помощью минипластины специальной формы и закрепляли металлическими швами [33].

Когда фиксация костных элементов ортопедическим методом затруднена или невозможно достигнуть удовлетворительной репозиции отломков, проводится остеосинтез [34]. Хирургическое лечение переломов нижней челюсти является сложной задачей. Нет единого мнения в отношении подходов для определенных видов переломов. Выбор конкретного хирургического доступа во многом зависит от характера, локализации перелома, а также времени, прошедшего с момента травмы [35–37].

При оперативном закреплении отломков нижней челюсти конструкцию для фиксации отломков вводят непосредственно в область перелома (или она соприка-

сается с ней), или конструкция для фиксации отломков располагается в удалении от зоны перелома. Также для закрепления отломков применяют специальные внеротовые аппараты.

В современной клинической челюстно-лицевой хирургии существует несколько методов остеосинтеза, среди них синтез швом кости проволокой, закрепление отломков внутрикостным металлическим стержнем, спицами Кишнера, стержнем с винтовой нарезкой, различные варианты интрамедуллярного синтеза, применение наkostных рамок с винтами, наkostных мини-пластин, использование внеочаговых аппаратов и др. [38]. Для надежного закрепления отломков используют различные варианты комбинаций костного шва с наkostной спицей [39]. Наложение костного шва различных модификаций показано при линейных и крупнооскольчатых переломах тела, угла, ветви и основания мышечкового отростка. При переломах на протяжении тела, ветви и отростков закрепление отломков производят с использованием самотвердеющей пластмассы. При переломах в области угла и тела нередко используют различные скобы.

Следовательно, пациентов с переломами нижней челюсти можно лечить консервативно с помощью межчелюстной фиксации или открытой репозиции и внутренней фиксации. Во многих публикациях обсуждается оптимальный метод лечения, однако этот вопрос остается спорным.

При открытом остеосинтезе можно точно сопоставить челюсти, удалить свободно лежащие костные осколки, устранить интерпозицию мягких тканей между отломками челюсти (мышцы, жировая клетчатка, фасция) [40]. Однако при данном методе лечения отмечаются случаи с большим количеством осложнений, метод связан с высокой травматичностью [41, 42]. В одноцентровом ретроспективном исследовании F. Domingo и соавт. (2016) обнаружено значительное увеличение числа рисков инфицирования при открытом хирургическом лечении по сравнению с закрытой репозицией (16,3% против 3,2%;  $p = 0,0001$ ) [43].

В последнее время открытая репозиция и внутренняя фиксация рекомендуются для достижения надежных клинических результатов с минимальными осложнениями. Во многих исследованиях сообщается, что данная методика стала распространенной стратегией лечения пациентов с переломами нижней челюсти для достижения анатомической репозиции, сокращения сроков восстановительного лечения [44–46]. Данную методику обычно применяют при переломах тела, симфиза и парасимфиза нижней челюсти со смещением отломков [47]. Большинство угловых переломов лечатся с помощью той или иной формы открытой репозиции и внутренней фиксации из-за тенденции к смещению проксимального сегмента [48]. О.М. Павлов (2021) отметил, что опыт лечения переломов мышечковых отростков показал эффективность использо-

вания открытой репозиции и остеосинтеза. Метод дает возможность провести удовлетворительную репозицию мышечковых отростков с устранением интерпозиции латеральной жевательной мышцы [49].

А. Хасанов и соавт. (2019) сообщили, что при переломах нижней челюсти возможно применение интраорального оперативного доступа независимо от размера смещения костных фрагментов. На их взгляд, данный доступ уменьшает риск возникновения послеоперационных воспалительных осложнений, так как глухое ушивание раны обеспечивает полную изоляцию костной ткани [50]. Н.А. Лукашевич и соавт. (2022) также отмечают, что по показаниям предпочтителен внутриротовой доступ, а возможность использования биодеградируемых фиксаторов значительно расширяет потенциал остеосинтеза в челюстно-лицевой хирургии [5].

А.Ю. Тараев и соавт. (2022) обосновали применение внутриротового устройства для фиксации переломов нижней челюсти и отметили преимущество устройства Тараева — Ушакова — Крашенинникова по сравнению с 3D-пластиной. Устройство может применяться не только при переломах со смещениями и без них, но и при оссификации костных отломков [51].

А.Л. Савельев и соавт. (2021) отметили, что внутриротовой доступ с использованием индивидуальных наkostных пластин и одномоментной костной пластики способствует снижению послеоперационных осложнений, значительному улучшению реабилитации, уменьшению сроков нетрудоспособности [52].

М. Olivetto и соавт. (2020) сообщили об успешном лечении надмышечковых переломов с использованием оригинального хирургического метода, сочетающего внутриротовой доступ, мини-пластины и использование индивидуальной окклюзионной накладной шины для облегчения репозиции и стабилизации во время фиксации [53].

В исследованиях показано, что реконструкция нижней челюсти костной пластиной имеет самый низкий уровень осложнений [54, 55]. Метод считается эффективным и безопасным. Тем не менее, могут возникнуть различные осложнения, такие как повреждение нижнего альвеолярного нерва, нарушения височно-нижнечелюстного сустава, кровотечение, инфицирование области хирургического вмешательства, несращение костных сегментов, некроз костной ткани, повреждение мягких тканей, образование неправильного прикуса [56]. По результатам исследования Е. Kostares и соавт. (2023), распространенность инфицирования области перелома оценивается в 4,2% случаев [57].

В современной практике используются разнообразные хирургические методики фиксации переломов. Имобилизация костных отломков мини-пластиной в последнее время стала методом выбора [58, 59]. Мини-пластины — высокоэффективные и надежные устройства фиксации костных отломков при переломах

нижней челюсти с приемлемыми клиническими результатами и очень низкой частотой послеоперационных осложнений [60, 61].

В исследовании В.Г. Ксантопулос (2022) сообщается, что для лечения переломов основания мышечково-отростка нижней челюсти выполняли остеосинтез мини-пластиной из внутриротового разреза, при переломах основания с выраженным смещением или при переломах шейки мышечково-отростка выполняли остеосинтез титановыми металлоконструкциями из разреза, окаймляющего угол нижней челюсти [62].

Использование двух динамических компрессионных мини-пластин позволило повысить стабильность фиксации костных фрагментов. Мини-пластины позволяют иммобилизовать отломки без обычных межчелюстных фиксаторов — дуговых балок, шин и т. п. Метод оказался относительно простым, но отмечались случаи инфицирования. По мнению специалистов, метод следует использовать с осторожностью при выраженных атрофических изменениях, локализующихся в боковых отделах тела нижней челюсти, в связи с травмированием краевых отделов костных фрагментов при наложении мини-пластин [63].

А.М. Ешиев и соавт. (2022) привели результаты лечения 560 пациентов с неосложненными переломами нижней челюсти. Предложенный авторами интраоральный метод остеосинтеза с использованием мини-пластин, которые располагались вдоль оптимальных линий, описанных Champrou, с учетом биомеханики показал преимущество в создании наиболее благоприятных условий для консолидации отломков нижней челюсти любой локализации за счет их надежной фиксации на весь период лечения [35].

По мнению ряда авторов, стабилизация тремя или четырьмя стандартными мини-пластинами обеспечивает лучшую устойчивость, в отличие от применения двух мини-пластин, которые относительно более склонны к смещению [64].

Обычно для фиксации переломов основания и шейки мышечково-отростка нижней челюсти используются две прямые мини-пластины [65]. М. Adhikari и соавт. (2018) отметили, что трапециевидные мини-пластины могут характеризоваться менее сложным способом регулировки и сокращением времени установки по сравнению с двумя прямыми мини-пластинами, сохраняя при этом аналогичные результаты клинического лечения [65]. С. Scott и соавт. (2021) подтвердили преимущество трапециевидных мини-пластинок с точки зрения технологичности и эффективности работы, а также отметили более высокую стабильность костных фрагментов и меньшее их смещение [66].

Одна пластина большего размера, с дугой или без нее, является приемлемой альтернативой подходу с двумя мини-пластинами. Фиксация обычно достигается вдоль нижнего края или двух меньших пластин, одна на нижнем крае, а другая чуть выше, щадя корни зубов. Два стягивающих винта, перекрывающих линию

перелома, обеспечивают жесткую фиксацию при относительно низких затратах на лечение. Однако длинные винты, если они применены неправильно, могут привести к последующему нарушению прикуса [67]. Таким образом, некоторые авторы считают, что эта процедура очень чувствительна к технике выполнения и, следовательно, требует больше навыков и опыта.

Систематический обзор и мета-анализ, включающий 16 исследований с общим размером выборки 831 пациентов с надмышечковыми переломами нижней челюсти, показал, что фиксация одной пластиной связана с большим количеством осложнений, включая ослабление винтов и послеоперационный неправильный прикус [68].

В сообщениях уделяется внимание использованию адекватного количества винтов и возможности фиксации костных отломков с применением техники одной пластины [69]. Стратегия стабилизации переломов углов нижней челюсти включает установку одной пластины вдоль косоугольного гребня, двух латеральных пограничных пластин или мини-пластины матричного типа на латеральном крае [67].

Результаты исследования А. Chatterjee и соавт. (2023) показали, что не было существенной разницы в развитии послеоперационных осложнений между двумя способами фиксации отломков при переломах угла нижней челюсти: остеосинтез двумя мини-пластинами по сравнению со стандартной техникой использования одной мини-пластины. Однако время операции с использованием одной мини-пластины было значительно больше, чем при использовании двух пластин. Авторы рекомендуют использовать две мини-пластины для фиксации отломков при переломах в области угла нижней челюсти [70].

При оскольчатых переломах нижней челюсти при использовании пластин и винтов должна быть достигнута абсолютная стабильность фиксации перелома [24]. Эти принципы являются предпосылкой для надежного заживления кости и низкого уровня инфицирования области перелома. С развитием технологий были предложены различные модификации пластин с точки зрения их формы, размера, биомеханики и количества. Остеосинтез титановыми мини-пластинами или металлическими конструкциями из никелида титана или их комбинация показали хорошие результаты у пациентов с множественными переломами нижней челюсти [71, 72]. При этом отмечен значительно меньший процент риска осложнений благодаря конструкции и определению зон для их наложения, поэтому нет необходимости создавать компрессию [31].

Отмечено, что использование титановых наконечных мини-пластин различной формы (прямые с 4, 6 и 8 отверстиями, L-образные, T-образные, Y-образные и X-образные) способствует ранней активизации челюсти, в ряде случаев не требуется дополнительной иммобилизации, сокращается время межчелюстной

иммобилизации при множественных переломах нижней челюсти [19].

Установлены преимущества использования фиксаторов, изготовленных из цельнолитого титана с лазерно-обработанной поверхностью, при фиксации отломков нижней челюсти. Возможно точное закрепление и удерживание костных фрагментов в физиологичном положении до окончательной консолидации [73].

О.О. Князева и соавт. (2023) отметили, что выполнение открытой репозиции фрагментов и накостного остеосинтеза с использованием фиксирующих конструкций из никелида титана с эффектом памяти формы при переломах нижней челюсти позволило исключить риск развития таких осложнений, как остеомиелит, формирование ложного сустава и др. [74].

Одним из достижений в улучшении иммобилизации костных отломков является система фиксации с установкой винтов, которые фиксируются к пластине с помощью резьбы в винте, что позволяет пластине действовать как внутренние фиксаторы и обеспечивать стабильность [61]. В литературе сообщается, что этот метод более эффективен при использовании пластин с блокирующими винтами, что уменьшает риск развития воспалительных реакций [75].

В литературе представлены результаты использования компрессионных винтов из магниевых сплавов. М. Kozakiewicz и соавт. (2022) сообщили, что 31 пациент был пролечен по поводу переломов головки нижней челюсти с помощью компрессионных винтов из магниевых сплавов. Количественная оценка сращения костей после хирургического лечения указывает на достижение стабильной консолидации. По мнению авторов, магниевые сплавы являются перспективными материалами ортопедических конструкций вследствие ряда преимуществ перед используемыми в настоящее время титановыми сплавами. Они обладают хорошей биосовместимостью и механическими свойствами, близкими свойствам нативной кости [76].

Экспериментальные исследования применения мини-пластин и мини-шурупов из нано-структурированного титана для закрепления отломков нижней челюсти показали хорошую остеоинтеграцию [19].

На основании ретроспективного анализа 63 научных статей В.А. Андриясов и соавт. (2023) выделили два метода лечения переломов нижней челюсти: остеосинтез костным швом и металло-остеосинтез титановыми мини-пластинами с минивинтами. По мнению авторов, наиболее эффективным методом лечения переломов нижней челюсти является металло-остеосинтез титановыми минипластинами в комбинации с иммобилизацией нижней челюсти при помощи шин [47]. В других исследованиях отмечена хорошая стабильность остеосинтеза проволочным костным швом. Из хирургических методов до сих пор часто применяется остеосинтез проволочным швом [77]. Однако ряд исследователей указывают, что метод осте-

осинтеза фрагментов нижней челюсти проволочным швом не гарантирует стабильной фиксации костных отломков, в частности при атрофических изменениях, что является причиной частых осложнений [63].

Использование пластин и винтов в качестве традиционного метода фиксации кости при переломах костей лица приводит ко многим осложнениям, таким как обнажение пластины, инфицирование или неприятные ощущения при прикосновении.

При хирургическом лечении перелома нижней челюсти наблюдается большой выбор пластин различной формы [78]. В последнее время различные изменения, в том числе применение 3D-технологий, были адаптированы для лечения челюстно-лицевых травм и доказали свои преимущества. Авторы отмечают очевидные преимущества использования трехмерных мини-пластин благодаря простоте использования и постоянно улучшающимся механическим свойствам. Современные исследования подтвердили популярность 3D-мини-пластин в лечении переломов нижней челюсти [79].

Авторы сообщают об удовлетворительных результатах лечения при использовании 3D-минипластин по сравнению с методом двойных прямых мини-пластин. Авторы подчеркнули, что клинические переломы 3D-минипластин встречаются крайне редко, в отличие от достаточно частых переломов прямых мини-пластин [80].

В исследовании М. Sikora и соавт. (2020) оценена эффективность открытого лечения переломов мыщелка нижней челюсти с использованием 3D-мини-пластин. Для оценки была выбрана группа из 113 пациентов. Одна компрессионная пластина Delta Condyle с 4 отверстиями (4-DCCP) использовалась в 79,6% случаев. У 14,2% пациентов использовалась трапециевидная пластина (4-TCP или 9-TCP). В остальных случаях потребовалось более одной мини-пластины. За анализируемый период наблюдения (6 мес.) у пациентов не было обнаружено переломов 3D-мини-пластин. Ослабление одного или нескольких винтов остеосинтеза наблюдалось у 3,5% пациентов. Ослабление винтов не влияло на заживление кости ни в одном случае. Проведенные исследования подтверждают, что титановые 3D-мини-пластины легко регулируются и занимают мало места, поэтому их легко использовать при переломах мыщелка нижней челюсти. Стабильность трехмерных мини-пластин для остеосинтеза обеспечивает очень хорошую надежность и жесткую фиксацию [81].

Альтернативным методом фиксации являются костные клеи, обладающие явными преимуществами по сравнению с использованием винтов для прикрепления внутренних фиксационных пластин. Для предотвращения некоторых осложнений было предложено использование костных клеев, однако в литературе имеются немногочисленные работы о применении костного клея при остеосинтезе переломов нижней челюсти [82]. Авторы отмечают, что костный клей

является одним из эффективных способов фиксации костных фрагментов. Положительная сторона данного метода в том, что не используются металлические приспособления.

Ранние результаты использования костных цемента и костных клеев являются многообещающими, фокусируясь на зонах сильно фрагментированных переломов, фиксации костных отломков, заполнении костных пустот и дефектов, содействии остеоинтеграции. Были исследованы различные типы костных клеев на основе гидрогеля, включающих фибриновые клеи, полисахариды и др. Существующие стратегии лечения переломов нижней челюсти направлены на минимизацию хирургической травмы, стабилизацию поврежденной области и создание динамической остеогенной микро-среды. Ожидается, что для фиксации осколчатых переломов нижней челюсти, реконструкции костных дефектов эффективным методом станет использование ортопедического клея. Идеальный костный клей должен быть биорезорбируемым и разлагаться до биосовместимых продуктов одновременно с образованием новой кости. Результаты экспериментального исследования S.J. Upson показывают, что разработанный авторами клей потенциально может быть использован в качестве костного клея для фиксации внутренних пластин. Другое экспериментальное исследование также показало, что использование костных клеев приводит к адекватному сцеплению с областью перелома и образованию новой кости с высокой плотностью. Продолжаются исследования в этом направлении, наряду с преодолением существующих недостатков и разработкой новых материалов. Обычно используемым материалом для клея был цианакрилат, за которым следовал фибриновый клей и составы на основе фосфата кальция. Несмотря на обнадеживающие результаты каждого материала, все еще продолжают исследования в этом направлении, вместе с разработкой новых материалов для фиксации костных отломков.

Перспективными являются результаты экспериментального исследования по использованию пори-

стого клея-цемента «Рекост» для фиксации костных отломков при переломах нижней челюсти. Установлено, что данный способ является малоинвазивным, менее травматичным и способствует достаточной иммобилизации костных отломков, снижается вероятность повреждения близлежащих структур. Данный способ не требует длительного восстановления структуры и функции оперированной кости, что позволит пациенту быстрее вернуться в привычный ритм жизни, обеспечивать достаточную гигиену рта (т. к. нет ограничения открывания рта), быстрее реабилитироваться, восстановить жевательную функцию и сохранить артикуляцию.

Таким образом, несмотря на то, что предложено множество способов иммобилизации костных отломков, продолжается разработка новых, отвечающих следующим показателям:

- обеспечивать стабильную фиксацию отломков нижней челюсти;
- позволять нижней челюсти совершать объем движений, приближенный к норме;
- фиксирующие элементы должны быть легкими и прочными, адаптированными к анатомическим параметрам нижней челюсти, изготовленными из биологически инертных биоразлагаемых материалов, что исключит необходимость их последующего удаления.

## Выводы

Ни один из используемых в настоящее время в клинической практике при переломах нижней челюсти способов фиксации костных отломков, как ортопедических, так и хирургических, а также в их комбинации, не может полностью соответствовать оптимальным условиям репаративного остеогенеза.

Перспективным альтернативным методом является использование костных клеев, заполняющих костные пустоты между отломками, что содействует их стабильной фиксации и репаративному остеогенезу, биоразлагаясь одновременно с образованием костной мозоли.

## Литература/References

1. Малышев В.А., Кабаков Б.Д. Переломы челюстей. Санкт-Петербург. 2005:224. [V.A. Malyshev, B.D. Kabakov. Jaw fractures. Saint Petersburg. 2005:224. (In Russ.)]. [https://rusneb.ru/catalog/010003\\_000061\\_183a4abe2656ce74dd4efa170d0f4408/](https://rusneb.ru/catalog/010003_000061_183a4abe2656ce74dd4efa170d0f4408/)
2. Гильманова Г.С., Гасымзаде Д.К., Ксембаев С.С., Гильманов А.А. Распространенность и этиология переломов нижней челюсти. Проблемы стоматологии. 2021;1(17):20-25. [G.S. Gil'manova, D.K. Gasymzade, S.S. Ksembaev, A.A. Gil'manov. The prevalence and etiology of fractures of the mandible. Actual problems in dentistry. 2021;1(17):20-25. (In Russ.)]. <https://doi.org/10.18481/2077-7566-20-17-1-20-25>
3. Иорданишвили А.К., Рыжак Г.А., Гук В.А., Гук А.С. Клиника и лечение переломов нижней челюсти у людей пожилого и старческого возраста. Санкт-Петербург. 2011:1044. [A.K. Iordanishvili, G.A. Ryzhak, V.A. Guk, A.S. Guk. Clinic and treatment of mandibular fractures in elderly and senile people. Saint Petersburg. 2011:1044. (In Russ.)]. [https://books.google.de/books/about/%D0%9A%D0%BB%D0%B8%D0%BD%D0%B8%D0%BA%D0%B0\\_%D0%B8\\_%D0%BB%D0%B5%D1%87%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5\\_%D0%BF%D0%B5%D1%80.html?id=vQuCAQAAQBAJ&redir\\_esc=y](https://books.google.de/books/about/%D0%9A%D0%BB%D0%B8%D0%BD%D0%B8%D0%BA%D0%B0_%D0%B8_%D0%BB%D0%B5%D1%87%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5_%D0%BF%D0%B5%D1%80.html?id=vQuCAQAAQBAJ&redir_esc=y)
4. Панкратов А.С., Гоциридзе З.П., Куршина С.И. Опыт использования стандартизованного алгоритма оперативного лечения пациентов с переломами нижней челюсти. Вестник Российской академии медицинских наук. 2023;3(78):227-233. [A.S. Pankratov, Z.P. Gociridze, S.I. Kurshina. The experience of using a standardized algorithm for surgical treatment of patients with fractures of the mandible. Bulletin of the Russian Academy of Medical Sciences. 2023;3(78):227-233. (In Russ.)]. <http://dx.doi.org/10.18821/1728-2802.2019-23-3-4-165-172>
5. Лукашевич Н.А., Форрестер О.Н. Принципы лечения пациентов с переломами нижней челюсти. Стоматолог. Минск. 2022;2:65-70. [N.A. Lukashevich, O.N. Forrester. Principles of treatment of patients with fractures of the mandible. Dentist. Minsk. 2022;2:65-70. (In Russ.)]. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=48548072>
6. Тураханов С.В., Храмова Н.В. К вопросу лечения больных с переломами нижней челюсти. Высшая школа: научные исследования. Материалы Межвузовского международного конгресса. Москва. 2023;1:138-141. [S.V. Turahanov, N.V. Hramova. On the issue of treatment of patients with fractures of the lower jaw. Higher school: scientific research. Materials of the Interuniversity International Congress. Moscow. 2023;1:138-141. (In Russ.)]. DOI: 10.24411/2312-8089-2020-11201
7. Пулатова Ш.К. Сравнительная оценка различных методов иммобилизации костных фрагментов при травмах нижнечелюстной кости. Amaliy va tibbiyot fanlari ilmiy jurnali. 2022;1(6):237-247. [Sh.K. Pulatova. Comparative assessment of various methods of immobilization of bone fragments for injuries of the mandibular bone. Amaliy va tibbiyot fanlari ilmiy jurnali. 2022;1(6):237-247.]. <https://sciencebox.uz/index.php/amaltibbiyot/article/view/4498>

8. Рахимов З.К., Раззаков К.Р. Оптимизация репаративных процессов костной ткани при переломах нижней челюсти. Интегративная стоматология и челюстно-лицевая хирургия. 2022;1(2):188-196. [Z.K. Rahimov, K.R. Razzakov. Optimization of reparative processes of bone tissue in fractures of the lower jaw. Integrative dentistry and maxillofacial surgery. 2022;1(2):188-196. (In Russ.)]. <https://doi.org/10.57231/j.idmfs.2022.1.2.030>
9. Polizzi A., Ronsiville V., Giudice A. Lo Orthodontic approaches in the management of mandibular fractures: a scoping review // Children (Basel). – 2023;10(3):605. DOI: 10.3390/children10030605
10. Эшматов А.А. Ортопедические методы лечения переломов нижней челюсти (обзор литературы). Вестник КГМА имени И.К. Ахунбаева. 2021;2(2):86-96. [A.A. Eshmatov. Orthopedic methods of treatment of fractures of the mandible (literature review). Bulletin of the I.K. Akhunbayev KSMU. 2021;2(2):86-96. (In Russ.)]. <https://vestnik.kgma.kg/index.php/vestnik/article/view/116>
11. Sudheesh K.M., Desai R., Sn S.B., Subhalakshmi S. Evaluation of the mandibular function, after nonsurgical treatment of unilateral subcondylar fracture: A 1-year follow-up study // Craniomaxillofac Trauma Reconstr. – 2016;9:229-234. DOI: 10.1055/s-0036-1584399
12. Choi J.-W., Kim H.B., Jeong W.S. Comparison between intermaxillary fixation with screws and an arch bar for mandibular fracture // J. Craniofacial. Surg. – 2019;30:1787-1789. doi: 10.1097/SCS.00000000000005488.
13. Kumar S., Gupta P., Singh D., Sharma A. Modified treatment protocol for managing mandibular fracture with orthodontic brackets and elastics-a rare case report // J. Indira Gandhi Inst. Med. Sci. – 2020;6:169. doi: 10.1016/j.cjtee.2019.08.006.
14. Гильманова Г.С., Ксембаев С.С., Салахов А.К., Иванов О.А. Разработка и обоснование применения внеротового устройства для лечебной иммобилизации отломков при травматических переломах челюстей. Актуальные вопросы современной медицинской науки и здравоохранения. Материалы VII Международной научно-практической конференции молодых ученых и студентов. Екатеринбург. 2022:2448-2452. [G.S. Gil'manova, S.S. Ksembaev, A.K. Salahov, O.A. Ivanov. Development and justification of the use of an extra-oral device for therapeutic immobilization of fragments in traumatic fractures of the jaws. Topical issues of modern medical science and healthcare. Materials of the VII International Scientific and Practical Conference of Young Scientists and Students. Yekaterinburg. 2022:2448-2452. (In Russ.)]. <http://elib.usma.ru/handle/usma/10113>.
15. Rocca F., Sobrero F., Ravaggi E. European multicenter prospective analysis of the use of maxillomandibular fixation for mandibular fractures treated with open reduction and internal fixation // J. Stomatol. Oral Maxillofac. Surg. – 2022;124:101376. DOI: 10.1016/j.jormas.2022.101376
16. Maloney K., Rutner T. Virtual surgical planning and hardware fabrication prior to open reduction and internal fixation of atrophic edentulous mandible fractures // Craniomaxillofacial. Trauma Reconstr. – 2019;12:156-162. doi: 10.1055/s-0039-1677723
17. Mittal H.C., Yadav S., Shekhawat H. Conservative management of pediatric mandibular distal fractures – A retrospective study // Dent. Traumatol. – 2021;37:321-329. doi: 10.1111/edt.12628
18. Токбергенова А.Т., Пак И.Л., Жахангиров М.Ж., Кулсбаев А.А. Клинико-экономическая оценка жесткой фиксации на зубными шинами при лечении больных с переломами нижней челюсти. Современные проблемы науки и образования. 2020;3:96. [A.T. Tokbergenova, I.L. Pak, M.Zh. ZNahangirov, A.A. Kulesbaev. Clinical and economic assessment of rigid fixation with dental splints in the treatment of patients with mandibular fractures. Modern problems of science and education. 2020;3:96. (In Russ.)]. DOI: 10.17513/spno.29786
19. Матчин А.А., Носов Е.В., Мац Е.Г., Кариакиди С.Х. Структура травматизма, организация помощи и реабилитации больных с переломами костей лица. Актуальные вопросы челюстно-лицевой хирургии и стоматологии. Материалы Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 100-летию со дня рождения профессора В.А. Малышева. Санкт-Петербург. 2022:164-169. [A.A. Matchin, E.V. Nosov, E.G. Mats, S.Kh. Kariakidi. Structure of injuries, organization of care and rehabilitation of patients with facial fractures. Current issues in maxillofacial surgery and dentistry. Materials of the All-Russian scientific and practical conference dedicated to the 100th anniversary of the birth of Professor V.A. Malysheva. Saint Petersburg. 2022:164-169. (In Russ.)]. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=49875590>
20. Qureshi A.A., Reddy U.K., Warad N.M. Intermaxillary fixation screws versus Erich arch bars in mandibular fractures: A comparative study and review of literature // Ann. Maxillofac. Surg. – 2016;6:25-30. doi: 10.4103/2231-0746.186129.
21. Храмова Н.В., Тураханов С.В., Махмудов А.А. Анализ методов лечения больных с переломами нижней челюсти, по данным клинической больницы скорой медицинской помощи (Республика Узбекистан). Вестник науки и образования. 2020;14:40-42. [N.V. Hramova, S.V. Turahanov, A.A. Mahmudov. Analysis of treatment methods for patients with fractures of the lower jaw, according to the clinical emergency hospital (Republic of Uzbekistan). Bulletin of science and education. 2020;14:40-42. (In Russ.)]. DOI: 10.24411/2312-8089-2020-11408
22. Манукян М.К., Костина И.Н. Методы ортопедического лечения (фиксации) при переломах нижней челюсти в теории и на практике. Инновационные технологии в стоматологии. Материалы XXIV Международного юбилейного симпозиума, посвященного 60-летию стоматологического факультета Омского государственного медицинского университета. Сборник статей. Омск. 2017:272-277. [M.K. Manukyan, I.N. Kostina. Methods of orthopedic treatment (fixation) for fractures of the lower jaw in theory and practice. Innovative technologies in dentistry. Materials of the XXIV International Anniversary Symposium dedicated to the 60th anniversary of the Faculty of Dentistry of Omsk State Medical University. Digest of articles. Omsk. 2017:272-277. (In Russ.)]. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=32365112>
23. Дубодел А.А., Форрестер О.Н. Особенности оказания медицинской помощи пациентам при переломе нижней челюсти в области ретенированных зубов 3.8 и 4.8. Стоматология Эстетика Инновации. 2022;6(3):240-245. [A.A. Dubodel, O.N. Forrester. Features of providing medical care to patients with a fracture of the lower jaw in the area of impacted teeth 3.8 and 4.8. Dentistry Aesthetics Innovations. 2022;6(3):240-245. (In Russ.)]. <http://rep.bsmu.by:8080/handle/BSMU/37256>
24. Валиева Л.У., Панкратов А.С., Иванов С.Ю. Динамика восстановления функциональной активности нижней челюсти после переломов и длительной иммобилизации. Клиническая стоматология. 2022;25(4):130-136. [L.U. Valieva, A.S. Pankratov, S.Yu. Ivanov. Dynamics of restoration of functional activity of the lower jaw after fractures and long-term immobilization. Clinical dentistry. 2022;25(4):130-136. (In Russ.)]. DOI:10.37988/1811-153X\_2022\_4\_130.
25. Bell R.B., Thompson L., Amundson M. Peterson's principles of oral and maxillofacial surgery // Springer: Cham, Switzerland. – 2022:581-647. [https://www.academia.edu/43649274/Petersons\\_Principles\\_of\\_Oral\\_and\\_maxillofacial\\_surgery](https://www.academia.edu/43649274/Petersons_Principles_of_Oral_and_maxillofacial_surgery)
26. Митин Н.Е., Золотова М.И., Митина Е.Н. Экспериментальное исследование применения известных вариантов транспортной иммобилизации и сравнение их с оригинальной временной шиной для лечения переломов челюстей. Российский стоматологический журнал. 2020;24(3):122-126. [N.E. Mitin, M.I. Zolotova, E.N. Mitina. An experimental study of the use of known options for transport immobilization and comparison of them with the original temporary splint for the treatment of jaw fractures. Russian dental journal. 2020;24(3):122-126. (In Russ.)]. DOI: 10.17816/1728-2802-2020-24-3-122-126
27. Trupthi D.V., Chowdhury S., Shah A., Singh M. Treatment of mandibular fractures using intermaxillary fixation and vacuum forming splints: a comparative study // J. Maxillofac. Oral Surg. – 2014;13:519-524. doi: 10.1007/s12663-013-0573-9
28. Prathap V., Tarun S., S. Balasubramanian. Do splints play a role in the management of condylar postfracture syndrome after mandibular angle fractures? A randomized controlled clinical trial // J. Oral. Maxillofac. Surg. – 2020;78(2):241-247. doi: 10.1016/j.joms.2019.09.028
29. Durmuş Kocaaslan N., Karadeđ Ünal B., Çavuş Özkan M. Comparison of different treatment techniques in the mandibular condyle fracture // Ulus. Travma. Acil. Cerrahi. Derg. – 2022;28(1):99-106. doi: 10.14744/tjtes.2020.94992
30. Лебедев М.В., Керимова К.И., Захарова И.Ю. Метод фиксации переломов нижней челюсти с применением кортикальных винтов. Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Медицинские науки. 2020;1:13-21. [M.V. Lebedev, K.I. Kerimova, I.Yu. Zaharova. Method of fixation of mandibular fractures using cortical screws. News of higher educational institutions. Volga region. Medical Sciences. 2020;1:13-21. (In Russ.)]. DOI 10.21685/2072-3032-2020-1-2
31. Ешиев А.М., Эшматов А.А. Анализ ортопедического и хирургического метода лечения переломов нижней челюсти в челюстно-лицевой хирургии Национального госпиталя Кыргызской Республики. Новости науки: естественные и технические науки. Сборник материалов XXIII-ой международной очно-заочной научно-практической конференции. Москва. 2023:101. [A.M. Eshiev, A.A. Eshmatov. Analysis of the orthopedic and surgical method of treatment of mandibular fractures in maxillofacial surgery of the National Hospital of the Kyrgyz Republic. Science news: natural and technical sciences. Collection of materials from the XXIII International Intramural and Correspondence Scientific and Practical Conference. Moscow. 2023:101. (In Russ.)]. doi: 10.18411/trnio-04-2023-338
32. Тураханов С., Храмова Н. Новый подход к лечению перелома нижней челюсти // Евразийский журнал медицинских и естественных наук. 2023;3(8):65-67. [S. Turahanov, N. Hramova. A new approach to treatment of mandibular fracture. Eurasian Journal of Medical and Natural Sciences. 2023;3(8):65-67. (In Russ.)]. DOI: 10.24411/2312-8089-2020-11408
33. Тураханов С.В., Храмова Н.В., Махмудов А.А. Метод хирургического лечения сложного перелома нижней челюсти. Вестник экспериментальной и клинической хирургии. 2022;15(1):70-73. [S.V. Turahanov, N.V. Hramova, A.A. Mahmudov. Method of surgical treatment of complex fracture of the lower jaw. Bulletin of experimental and clinical surgery. 2022;15(1):70-73. (In Russ.)]. DOI: 10.18499/2070-478X-2022-15-1-70-73
34. Афанасьев В.В. Хирургическая стоматология. Москва. 2016:400. [V.V. Afanas'ev. Surgical dentistry. Moscow. 2016:400. (In Russ.)]. [https://e-library.sammu.uz/uploads/books/Rus%20tilidagi%20adabiyotlar/%D0%A1%D1%82%D0%BE%D0%BC%D0%B0%D1%82%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D0%B8%D1%8F%D0%A5%D0%B8%D1%80%D1%83%D1%80%D0%B3%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B0%D1%8F\\_%D1%81%D1%82%D0%BE%D0%BC%D0%B0%D1%82%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D0%B8%D1%8F\\_%D0%92\\_%D0%92\\_%D0%90%D1%84%D0%B0%D0%BD%D0%B0%D1%81%D1%8C%D0%B5%D0%B2%D0%B0.pdf](https://e-library.sammu.uz/uploads/books/Rus%20tilidagi%20adabiyotlar/%D0%A1%D1%82%D0%BE%D0%BC%D0%B0%D1%82%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D0%B8%D1%8F%D0%A5%D0%B8%D1%80%D1%83%D1%80%D0%B3%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B0%D1%8F_%D1%81%D1%82%D0%BE%D0%BC%D0%B0%D1%82%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D0%B8%D1%8F_%D0%92_%D0%92_%D0%90%D1%84%D0%B0%D0%BD%D0%B0%D1%81%D1%8C%D0%B5%D0%B2%D0%B0.pdf)
35. Ешиев А.М., Эшматов А.А., Сабиров С.А. Зависимость тактики лечения травматических повреждений челюстно-лицевой области от характера травмы. Журнал экспериментальной, клинической и профилактической медицины. 2022;104(1):39-45. [A.M. Eshiev, A.A. Eshmatov, S.A. Sabirov. Dependence of treatment tactics for traumatic injuries of the maxillofacial area on the nature of the injury. Journal of Experimental, Clinical and Preventive Medicine. 2022;104(1):39-45. (In Russ.)]. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=43160605>

36. Mansuri Z., Dhuvad J., Anchlia S. Comparison of three different approaches in treatment of mandibular condylar fractures - Our experience // *Natl. J. Maxillofac. Surg.* – 2023;14(2):256-263. doi: 10.4103/njms.njms\_485\_21
37. Cortese A., Catalano S., Howard C.M. New minimally invasive intraoral procedure for condylar fractures: clinical presentation and considerations on current techniques // *J. Craniofac. Surg.* – 2022;33(3):245-247. doi: 10.1097/SCS.00000000000008028
38. Краснов А.Н., Тимофеев С.Г., Кокорин Д.А., Соркина О.А. Клинико-морфологические аспекты переломов нижней челюсти. Приднепровский научный вестник. 2023;5(2):57-63. [A.N. Krasnov, S.G. Timofeev, D.A. Kokorin, O.A. Sorkina. Clinical and morphological aspects of mandibular fractures. Pridneprovsky Scientific Bulletin. 2023;5(2):57-63. (In Russ.)]. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=53774610>
39. Эшматов А.А. Хирургический способ лечения переломов нижней челюсти (обзор литературы). *Alatoo Academic Studies.* 2021;3:360-369. [A.A. Eshmatov. Surgical method for treating mandibular fractures (literature review). *Alatoo Academic Studies.* 2021;3:360-369. (In Russ.)]. DOI: 10.17015/aas.2021.213.039
40. Леванова М.М., Казимагомедов Э.С., Цинганис Е.Д., Корнилов А.Г. Остеосинтез переломов костей лица. Приднепровский научный вестник. 2022;2(2):21-23. [M.M. Levanova, E.S. Kazimagomedov, E.D. Cinganis, A.G. Kornilov. Osteosynthesis of facial bone fractures. Pridneprovsky Scientific Bulletin. 2022;2(2):21-23. (In Russ.)]. DOI: 10.5281/zenodo.1146993
41. Проскурнова Д.В., Бенделиани Г.Г., Зленко А.С. Причины, частота и характер воспалительных осложнений переломов нижней челюсти. Актуальные проблемы экспериментальной и клинической медицины. Сборник статей 81-й международной научно-практической конференции молодых ученых и студентов. Волгоград. 2023:395-396. [D.V. Proskurnova, G.G. Bendeliani, A.S. Zlenko. Causes, frequency and nature of inflammatory complications of mandibular fractures. Current problems of experimental and clinical medicine. Collection of articles of the 81st international scientific and practical conference of young scientists and students. Volgograd. 2023:395-396. (In Russ.)]. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=53747569>
42. Elsayed S.A., Abdullah A.A.B., Dar-Odeh N., Altaweel A.A. Intraoral wound dehiscence after open reduction internal fixation of mandibular fractures: a retrospective cohort study // *Wounds. Compend. Clin. Res. Pract.* – 2021;33:60-64. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33793410/>
43. Domingo F., Dale E., Gao C. A single-center retrospective review of postoperative infectious complications in the surgical management of mandibular fractures: postoperative antibiotics add no benefit // *J. Trauma. Acute. Care. Surg.* – 2016;81:1109-1114. doi: 10.1097/TA.0000000000001232.
44. Абдуллаев Ш.Ю., Халилов А.А., Юсупова Д.З. Аспекты современного лечения переломов нижней челюсти: обзор литературы. in *Library.* 2021;2(2):190-195. [Sh.Yu. Abdullaev, A.A. Halilov, D.Z. Yusupova. Aspects of modern treatment of mandibular fractures: a review of the literature. in *Library.* 2021;2(2):190-195. (In Russ.)]. <https://journals.scinnovations.uz/index.php/aposo/article/view/225>
45. Матвеев Р.С., Осипова А.В., Трубин В.В. Система для внутрикостного остеосинтеза при переломах в челюстно-лицевой области. Современные проблемы науки и образования: материалы международных научных конференций, проведенных Академией Естественных Наук (Международной ассоциацией ученых, преподавателей и специалистов). Москва. 2022;XXIII:41-43. [R.S. Matveev, A.V. Osipova, V.V. Trubin. Система для внутрикостного остеосинтеза при переломах в челюстно-лицевой области. Современные проблемы науки и образования: материалы международных научных конференций, проведенных Академией Естественных Наук (Международной ассоциацией ученых, преподавателей и специалистов). Москва. 2022;XXIII:41-43. (In Russ.)]. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=50780520>
46. Ravikumar C., Bhoj M. Evaluation of postoperative complications of open reduction and internal fixation in the management of mandibular fractures: A retrospective study // *Indian J. Dent. Res. Off. Publ. Indian Soc. Dent. Res.* – 2019;30(1):94-96. doi: 10.4103/ijdr.IJDR\_116\_17
47. Андриясов В.А., Зленко А.С., Симакова М.М. Оценка эффективности применяемых оперативных методов лечения переломов нижней челюсти. Актуальные проблемы экспериментальной и клинической медицины: сборник статей. 80-я международная научно-практическая конференция молодых ученых и студентов. Волгоград. 2023:247-248. [V.A. Andriyasov, A.S. Zlenko, M.M. Simakova. Assessing the effectiveness of used surgical methods for treating mandibular fractures. Current problems of experimental and clinical medicine: collection of articles. 80th international scientific and practical conference of young scientists and students. Volgograd. 2023:247-248. (In Russ.)]. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=43840129>
48. Bonavolontà P., Orabona G.D., Cama A. The role of a deep neuromuscular block in the treatment of mandibular subcondylar fractures // *J. Craniofac. Surg.* – 2021;32(3):227-230. doi: 10.1097/SCS.00000000000006958.
49. Павлов О.М. Хирургическое лечение переломов мышечковых отростков нижней челюсти. Стоматология. Эстетика. Инновации. 2021;5(4):373-385. [O.M. Pavlov. Surgical treatment of fractures of the condylar processes of the lower jaw. *Dentistry. Aesthetics. Innovation.* 2021;5(4):373-385. (In Russ.)]. DOI: 10.34883/PI.2021.5.4.006
50. Хасанов А., Хакимов А., Абобакиров Д. Внутриротовой остеосинтез переломов нижней челюсти. *Stomatologiya.* 2019;1(4):31-33. [A. Hasanov, A. Hakimov, D. Abobakirov. Intraoral osteosynthesis of mandibular fractures. *Dentistry.* 2019;1(4):31-33. (In Russ.)]. <http://dx.doi.org/10.26739/2091-5845-2019-4-7>
51. Тараев А.Ю., Ушаков Р.В. Обоснование применения внутриротового устройства для фиксации переломов нижней челюсти. *Стоматология для всех.* 2022;1:4-11. [A.Yu. Tarayev, R.V. Ushakov. Rationale for the use of an intraoral device for fixation of mandibular fractures. *Dentistry for everyone.* 2022;1:4-11. (In Russ.)]. DOI: 10.35556/idr-2022-1(98)4-11
52. Савельев А.Л., Самуткина М.Г. Современный подход к лечению пациентов с переломами нижней челюсти. Оперативная хирургия и клиническая анатомия (Пироговский научный журнал). 2021;5(1):29-34. [A.L. Savel'ev, M.G. Samutkina. Modern approach to the treatment of patients with mandibular fractures. *Operative surgery and clinical anatomy (Pirogov scientific journal).* 2021;5(1):29-34. (In Russ.)]. DOI: 10.17116/operhirurg2021501129
53. Olivetto M., Bettoni J., Bouaoud J. Use of an occlusal splint and intraoperative imaging with an intraoral approach in the management of mandibular subcondylar fractures // *J. Craniofac. Surg.* – 2020;48(8):751-755. doi: 10.1016/j.jcms.2020.05.005
54. Анарбоев Л., Хайитмуродов Д., Шогийсов Ш., Зайнутдинов М. Оптимизация лечения перелома нижней челюсти. Дни молодых учёных. 2022;1:33-35. [L. Anarboev, D. Hajitmuradov, Sh. Shogiyosov, M. Zajnutdinov. Optimization of treatment of mandibular fracture. *Days of young scientists.* 2022;1:33-35. (In Russ.)]. <https://inlibrary.uz/index.php/young-scientists/article/view/15037>
55. Ткачева А.А., Попова В.Д. Компрессионный остеосинтез при лечении переломов нижней челюсти. Актуальные проблемы экспериментальной и клинической медицины: сборник статей 81-й международной научно-практической конференции молодых ученых и студентов. Волгоград. 2023:387-388. [A.A. Tkacheva, V.D. Popova. Compression osteosynthesis in the treatment of mandibular fractures. Current problems of experimental and clinical medicine: collection of articles of the 81st international scientific and practical conference of young scientists and students. Volgograd. 2023:387-388. (In Russ.)]. ISBN 978-5-9652-0851-7
56. Ravikumar C., Bhoj M. Evaluation of postoperative complications of open reduction and internal fixation in the management of mandibular fractures: A retrospective study // *Indian J. Dent. Res. Off. Publ. Indian Soc. Dent. Res.* – 2019;30(1):94-96. doi: 10.4103/ijdr.IJDR\_116\_17
57. Kostares E., Kostare G., Kostares M., Kantzanou M. Prevalence of surgical site infections after open reduction and internal fixation for mandibular fractures: a systematic review and meta-analysis // *Sci. Rep.* – 2023;13(1):11174. doi: 10.1038/s41598-023-37652-6.
58. Матчин А.А., Стадников А.А., Носов Е.В., Клевцов Г.В. Остеосинтез экспериментальных переломов нижней челюсти мини-пластинами из наноструктурированного титана. Актуальные вопросы современной медицины. Материалы VI Международной научно-практической конференции Прикаспийских государств. Астрахань. 2022:60-64. [A.A. Matchin, A.A. Stadnikov, E.V. Nosov, G.V. Klevcov. Osteosynthesis of experimental fractures of the lower jaw with mini-plates made of nanostructured titanium. Current issues of modern medicine. Materials of the VI International Scientific and Practical Conference of the Caspian States. Astrakhan. 2022:60-64. (In Russ.)]. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=48934016>
59. Kerdoud O., Aloua R., Kaouani A., Slimani F. Management of mandibular angle fractures through single and two mini-plate fixation systems: Retrospective study of 112 cases // *Int. J. Surg. Case. Rep.* – 2021;80:105690. doi: 10.1016/j.ijscr.2021.105690.
60. Колоева Ф.Р., Магомедова А.М., Хайрулинова К.Г., Шиленкова Е.А. Область применения титановых мини-пластин у пациентов с травмами костей челюстно-лицевой области. Стоматология - наука и практика, перспективы развития. Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 90-летию со дня рождения профессора В.Ю. Миликевича. Волгоград. 2022:100-101. [F.R. Koloeva, A.M. Magomedova, K.G. Hajrulinova, E.A. Shilenkova. Scope of application of titanium mini-plates in patients with bone injuries of the maxillofacial area. *Dentistry - science and practice, development prospects. Materials of the International Scientific and Practical Conference dedicated to the 90th anniversary of the birth of Professor V.Yu. Milikevich.* Volgograd. 2022:100-101. (In Russ.)]. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=50097980>
61. Sweta S., Raj N., Malik M. Efficacy of locking miniplates in managing mandibular fractures without intermaxillary fixation // *J. Pharm. Bioallied. Sci.* – 2022;14(1):131-134. doi: 10.4103/jpbs.jpbs\_534\_21
62. Ксантопулос В.Г. Методы обследования и хирургического лечения пациентов с переломами мышечкового отростка. *Forcep.* 2022;5(S3):764-765. [V.G. Ksantopoulos. Methods of examination and surgical treatment of patients with condylar process fractures. *Forcep.* 2022;5(S3):764-765. (In Russ.)]. <https://ojs3.gpmu.org/index.php/forcep/article/view/5324>
63. Панкратов А.С., Каралкин А.В., Гоширидзе З.П. Вопросы оказания медицинской помощи при переломах нижней челюсти у лиц старшего возраста. Российский стоматологический журнал. 2019;23(3-4):165-172. [A.S. Pankratov, A.V. Karalkin, Z.P. Gociridze. Issues of medical care for fractures of the lower jaw in older people. *Russian dental journal.* 2019;23(3-4):165-172. (In Russ.)]. DOI: 10.18821/1728-2802-2019-23-3-4-165-172
64. Ay N., Yildirimturk Dogan S., Sirin Y. The biomechanical stability of miniplate osteosynthesis configurations in bilateral mandibular angle fractures // *J. Oral. Sci.* – 2023;31:1-5. doi: 10.2334/josnusd.23-0164
65. Adhikari M., Bhatt K., Yadav R. Fixation of subcondylar fractures of the mandible: a randomized clinical trial comparing one trapezoidal plate with two miniplates // *Int. J. Oral Maxillofac. Surg.* – 2021;50:756-762. doi: 10.1016/j.ijom.2020.10.009

66. Scott C., Ramakrishnan K., Vivek N. Does three-dimensional plate offer better outcome and reduce the surgical time following open reduction and internal fixation of adult mandibular unilateral subcondylar fractures: a randomized clinical study // *J. Oral Maxillofac. Surg.* – 2021;79:1330. doi: 10.1016/j.joms.2020.12.023
67. Pickrell B.B., Serebrakian A.T., Maricevich R.S. Mandible fractures // *Semin. Plast. Surg.* – 2017;31(2):100-107. doi: 10.1055/s-0037-1601374.
68. Marwan H., Sawatari Y. What is the most stable fixation technique for mandibular condyle fracture? // *J. Oral. Maxillofac. Surg.* – 2019;77(12):2522.e1-2522.e12. doi: 10.1016/j.joms.2019.07.012.
69. Kozakiewicz M., Zieliński R., Krasowski M., Okulski J. Forces causing one-millimeter displacement of bone fragments of condylar base fractures of the mandible after fixation by all available plate designs // *Materials.* – 2019;12:3122. doi: 10.3390/ma12193122.
70. Chatterjee A., Gunashekhar S., Karthic R. Comparison of single versus two non-compression miniplates in the management of unfavourable angle Fracture of the mandible original research // *J. Pharm. Bioallied. Sci.* – 2023;15(1):486-489. doi: 10.1007/s10006-018-0684-z.
71. Носов Е.В., Волков Д.А., Лихачев Р.Ю., Постернак В.Д. Морфологические особенности репаративной регенерации костной ткани при использовании медицинских изделий, изготовленных из наноструктурированного крупнозернистого титана. Всероссийские студенческие Ломоносовские чтения. Сборник статей Всероссийской научно-практической конференции. Петрозаводск. 2022;2:332-338. [E.V. Nosov, D.A. Volkov, R. Yu. Lihachev, V.D. Posternak. Morphological features of reparative regeneration of bone tissue when using medical devices made of nanostructured coarse-grained titanium. All-Russian student Lomonosov readings. Collection of articles of the All-Russian Scientific and Practical Conference. Petrozavodsk. 2022;2:332-338. (In Russ.)]. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=48013575>
72. Горбачев Ф.А., Ярощик Т.М., Волков О.Е., Вечерская А.А. Хирургическое лечение множественных травматических переломов нижней челюсти. Современная стоматология. 2021;3:2-7. [F.A. Gorbachev, T.M. Yaroshchik, O.E. Volkov, A.A. Vecherskaya. Surgical treatment of multiple traumatic fractures of the lower jaw. Modern dentistry. 2021;3:2-7. (In Russ.)]. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=47272048>
73. Старковский К.И., Рубежов А.Л., Яременко А.И. Возможность применения фиксаторов из титана с биологически модифицированной поверхностью для остеосинтеза нижней челюсти. Медицина и образование. 2022;1:16-20. [K.I. Starkovskij, A.L. Rubezhov, A.I. Yaremenko. Possibility of using titanium retainers with a biologically modified surface for osteosynthesis of the lower jaw. Medicine and education. 2022;1:16-20. (In Russ.)]. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=50456445>
74. Князева О.О., Семенова Г.В., Доментьева М.В., Соркина О.А. Применение фиксирующих конструкций с эффектом памяти формы при переломах нижней челюсти. Уральский научный вестник. 2023;7(1):57-60. [O.O. Knyazeva, G.V. Semenova, M.V. Doment'eva, O.A. Sorkina. The use of fixation structures with a shape memory effect for fractures of the lower jaw. Ural Scientific Bulletin. 2023;7(1):57-60. (In Russ.)]. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=54142747>
75. Ben Achour A., Meißner H., Teicher U. Biomechanical evaluation of mandibular condyle fracture osteosynthesis using the rhombic three-dimensional condylar fracture plate // *J. Oral. Maxillofac. Surg.* – 2019;77(9):1868.e1-1868.e15. doi: 10.1016/j.joms.2019.04.020.
76. Kozakiewicz M., Gabryelczak I. Bone union quality after fracture fixation of mandibular head with compression magnesium screws // *Materials (Basel).* – 2022;15(6):2230. Doi.org/: 10.3390/ma15062230
77. Эшматов А.А., Ешиев А.М. Оценка различных методов лечения больных с переломами нижней челюсти по архивным материалам ОМОКБ. Евразийское Научное Объединение. 2020;7:202-207. [A.A. Eshmatov, A.M. Eshiev. Evaluation of various methods of treatment of patients with fractures of the lower jaw based on archival materials from the Moscow Regional Medical Clinical Hospital. Eurasian Scientific Association. 2020;7:202-207. (In Russ.)]. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=43840129>
78. Kozakiewicz M., Okulski J., Krasowski M. Which of 51 plate designs can most stably fixate the fragments in a fracture of the mandibular condyle base? // *J. Clin. Med.* – 2023;12(13):4508. doi: 10.3390/jcm12216705.
79. Zieliński R., Kozakiewicz M., Konieczny B. Mechanical evaluation of titanium plates for osteosynthesis high neck condylar fracture of mandible // *Materials.* – 2020;13:592. doi: 10.3390/ma13030592.
80. Sukegawa S., Kanno T., Masui M. Which fixation methods are better between three-dimensional anatomical plate and two miniplates for the mandibular subcondylar fracture open treatment? // *J. Cranio-Maxillofac. Surg.* – 2019;47:771-777. doi: 10.1016/j.jcms.2019.01.033.
81. Sikora M., Chećniński M., Sielski M., Chlubek D. The use of 3D titanium miniplates in surgical treatment of patients with condylar fractures // *J. Clin. Med.* – 2020;9(9):2923. doi: 10.3390/jcm9092923.
82. Эркин У.Ж. Анализ эффективности хирургического лечения открытых переломов нижней челюсти (литературный обзор). Потенциал современной науки. 2016;8(25):40-47. [U.Zh. Erkin. Analysis of the effectiveness of surgical treatment of open fractures of the lower jaw (literature review). The potential of modern science. 2016;8(25):40-47. (In Russ.)]. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=27405541>

DOI: 10.18481/2077-7566-2024-20-1-45-51

УДК: 616-093/-098

## РОЛЬ МОЛЕКУЛЯРНО-ГЕНЕТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ИССЛЕДОВАНИЙ В ЭТИОПАТОГЕНЕЗЕ ОСТЕОМИЕЛИТА ЧЕЛЮСТЕЙ

Файзуллина Г. А., Мирсаева Ф. З.

Башкирский государственный медицинский университет, г. Уфа, Россия

### Аннотация

**Предмет исследования** — значение молекулярно-генетических методов исследования в изучении этиопатогенеза остеомиелита челюстей.

**Цель работы** — представить актуальную информацию исследователям, врачам-стоматологам-хирургам, челюстно-лицевым хирургам по возможностям молекулярно-генетических исследований в вопросах выявления бактериальных патогенов при остеомиелите челюстей, а также отразить генетические маркеры факторов патогенности ряда основных возбудителей заболевания.

**Методология.** Использованы международные научные базы данных PubMed, ScienceDirect, Scopus, Cochrane Collaboration, Elsevier, а также электронные каталоги eLIBRARY.RU и КиберЛенинка.

**Результаты.** Обзор публикаций продемонстрировал, что *S. aureus* и *S. Epidermidis* доминируют в этиологическом спектре возбудителей инфекционных процессов костной ткани. Участие данных микроорганизмов определяется целым спектром факторов патогенности. В патогенезе остеомиелита и прогрессировании заболевания главную роль играют токсины и гены лейкоцидин Пантона–Валентайна (PVL). Показано, что патогенные бактерии *Porphyromonas gingivalis* и *Aggregatibacter actinomycetemcomitans* способны индуцировать дифференцированную продукцию цитокинов. Наибольшее внимание привлекает *E. faecium*, который проявляет мультирезистентность к широкому спектру антибиотиков. Доля инфекций, опосредованных *S. epidermidis*, *S. Saprophyticus* составляет, в среднем, порядка 25% случаев. Доля представителей грамотрицательной флоры *Escherichia*, *Klebsiella*, *Enterobacter*, *Citrobacter*, *Proteus*, *Providencia*, *Serratia* достигает 23% случаев. Патогенные нозокомиальные штаммы *P. aeruginosa* также вовлечены в формирование хронического воспаления при остеомиелите. По результатам опубликованных исследований, более трети случаев хронического остеомиелита опосредовано микробными ассоциациями, в составе которых доминируют *S. aureus*, *S. epidermidis* и реже *E. faecalis*.

**Выводы.** Применение ПЦР-анализа для идентификации возбудителей остеомиелита и амплификация генов с использованием специфичных праймеров имеет огромное преимущество перед рутинными микробиологическими тестами, являясь информативным методом исследования факторов патогенности основных возбудителей. Высокая значимость молекулярно-генетических методов в изучении этиопатогенеза остеомиелита челюстей требует их широкого применения в клинике хирургической стоматологии и челюстно-лицевой хирургии для успешного решения сложных задач по реабилитации пациентов с данным заболеванием.

**Ключевые слова:** обзор литературы, остеомиелит челюсти, ПЦР, молекулярно-генетические методы исследования, генетические маркеры возбудителей остеомиелита

Авторы заявили об отсутствии конфликта интересов.

Гузель Ахтямовна ФАЙЗУЛЛИНА ORCID ID 0000-0002-0855-6578

к.м.н., доцент кафедры хирургической стоматологии, Башкирский государственный медицинский университет, г. Уфа, Россия  
flamingo004@yandex.ru

Фания Зартиновна МИРСАЕВА ORCID ID 0000-0002-8956-0690

д.м.н., профессор, профессор кафедры хирургической стоматологии, Башкирский государственный медицинский университет, г. Уфа, Россия  
faniya-mirsaeva@mail.ru

Адрес для переписки: Гузель Ахтямовна ФАЙЗУЛЛИНА  
450057, Респ. Башкортостан, г. Уфа, ул. Новомостовая, 8–202  
+7 (917) 4096767  
flamingo004@yandex.ru

### Образец цитирования:

Файзуллина Г. А., Мирсаева Ф. З.

РОЛЬ МОЛЕКУЛЯРНО-ГЕНЕТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ИССЛЕДОВАНИЙ В ЭТИОПАТОГЕНЕЗЕ  
ОСТЕОМИЕЛИТА ЧЕЛЮСТЕЙ. Проблемы стоматологии. 2024; 1: 45-51.

© Файзуллина Г. А. и др., 2024

DOI: 10.18481/2077-7566-2024-20-1-45-51

Поступила 14.10.2023. Принята к печати 23.02.2024

DOI: 10.18481/2077-7566-2024-20-1-45-51

## ROLE OF MOLECULAR GENETIC RESEARCH METHODS IN THE ETIOPATHOGENESIS OF OSTEOMYELITIS OF THE JAWS

Fayzullina G.A., Mirsaeva F.Z.

*Bashkir State Medical University, Ufa, Russia*

### Annotation

**The subject of the study** is the importance of molecular genetic research methods in the study of the etiopathogenesis of osteomyelitis of the jaws.

**The purpose of the work** is to provide up-to-date information to researchers, dental surgeons, and maxillofacial surgeons on the possibilities of molecular genetic research in identifying bacterial pathogens in osteomyelitis of the jaws, as well as to reflect genetic markers of pathogenicity factors for a number of the main causative agents of the disease.

**Methodology.** International scientific databases PubMed, ScienceDirect, Scopus, Cochrane Collaboration, Elsevier, as well as electronic catalogs eLIBRARY.RU and CyberLeninka.ru were used.

**Results.** A review of publications demonstrated that *S. aureus* and *S. epidermidis* dominate the etiological spectrum of causative agents of bone tissue infections. The participation of these microorganisms is determined by a whole range of pathogenicity factors. Toxins and Panton-Valentine leukocidin (PVL) genes play a major role in the pathogenesis of osteomyelitis and disease progression. It has been shown that the pathogenic bacteria *Porphyromonas gingivalis* and *Aggregatibacter actinomycetemcomitans* are capable of inducing differentiated production of cytokines. The most attention has been attracted to *E. faecium*, which exhibits multidrug resistance to a wide range of antibiotics. The proportion of infections mediated by *S. epidermidis* and *S. saprophyticus* is, on average, about 25% of cases. The proportion of representatives of gram-negative flora *Escherichia*, *Klebsiella*, *Enterobacter*, *Citrobacter*, *Proteus*, *Providencia*, *Serratia* reaches 23% of cases. Pathogenic nosocomial strains of *P. aeruginosa* are also involved in the formation of chronic inflammation in osteomyelitis. According to the results of published studies, more than a third of cases of chronic osteomyelitis are mediated by microbial associations, which are dominated by *S. aureus*, *S. epidermidis* and, less commonly, *E. faecalis*.

**Conclusions.** The use of PCR analysis to identify the causative agents of osteomyelitis and gene amplification using specific primers has a huge advantage over routine microbiological tests, being an informative method for studying the pathogenicity factors of the main pathogens. The high importance of molecular genetic methods in the study of the etiopathogenesis of osteomyelitis of the jaws requires their widespread use in the clinic of surgical dentistry and maxillofacial surgery to successfully solve complex problems in the rehabilitation of patients with this disease.

**Keywords:** literature review, osteomyelitis of the jaw, PCR, molecular genetic research methods, genetic markers of osteomyelitis pathogens

The authors declare no conflict of interest.

**Guzel A. FAYZULLINA** ORCID ID 0000-0002-0855-6578

PhD in Medical Sciences, Associate Professor of the Department of Surgical Dentistry, Bashkir State Medical University, Ufa, Russia  
flamingo004@yandex.ru

**Faniya Z. MIRSAEVA** ORCID ID 0000-0002-8956-0690

Grand PhD in Medical Sciences, Professor, Professor of the Department of Surgical Dentistry, Bashkir State Medical University, Ufa, Russia  
faniya-mirsaeva@mail.ru

**Correspondence address: Guzel A. FAYZULLINA**

450057, Republic of Bashkortostan, Ufa, Novomostovaya 8–202

+7 (917) 4096767

flamingo004@yandex.ru

### For citation:

Fayzullina G.A., Mirsaeva F.Z.

ROLE OF MOLECULAR GENETIC RESEARCH METHODS IN THE ETIOPATHOGENESIS OF OSTEOMYELITIS OF THE JAWS. *Actual problems in dentistry*. 2024; 1: 45-51. (In Russ.)

© Fayzullina G.A. et al., 2024

DOI: 10.18481/2077-7566-2024-20-1-45-51

Received 14.10.2023. Accepted 23.02.2024

Идентификация возбудителей хронического остеомиелита является ключом к успешной терапии заболевания. Вместе с тем, чувствительность рутинных микробиологических анализов недостаточно высока.

Полимеразная цепная реакция (ПЦР) — метод молекулярной диагностики, известный еще с конца прошлого века. Она позволяет определить наличие возбудителя заболевания, даже если в пробе присутствует всего несколько молекул ДНК возбудителя. ПЦР также позволяет диагностировать наличие долго растущих возбудителей, не прибегая к трудоемким микробиологическим методам. Несмотря на то, что на современном этапе молекулярно-генетические методы на основе ПЦР имеют огромную диагностическую ценность [1–6], в клиниках хирургической стоматологии и челюстно-лицевой хирургии они не нашли широкого применения.

Совместное использование классических методов микробиологических тестов и ПЦР-анализа привело к обнаружению патогена в 62,8% случаев [1]. Высокая чувствительность молекулярно-генетических методов на основе полимеразной цепной реакции при идентификации возбудителей инфекционного процесса определила поиск актуальных для клинической практики генетических праймеров [6, 7].

**Цель исследования** — представить актуальную информацию исследователям, врачам-стоматологам-хирургам, челюстно-лицевым хирургам по возможностям молекулярно-генетических исследований в вопросах выявления бактериальных патогенов при остеомиелите челюстей, а также отразить генетические маркеры факторов патогенности ряда основных возбудителей заболевания.

#### Материалы и методы

Проведена поисковая работа с использованием международных научных баз данных PubMed, ScienceDirect, Scopus, Cochrane Collaboration, Elsevier, а также электронных каталогов eLIBRARY.RU и CyberLeninka.ru по микробиологическим аспектам этиологии остеомиелита челюстей.

#### Результаты

А.К. Szafranska и соавт. [8] в экспериментах *in vivo*, проанализировав транскрипционную адаптацию *S. aureus* при инфекции костной ткани, определили транскриптом возбудителя при острой и хронической фазах воспаления. Используя РНК-секвенирование, А.К. Szafranska и соавт. [8] оценили в общей сложности 180 генов, экспрессируемых *S. aureus* при острой или хронической инфекции костной ткани. В результате проведенного исследования было показано, что при остром остеомиелите *S. aureus* индуцировал транскрипцию генов, обеспечивающих метаболическую адаптацию, уклонение от иммунитета и репликацию.

Во время хронической фазы воспаления *S. aureus* трансформировал транскрипционный ответ с пролиферативного режима на персистентный, вероятно, из-за серьезного дефицита в поставках питательных веществ. А.К. Szafranska и соавт. [8] показали, что только во время инфекции *S. aureus* экспрессирует ряд генов, кодирующих секреторные протеолитические ферменты (*aur*, *sspA*, *sspB*, *scpA* и *splABCEF*). Как отмечают авторы публикации, в образцах костной ткани человека регистрируется высокая экспрессия гена *sspB*. Преимущественно во время хронического остеомиелита *S. aureus* индуцировался путь, кодируемый опероном аргининдеиминазы (*arc*). Этот путь позволяет *S. aureus* использовать аргинин в качестве источника энергии в анаэробных условиях.

Огромный массив детерминант вирулентности *S. aureus* очень строго контролируется генами двухкомпонентных регуляторных систем *agrAC* и *saeRS*, а также семейством генов *sarA* [8, 9]. В экспериментальном исследовании А.К. Szafranska и соавт. показали, что при инфекции костной ткани снижается экспрессия *agr*, тогда как локусы, кодирующие систему *saeRS*, экспрессировались на очень высоком уровне [8]. В то же время известно, что полиморфизм аминокислотной последовательности аутоиндуцирующего пептида и его соответствующего рецептора (*agrC*) позволяет выделить четыре основные группы штаммов *S. aureus*. Есть данные, отражающие связь различных нозологий с представителями определенной *agr*-группы. S. Jarraud и соавт. [9] исследовали связь между группами *agr S. aureus* и различными нозологическими формами гнойно-воспалительной патологии человека. Анализируемые штаммы *S. aureus* были получены от бессимптомных носителей (n = 14), пациентов с гнойной инфекцией (n = 66) и пациентов с острой токсемией (n = 114). В цитируемой публикации приводятся олигонуклеотидные праймеры и эталонные штаммы, используемые для обнаружения гена токсинов и факторов вирулентности *S. aureus*. S. Jarraud и соавт. [9] методом ПЦР-анализа изучили распределение группы *agr* и 24 генов токсинов в штаммах *S. aureus* и резюмировали, что штаммы *S. aureus*, ассоциированные с гнойными инфекциями, в основном принадлежали к филогенетической группе AF2 и группам Agr I и II. В то же время, по данным цитируемого исследования, часть штаммов, ассоциированных с развитием остеомиелита, принадлежит к филогенетической группе AF3 и Agr-III типу; они являются наиболее частой причиной токсического шока.

Более высокая экспрессия локуса *sarA* может быть ответственна за высокий уровень генов, кодирующих фибронектин- и фибриноген-связывающие белки, а также генов, кодирующих  $\alpha$ -,  $\beta$ - и  $\delta$ -токсины при острой и хронической фазах воспаления костной ткани [8, 10]. Результаты, полученные на экспериментальных моделях, позволяют предположить, что штаммы *S. aureus*, которые специфически экспрессируют рецепторы для костного

сиалопротеина, коллагена и фибронектина, связаны с остеомиелитом и артритом [11–14]. Известно, что существует два фибронектин-связывающих белка (FnbpA и -B) и три рецептора для фибриногена (факторы коагуляции A и B [ClfA и -B] и фибриноген-связывающий белок [Fib]). Кроме того, некоторые MSCRAMM связываются с более чем одной молекулой матрицы (например, FnbpA связывается как с фибронектином, так и с фибриногеном) [11, 15]. Методом мультиплексного ПЦР-анализа A. Tristan и соавт. [11] проанализировали распределение девяти генов MSCRAMM в изолятах *S. aureus* от пациентов с инвазивными инфекциями и бессимптомных носителей. A. Tristan и соавт. [11] приводят перечень нуклеотидных последовательностей и размеров ампликонов для геноспецифических олигонуклеотидных праймеров *S. aureus*. В результате проведенного анализа было показано, что для штаммов *S. aureus*, ассоциированных с остеомиелитом, характерно наличие bbr специфического гена системы MSCRAMM [11]. Экспериментально показано, что в условиях хронической инфекции индуцировалась система RelA/SpoT. Инвазия костной ткани *S. aureus* ассоциирована с генами, кодирующими такие токсины, как  $\alpha$ -гемолизин,  $\gamma$ -гемолизин (*hlgAB*, *hlgCB*), и лейкоцидины (*LukED*, *LukAB*), а также гены, кодирующие фенол-растворимые модулины (PSM) [8, 16].

В серии экспериментальных исследований на животных моделях была продемонстрирована перспектива применения ПЦР-анализа при идентификации *S. aureus* в образцах костной ткани [2, 3, 8]. При моделировании экспериментального хронического травматического остеомиелита у мышей K. Nishitani и соавт. [2] получили отрицательные результаты рутинного микробиологического исследования в 80% случаев инфицирования *S. aureus*, тогда как методом ПЦР возбудитель был идентифицирован у 87,5% животных. Используемые последовательности праймеров включали 16S рРНК и мышинный актин. Малые регуляторные РНК (рРНК) представляют собой дополнительный уровень посттранскрипционной регуляции генов, позволяющей патогену адаптироваться к его метаболическим потребностям во время инфекции и экспрессировать гены вирулентности [8, 17].

В другом экспериментальном исследовании V.D. Mariani и соавт. [3] продемонстрировали высокую диагностическую ценность молекулярно-генетических тестов в мониторинге хронического остеомиелита. Для идентификации *S. aureus* авторы исследования использовали праймеры ПЦР-анализа для универсального бактериального гена (16S рРНК) и последовательности для прямого и обратного праймеров, комплементарных гену специфической термостабильной нуклеазы (*nuc*). Молекулярный диагностический метод продемонстрировал высокую чувствительность и селективность, позволяя идентифицировать патогены при низком титре, не выявляемые рентгенографическими и микробиологическими

тестами. Внеклеточную термостабильную нуклеазу (*nuc*) штаммы *S. aureus* продуцируют с частотой, сходной со скоростью экспрессии коагулазы [5, 18]. *Nuc* представляет собой эндонуклеазу с молекулярной массой 17 000 Да, катализирующую распад ДНК и РНК. Известный рутинный ферментативный тест на продукцию эндонуклеазы обладает недостаточной специфичностью в отношении *S. aureus*, тогда как ПЦР-анализ характеризуется высокой чувствительностью и специфичностью при идентификации возбудителя [5].

Общеизвестно клиническое и эпидемиологическое значение распространения метициллин (оксациллин)-резистентных штаммов *S. aureus* (MRSA), частота которых в отдельных стационарах в России достигает 50–60% [7]. F. Vandenesch и соавт., проанализировав наличие общих генетических маркеров среди 117 изолятов MRSA из США, Франции, Швейцарии, Австралии, Новой Зеландии и Западного Самоа, установили наличие общих стафилококковых хромосомных кассет SCCmec типа IV и локуса PVL для штаммов с каждого континента. Результаты цитируемого исследования базируются на ПЦР-анализе 24 факторов вирулентности и детерминант метициллин-резистентности *S. aureus* [16]. Соответственно, характерным признаком (маркером) эпидемических клонов MRSA является продукция лейкоцидина Пантона–Валентайна (PVL) — двухкомпонентного токсина, ассоциированного с тяжелыми некротизирующими поражениями тканей [7, 16]. PVL, разрушая полиморфно-ядерные клетки путем некроза или апоптоза, имеет большое значение в вирулентности *S. aureus* [16, 19]. Y. Duman и соавт. [19] акцентируют внимание на неблагоприятном прогнозе инфекционных осложнений ортопедических хирургических вмешательств при инвазии PVL-положительными штаммами *S. aureus*.

В цитируемом исследовании PVL-положительные штаммы были идентифицированы у 13,9% обследованных пациентов. Согласно результатам проведенного ретроспективного клинического исследования (2013–2017 гг.; n = 101), среднее пребывание в стационаре пациентов, инфицированных PVL-положительными штаммами *S. aureus*, более чем в два раза превышало длительность терапии PVL-отрицательной инфекции. Положительная динамика серологических анализов в популяции PVL-отрицательных пациентов регистрировалась через 7–10 дней, в то время как у PVL-положительных пациентов улучшение показателей отмечалось только через 17–32 дня. Y. Duman и соавт. [19] по результатам исследования подчеркивают, что PVL-положительные штаммы *S. aureus* увеличивают риск развития остеомиелита. При этом авторы публикации предлагают идентифицировать PVL-положительные штаммы *S. aureus* методом полимеразной цепной реакции с использованием праймеров Luk-PV-1 и Luk-PV-2.

Кроме того, в литературе представлены варианты *S. Aureus*, экспрессирующие белок синдрома токсического шока (TSST). В связи с этим клинически и эпидемиологически значимыми штаммами являются стафилококки, устойчивые к метициллину (оксациллину) и/или продуцирующие Пантона–Валентайна лейкоцидин и белок синдрома токсического шока [7]. А.Е. Гончарым и соавт. [7] с целью идентификации *S. aureus* был предложен мультиплексный ПЦР-анализ четырех пар праймеров гена внеклеточной термонуклеазы (*nuc*), лейкоцидина Пантона–Валентайна (*PVL*), белка токсического шока (*tst*) и устойчивости к метициллину (*MecA*). Авторы изобретения считают, что они позволяют идентифицировать основные генетические варианты *S. Aureus*.

При острой и хронической инфекции костной ткани также наблюдается повышенная экспрессия *S. aureus* регуляторной системы VicR/VicK (также известная как WalK/WalR и YucG/YucF). Эта двухкомпонентная система регулирует экспрессию генов, кодирующих основной автолизин, а также *ssaA* и *isaA*, вовлеченных в синтез белков, потенциально участвующих в гидролизе пептидогликана [8, 20]. В условиях хронического воспалительного процесса костной ткани более низкий уровень экспрессии по сравнению с острой фазой воспалительной реакции продемонстрировали гены, кодирующие стресс-ассоциированные протеины (*ahpF* и *katA*), участвующие в синтезе ДНК и делении клеток (*cyfA*, *atl*, *lytM* и *pyrR*) или метаболизме аминокислот (*dhoM*, *gltA*, *glnA*, *thrBC* и *ald2*) [8].

В известной степени прогрессирующую резорбцию костной ткани при остеомиелите определяет пироптоз, одна из форм запрограммированной гибели клеток при различных инфекционных заболеваниях. Показано, что *S. aureus* индуцирует активность клеточного воспалительного сенсора NLRP3, связанного с каспазой 1. Последняя расщепляет GSDMD, приводя к образованию пор на мембране, способствующих набуханию клеток и лизису, а также высвобождению воспалительных факторов, включая IL-1 $\beta$  и IL-18 в остеобластах. Кроме того, из пор высвобождается sRANK-L (растворимый рецептор-активатор лиганда ядерного фактора каппа-B). Описанные процессы впоследствии приводят к чрезмерному образованию и активации остеокластов с прогрессирующей деструкцией костной ткани. С помощью количественной полимеразной цепной реакции в реальном времени продемонстрировано значительное увеличение пироптоз-ассоциированных белков в инфицированных *S. aureus* костных фрагментах человека по сравнению с неинфицированными образцами костной ткани [21]. Описанная связь пироптоз-ассоциированных белков с инвазией *S. aureus* при остеомиелите и степенью резорбции костной ткани определяет интерес к оценке прямых и обратных праймеров NLRP3, каспазы 1 и GSDMD в качестве маркеров костной деструкции.

Микроорганизмы рода *Enterococcus* могут обладать широким спектром факторов вирулентности, что повышает вероятность возникновения энтерококковой инфекции и развития осложнений. Бухарин О.В. и соавт. [22] приводят характеристику вирулентного потенциала клинических изолятов рода *Enterococcus* (*E. faecalis* и *E. faecium*). Идентификацию штаммов с помощью мультиплексной ПЦР проводили по комплексу генов, кодирующих синтез цитолизина (*cylA*, *cylB*, *cylM*, *cylL1*), генов, обуславливающих протеолитическую активность (*gelE* и *sprE*), гена, кодирующего белки клеточной стенки, ответственные за уклонение от иммунных сил макроорганизма (*ESP*), и гена, отвечающего за синтез поверхностного белка-адгезина (*ASA*). О.В. Бухарин и соавт. [22] в работе приводят праймеры, использованные для выявления генов энтерококков. S. Shibata и соавт. [6] описывают применение ПЦР-анализа для идентификации *E. coli* при остеомиелите позвоночника. Авторы публикации предлагают амплификацию гена 16S рРНК с использованием праймеров для ПЦР 5'-TTG GAG AGT TTG ATC CTG GCT C-3' и 5'-ACG GGC GGT GTG TRC- 3'. S. Shibata и соавт. [6], проанализировав диагностическую значимость ПЦР-анализа 16S рРНК широкого спектра при остеомиелите различной локализации, резюмировали, что метод имеет преимущества перед рутинными микробиологическими тестами. Авторы цитируемой публикации считают, что применение ПЦР-анализа 16S рРНК широкого спектра позволяет идентифицировать параллельно другие патогенные микроорганизмы, повышая ценность метода в сложных клинических случаях. Среди недостатков метода S. Shibata и соавт. [6] отмечают особенности интерпретации результатов анализа, связанные с поиском последовательностей в базе данных. По мнению авторов публикации, для более широкого использования этого метода в клинических условиях необходимо подробное руководство по интерпретации данных о последовательностях.

Для идентификации *P. aeruginosa* использованы праймеры детекции *algD*-гена, кодирующего GDP-дегидрогеназу, играющие роль в продукции альгината у этого вида бактерий, *toxA*-гена, кодирующего экзотоксин А, *gyrB*-гена и *ecfX*-гена [23–25]. Также имеет место одновременная амплификация («multiplex-PCR») генов *oprI* и *oprL*, синтезирующих два липопротеина наружной мембраны, маркирующих флюоресцентную группу псевдомонад и *P. aeruginosa* соответственно [23–26]. G. Al-Ahmedi и соавт. [27] провели исследование, направленное на идентификацию изолятов *P. aeruginosa*, с помощью праймеров для генов *oprI* и *oprL*. H. Aghamollaei и соавт. [28] проанализировали специфичность быстрой идентификации *P. aeruginosa* методом ПЦР-анализа последовательностей генов *lasR* и *gyrB*. P. Khuntayaporn и соавт. [29] разработаны специфические праймеры для выявления генов MBL *P. aeruginosa*, включая гены MBL IMP-, VIM- и NDM-типа. T. Naas и соавт. [30] охарактеризо-

вали генетическую среду гена *bla<sub>VEB-1</sub>* мультирезистентного клинического изолята *P. aeruginosa*. Кассетный ген *bla<sub>VEB-1</sub>* первоначально был выделен из изолята *E. coli* (плазмида, интегрон). Впоследствии ген был обнаружен у нескольких грамотрицательных видов бактерий, включая изоляты *P. aeruginosa*, *Acinetobacter baumannii* и изоляты *Providencia stuartii*. ПЦР-анализ с праймерами, специфичными для *bla<sub>TEM</sub>*, *bla<sub>SHV</sub>*, *bla<sub>GES</sub>* и *bla<sub>PER</sub>*, не дал результата. Однако применение праймеров при анализе клинических изолятов *P. aeruginosa* (TL-1, TL-2), специфичных для генов *bla<sub>VEB</sub>*, выявило 100% идентичность с геном *bla<sub>VEB-1</sub>*, идентифицированным в *E. coli* MG-1.

С использованием молекулярных методов диагностики *P. aeruginosa* возможно выявление нуклеотидных последовательностей, кодирующих участки генов 16S рНК [23, 31]. А.Р. Мавзютовым и соавт. [32] ПЦР-методом подобраны и апробированы олигонуклеотидные праймеры к гену 16S рНК ряда возбудителей (*S. pneumoniae*, *Haemophilus influenzae*, *Moraxella catarrhalis*, *Kl. pneumoniae*, *P. aeruginosa*, *S. aureus*) для их высокоспецифичной детекции в клиническом материале методом ПЦР. М.В. Кузнецова и соавт. [23] выявили клиническую рациональность применения молекулярных методов диагностики для идентификации нозокомиальных штаммов *P. aeruginosa* (n = 159) от больных и из больничной среды крупных хирургических стационаров. Молекулярно-генетические исследования проводили методом ПЦР с использованием родо- (Ps-for/Ps-rev) и видоспецифичных (PA-SS-F/PA-SS-R) праймеров, а также универсальных праймеров к 16S рНК (515F/1391R). Нуклеотидные последовательности приведены в исследовании.

Молекулярно-генетические технологии широко применяются в качестве типирования клинических и природных штаммов *P. aeruginosa*. При RAPD-ПЦР используются короткие произвольные праймеры, которые гибридизуются с ДНК-мишенью при низкой температуре отжига, для стандартизации процедуры чаще всего используют консенсусный праймер M13 [33, 34]. Rep-ПЦР амплифицирует повторяющиеся экстрагенные палиндромные элементы и повторяющиеся внутригенные последовательности, впервые используемые у семейства *Enterobacteriaceae* (ERIC) [33, 34]. М.В. Кузнецовой и соавт. [34] определена диагностическая значимость методов Rep- и RAPD-ПЦР для типирования клинических изолятов *P. Aeruginosa*, с использованием праймеров M13 5'-GAG GGT GGC GGT TCT (RAPD-ПЦР), ERIC-1 5'-CAC TTA GGG GTC CTC GAA TGTA, ERIC-2 5'-AAG TAA GTG ACT GGG GTG AGC G и BOXA1R 5'-CTA CGG CAA GGC GAC GCT GAC G (Rep-ПЦР). Была показана различная разграничивающую способность трех

реакций: индекс дискриминации Симпсона составил 0,993, 0,875 и 0,639 для RAPD-, ERIC- и BOX-ПЦР соответственно. RAPD-ПЦР позволял выявлять индивидуальные особенности штаммов. Из двух вариантов Rep-ПЦР показано преимущество ERIC-ПЦР, причем только с одним праймером ERIC-2. BOX-ПЦР имеет наименьшую дискриминирующую способность при типировании изолятов *P. aeruginosa*, устанавливая только видовые особенности. По результатам генотипирования, М.В. Кузнецова и соавт. [34] отметили сходство штаммов *P. aeruginosa* среди госпитализированных взрослых и подростков и выявления их в неонатальной клинике.

### Заключение

Обзор публикаций продемонстрировал, что *S. aureus* и *S. Epidermidis* доминируют в этиологическом спектре возбудителей инфекционных процессов костной ткани. Участие данных микроорганизмов определяется целым спектром факторов патогенности. В патогенезе остеомиелита и прогрессировании заболевания главную роль играют токсины и гены лейкоцидин Пантона-Валентайна (PVL). Показано, что патогенные бактерии *Porphyromonas gingivalis* и *Aggregatibacter actinomycetemcomitans* способны индуцировать дифференцированную продукцию цитокинов. Наибольшее внимание привлекает *E. faecium*, который проявляет мультирезистентность к широкому спектру антибиотиков. Доля инфекций, опосредованных *S. epidermidis*, *S. Saprophyticus* составляет, в среднем, порядка 25% случаев. Доля представителей грамотрицательной флоры *Escherichia*, *Klebsiella*, *Enterobacter*, *Citrobacter*, *Proteus*, *Providencia*, *Serratia* достигает 23% случаев. Патогенные нозокомиальные штаммы *P. aeruginosa* также вовлечены в формирование хронического воспаления при остеомиелите. По результатам опубликованных исследований, более трети случаев хронического остеомиелита опосредовано микробными ассоциациями, в составе которых доминируют *S. aureus*, *S. epidermidis* и реже *E. faecalis*.

Таким образом, применение ПЦР-анализа для идентификации возбудителей остеомиелита и амплификация генов с использованием специфичных праймеров имеет огромное преимущество перед рутинными микробиологическими тестами, являясь информативным методом исследования факторов патогенности основных возбудителей. Высокая значимость молекулярно-генетических методов исследований в изучении этиопатогенеза остеомиелита челюстей требует их широкого применения в клинике хирургической стоматологии и челюстно-лицевой хирургии для успешного решения сложных задач по реабилитации пациентов с данным заболеванием.

## Литература/References

1. Spyropoulou V, Dhoubi Chargui A., Merlini L., Samara E., Valaikaite R., Kampouroglou G. et al. Primary subacute hematogenous osteomyelitis in children: a clearer bacteriological etiology // *J Child Orthop.* – 2016;10(3):241-246. <https://doi.org/10.1007/s11832-016-0739-3>
2. Nishitani K., Sutipompalangkul W., de Mesy Bentley K.L., Varrone J.J., Bello-Irizarry S.N., Ito H. et al. Quantifying the natural history of biofilm formation in vivo during the establishment of chronic implant-associated *Staphylococcus aureus* osteomyelitis in mice to identify critical pathogen and host factors // *J Orthop Res.* – 2015;33(9):1311-1319. <https://doi.org/10.1002/jor.22907>
3. Mariani B.D., Martin D.S., Chen A.F., Yagi H., Lin S.S., Tuan R.S. Polymerase Chain Reaction molecular diagnostic technology for monitoring chronic osteomyelitis // *J Exp Orthop.* – 2014;1(1):9. <https://doi.org/10.1186/s40634-014-0009-6>
4. Ferroni A., Al Khoury H., Dana C., Quesne G., Berche P., Glorion C. et al. Prospective survey of acute osteoarticular infections in a French paediatric orthopedic surgery unit // *Clin Microbiol Infect.* – 2013;19(9):822-828. <https://doi.org/10.1111/clm.12031>
5. Qian J., Huang D., Fang M. A portable CRISPR Cas12a based lateral flow platform for sensitive detection of *Staphylococcus aureus* with double insurance // *Food Control.* – 2022;132:108485. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2021.108485>
6. Shibata S., Tanizaki R., Watanabe K., Makabe K., Shoda N., Kutsuna S. et al. *Escherichia coli* Vertebral Osteomyelitis Diagnosed According to Broad-range 16S rRNA Gene Polymerase Chain Reaction (PCR) // *Intern Med.* – 2015;54(24):3237-3240. <https://doi.org/10.2169/internalmedicine.54.5066>
7. Гончаров А.Е., Зуева Л.П., Колодзиева В.В. Способ определения генотипов золотистого стафилококка. Патент РФ № 2526497 С2.2014. [А.Е. Гончаров, Л.П. Зуева, В.В. Колодзиева. Method for determination of *Staphylococcus aureus* genotypes. Patent RF № 2526497 S2. 2014. (In Russ.)]. [https://www.elibrary.ru/download/elibrary\\_37803418\\_80472848.pdf](https://www.elibrary.ru/download/elibrary_37803418_80472848.pdf)
8. Szafranska A.K., Oxley A.P., Chaves-Moreno D., Horst S.A., Roßlenbroich S., Peters G. et al. High-resolution transcriptomic analysis of the adaptive response of *Staphylococcus aureus* during acute and chronic phases of osteomyelitis // *mBio.* – 2014;5(6):e01775-e017714. <https://doi.org/10.1128/mBio.01775-14>
9. Jarraud S., Mougel C., Thioulouse J., Lina G., Meunier H., Forey F. et al. Relationships between *Staphylococcus aureus* genetic background, virulence factors, agr groups (alleles), and human disease // *Infect Immun.* – 2002;70(2):631-641. <https://doi.org/10.1128/IAI.70.2.631-641.2002>
10. Beekun K.E., Mrak L.N., Griffin L.M., Zielinska A.K., Shaw L.N., Rice K.C. et al. Epistatic relationships between sarA and agr in *Staphylococcus aureus* biofilm formation // *PLoS One.* – 2010;5(5):e10790. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0010790>
11. Tristan A., Ying L., Bes M., Etienne J., Vandenesch F., Lina G. Use of multiplex PCR to identify *Staphylococcus aureus* adhesins involved in human hematogenous infections // *J Clin Microbiol.* – 2003;41(9):4465-4467. <https://doi.org/10.1128/JCM.41.9.4465-4467.2003>
12. Johansson A., Flock J.I., Svensson O. Collagen and fibronectin binding in experimental staphylococcal osteomyelitis // *Clin Orthop Relat Res.* – 2001;(382):241-246. <https://doi.org/10.1097/00003086-200101000-00032>
13. Que Y.A., François P., Haeffliger J.A., Entenza J.M., Vaudaux P., Moreillon P. Reassessing the role of *Staphylococcus aureus* clumping factor and fibronectin-binding protein by expression in *Lactococcus lactis* // *Infect Immun.* – 2001;69(10):6296-6302. <https://doi.org/10.1128/IAI.69.10.6296-6302.2001>
14. Wiśniewska K., Piórkowska A., Kasprzyk J., Bronk M., Świec K. Clonal distribution of bone sialoprotein-binding protein gene among *Staphylococcus aureus* isolates associated with bloodstream infections // *Folia Microbiol (Praha).* – 2014;59(6):465-471. <https://doi.org/10.1007/s12223-014-0321-7>
15. Wann E.R., Gurusiddappa S., Hook M. The fibronectin-binding MSCRAMM FnbpA of *Staphylococcus aureus* is a bifunctional protein that also binds to fibrinogen // *J Biol Chem.* – 2000;275(18):13863-13871. <https://doi.org/10.1074/jbc.275.18.13863>
16. Vandenesch F., Naimi T., Enright M.C., Lina G., Nimmo G.R., Heffernan H. et al. Community-acquired methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* carrying Panton-Valentine leukocidin genes: worldwide emergence // *Emerg Infect Dis.* – 2003;9(8):978-984. <https://doi.org/10.3201/eid0908.030089>
17. Storz G., Vogel J., Wassarman K.M. Regulation by small RNAs in bacteria: expanding frontiers // *Mol Cell.* – 2011;43(6):880-891. <https://doi.org/10.1016/j.molcel.2011.08.022>
18. Palka-Santini M., Pützfeld S., Cleven B.E., Krönke M., Krut O. Rapid identification, virulence analysis and resistance profiling of *Staphylococcus aureus* by gene segment-based DNA microarrays: application to blood culture post-processing // *J Microbiol Methods.* – 2007;68(3):468-477. <https://doi.org/10.1016/j.mimet.2006.10.004>
19. Duman Y., Sevimli R. Investigation of the presence of pantone-valentine leukocidin in *Staphylococcus aureus* strains isolated from orthopedic surgical site infections // *Mikrobiyol Bul.* – 2018;52(4):340-347. <https://doi.org/10.5578/mb.67328>
20. Dubrac S., Msadek T. Identification of genes controlled by the essential YycG/YycF two-component system of *Staphylococcus aureus* // *J Bacteriol.* – 2004;186(4):1175-1181. <https://doi.org/10.1128/JB.186.4.1175-1181.2004>
21. Zhu X., Zhang K., Lu K., Shi T., Shen S., Chen X. et al. Inhibition of pyroptosis attenuates *Staphylococcus aureus*-induced bone injury in traumatic osteomyelitis // *Ann Transl Med.* – 2019;7(8):170. <https://doi.org/10.21037/atm.2019.03.40>
22. Бухарин О.В., Вальшева И.В., Карташова О.Л., Сычева М.В. Характеристика вирулентного потенциала клинических изолятов энтерококков. Журнал микробиологии. 2013;3:12-18. [O.V. Buharin, I.V. Valysheva, O.L. Kartashova, M.V. Sycheva. Characterization of the virulent potential of clinical isolates of enterococci. Journal of Microbiology. 2013;(3):12-18. (In Russ.)]. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=23140970>
23. Кузнецова М.В., Павлова Ю.А., Карпунина Т.И., Демаков В.А. Опыт использования методов молекулярной генетики при идентификации клинических штаммов *Pseudomonas aeruginosa*. Клиническая лабораторная диагностика. 2013;3:34-37. [M.V. Kuznecova, Ju.A. Pavlova, T.I. Karpunina, V.A. Demakov. Experience of using molecular genetics methods in the identification of clinical strains of *Pseudomonas aeruginosa*. Clinical laboratory diagnostics. 2013;(3):34-37. (In Russ.)]. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=18923096>
24. Hadi Saleh T., Hashim S., Abdulrazaq Al-Obaidi R.A., Laftaah Al-Rubaii B.A. A biological study of chitinase produced by clinical isolates of *Pseudomonas aeruginosa* and detection of chia responsible gene // *Int J Res Pharm Sci.* – 2020;11(2):1539-1544. <https://doi.org/10.26452/ijrps.v11i2.2030>
25. Tang Y., Ali Z., Jin G. Detection methods for: *Pseudomonas aeruginosa*: History and future perspective // *RSC Advances.* – 2017; 82(7): 51789-51800. <https://doi.org/10.1039/c7ra09064a>
26. De Vos D., Lim A. Jr., Pirnay J.P., Struelens M., Vandendael C., Duinslaeger L. et al. Direct detection and identification of *Pseudomonas aeruginosa* in clinical samples such as skin biopsy specimens and expectorations by multiplex PCR based on two outer membrane lipoprotein genes, oprL and oprLL // *J Clin Microbiol.* – 1997;35(6):1295-1299. <https://doi.org/10.1128/jcm.35.6.1295-1299.1997>
27. Jami Al-Ahmadi G., Zahmatkesh Roodsari R. Fast and specific detection of *Pseudomonas Aeruginosa* from other *Pseudomonas* species by PCR // *Ann Burns Fire Disasters.* – 2016;29(4):264-267. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28289359>
28. Aghamollaei H., Moghaddam M.M., Kooshki H., Heiat M., Mirnejad R., Barzi N.S. Detection of *Pseudomonas aeruginosa* by a triplex polymerase chain reaction assay based on lasI/R and gyrB genes // *J Infect Public Health.* – 2015;8(4):314-322. <https://doi.org/10.1016/j.jiph.2015.03.003>
29. Khuntayaporn P., Yamprayoonswat W., Yasawong M., Chomnawang M.T. Dissemination of carbapenem-resistance among multidrug resistant *Pseudomonas aeruginosa* carrying metallo-beta-lactamase genes, including the novel bla<sub>IMP-65</sub> gene in Thailand // *Infect Chemother.* – 2019;51(2):107-118. <https://doi.org/10.3947/ic.2019.51.2.107>
30. Naas T., Aubert D., Lambert T., Nordmann P. Complex genetic structures with repeated elements, a sul-type class 1 integron, and the bla<sub>VEB</sub> extended-spectrum beta-lactamase gene // *Antimicrob Agents Chemother.* – 2006;50(5):1745-1752. <https://doi.org/10.1128/AAC.50.5.1745-1752.2006>
31. Widmer F., Seidler R.J., Gillevet P.M., Watrud L.S., Di Giovanni G.D. A highly selective PCR protocol for detecting 16S rRNA genes of the genus *Pseudomonas* (sensu stricto) in environmental samples // *Appl Environ Microbiol.* – 1998;64(7):2545-2553. <https://doi.org/10.1128/AEM.64.7.2545-2553.1998>
32. Мавзютов А.Р., Мирсяпова И.А., Хасанова Г.Ф., Баймиев А.Х. Сравнительная оценка информативности методов этиологической диагностики внебольничной пневмонии. Клиническая лабораторная диагностика. 2012;12:35-38. [A.R. Mavzjutov, I.A. Mirsajapova, G.F. Hasanova, A.H. Bajmiev. Comparative assessment of the information content of methods for the etiological diagnosis of community-acquired pneumonia. Clinical laboratory diagnostics. 2012;12:35-38. (In Russ.)]. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=18762226>
33. Huey B., Hall J. Hypervariable DNA fingerprinting in *Escherichia coli*: minisatellite probe from bacteriophage M13 // *J Bacteriol.* – 1989;171(5):2528-2532. <https://doi.org/10.1128/jb.171.5.2528-2532.1989>
34. Кузнецова М.В., Максимова А.В., Карпунина Т.И. Опыт использования Rep- и RAPD-полимеразной цепной реакции для эпидемиологической характеристики но-зокоминальных изолятов *Pseudomonas aeruginosa*. Клиническая лабораторная диагностика. 2015;3:44-50. [M.V. Kuznecova, A.V. Maksimova, T.I. Karpunina. Experience of using Rep- and RAPD-polymerase chain reaction for epidemiological characterization of nosocomial isolates of *Pseudomonas aeruginosa*. Clinical laboratory diagnostics. 2015;3:44-50. (In Russ.)]. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26031166>

DOI: 10.18481/2077-7566-2024-20-1-52-61

УДК: 616.314-74

## СИСТЕМАТИЧЕСКИЙ ОБЗОР МЕТОДОВ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ПРОКСИМАЛЬНЫХ ПОЛОСТЕЙ ЖЕВАТЕЛЬНЫХ ЗУБОВ: СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ДОСТИЖЕНИЯ

Шефов В. Ю., Орехова Л. Ю., Прохорова О. В., Шефова А. В., Савина М. А., Габидуллин Р. Р.

*Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет им. акад. И. П. Павлова, г. Санкт-Петербург, Россия*

### Аннотация

**Актуальность.** Для поддержания стоматологического здоровья и сохранения нормальной структуры зубочелюстной системы необходимо глубокое понимание методов восстановления утраченных тканей зубов. При восстановлении кариозных поражений второго класса используются техники открытого и закрытого сэндвича, а также различные методики манипуляций с композитными материалами. Систематизация существующих исследований позволит стоматологу лучше ориентироваться в доступных методиках и предоставлять своим пациентам более качественное лечение.

**Цель:** провести систематический обзор эффективности методик восстановления проксимальных контактов жевательных зубов.

**Материалы и методы.** В рамках исследования был проведен систематический анализ методик восстановления контактных пунктов зубов, соответствующих установленным критериям. Исходные данные были получены путем поиска в базах данных Google Scholar, ScienceDirect, PubMed, ResearchGate, CyberLeninka и eLIBRARY.RU с использованием следующих ключевых терминов: «методы восстановления», «контактная точка», «открытый сэндвич», «закрытый сэндвич», «filling technique», «contact point», «closed centripetal», «open centripetal».

**Результаты.** Для проведения систематического обзора было отобрано 7 статей, посвященных оценке герметичности реставраций, выполненных методом открытого сэндвича, закрытого сэндвича, а также тотального бондинга. В 85% случаев метод открытого сэндвича был указан авторами как наиболее приемлемый для создания герметичных реставраций 2 класса.

**Выводы.** Наилучшая герметичность реставраций при исследованиях *in vitro* в 85% случаев была достигнута при методике пломбирования открытым сэндвичем. На герметичность реставрации влияет не только выбор материала, но и толщина его нанесения. Необходимы дальнейшие сравнительные исследования *in vivo* выживаемости реставраций 2 класса, выполненных методом открытого сэндвича или тотального бондинга.

**Ключевые слова:** реставрация 2 класса, открытый сэндвич, закрытый сэндвич, метод тотального бондинга, контактный пункт

Авторы заявили об отсутствии конфликта интересов.

**Владимир Юрьевич ШЕФОВ** ORCID ID 0000-0002-0622-6866

очный аспирант, Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет им. акад. И. П. Павлова, г. Санкт-Петербург, Россия  
shefov1998@gmail.com

**Людмила Юрьевна ОРЕХОВА** ORCID ID 0000-0002-8026-0800

д.м.н., профессор, заведующая кафедрой стоматологии терапевтической и пародонтологии, Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет им. акад. И. П. Павлова, г. Санкт-Петербург, Россия  
prof\_orekhova@mail.ru

**Ольга Викторовна ПРОХОРОВА** ORCID ID 0000-0003-2639-1292

к.м.н., доцент, доцент кафедры стоматологии терапевтической и пародонтологии, Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет им. акад. И. П. Павлова, г. Санкт-Петербург, Россия  
olga-dent@mail.ru

**Анастасия Владимировна ШЕФОВА** ORCID ID 0000-0001-6912-8027

клинический ординатор, Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет им. акад. И. П. Павлова, г. Санкт-Петербург, Россия  
lav61299@gmail.com

**Мария Александровна САВИНА** ORCID ID 0009-0001-9050-1276

студентка 4 курса стоматологического факультета, Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет им. акад. И. П. Павлова, г. Санкт-Петербург, Россия  
savinamaria2002@outlook.com

**Райнур Ришатович ГАБИДУЛЛИН** ORCID ID 0009-0006-2932-3454

студент 3 курса стоматологического факультета, Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет им. акад. И. П. Павлова, г. Санкт-Петербург, Россия  
raytanovskiy@mail.ru

**Адрес для переписки: Владимир Юрьевич ШЕФОВ**

197758, г. Санкт-Петербург, пос. Песочный, ул. Школьная, д. 9

+7 (965) 7669373

shefov1998@gmail.com

### Образец цитирования:

Шефов В. Ю., Орехова Л. Ю., Прохорова О. В., Шефова А. В., Савина М. А., Габидуллин Р. Р.

СИСТЕМАТИЧЕСКИЙ ОБЗОР МЕТОДОВ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ПРОКСИМАЛЬНЫХ ПОЛОСТЕЙ ЖЕВАТЕЛЬНЫХ ЗУБОВ:

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ДОСТИЖЕНИЯ. Проблемы стоматологии. 2024; 1: 52-61.

© Шефов В. Ю. и др., 2024

DOI: 10.18481/2077-7566-2024-20-1-52-61

Поступила 15.03.2024. Принята к печати 19.04.2024

DOI: 10.18481/2077-7566-2024-20-1-52-61

## SYSTEMATIC REVIEW OF METHODS FOR RESTORING PROXIMAL CAVITIES OF CHEWING TEETH: CURRENT STATUS AND PROMISING TECHNOLOGICAL ADVANCES

Shefov V.Yu., Orekhova L.Yu., Prokhorova O.V., Shefova A.V., Savina M.A., Gabidullin R.R.

First St. Petersburg State Medical University named after Academician I. P. Pavlov, St. Petersburg, Russia

### Annotation

**Relevance.** To maintain dental health and maintain the normal structure of the dental system, a deep understanding of methods for restoring lost dental tissue is necessary. When restoring class II carious lesions, open and closed sandwich techniques were used, as well as various methods of manipulating composite materials. Systematization of existing research will allow the dentist to better navigate the available techniques and provide better treatment to his patients.

**Aim:** To conduct a systematic review of the effectiveness of the method for restoring proximal contacts of posterior teeth.

**Materials and methods.** As part of the study, a systematic analysis of the technique for restoring contact points of teeth was carried out, in compliance with established criteria. Initial data were obtained by searching the Google Scholar, ScienceDirect, PubMed, ResearchGate, CyberLeninka and eLIBRARY.RU databases using the following key terms: «recovery methods», «contact point», «open sandwich», «closed sandwich», «filling technique», «point of contact», «closed centripetal», «open centripetal».

**Results.** To conduct a systematic review, 7 articles were reviewed on the seal quality of restorations made using the open sandwich, closed sandwich, and total bonding methods. In 85% of cases, the open sandwich method was indicated by the authors as the most appropriate for creating sealed class 2 restorations.

**Conclusions.** The best tightness of restorations in in vitro studies in 85% of cases was achieved using the technique of filling an open sandwich. The tightness of the restoration not only affects the choice of material, but also prevents its application. Further comparative in vivo studies on the survival of class 2 restorations made using the open sandwich or total bonding method are needed.

**Keywords:** class 2 restoration, open sandwich, closed sandwich, total bonding method, contact point

The authors declare no conflict of interest.

**Vladimir Yu. SHEFOV** ORCID ID 0000-0002-0622-6866

Postgraduate Student, First St. Petersburg State Medical University named after Academician I. P. Pavlov, St. Petersburg, Russia

**Lyudmila Yu. OREKHOVA** ORCID ID 0000-0002-8026-0800

Grand PhD in Medical Sciences, Professor, Head of the Department of Therapeutic Dentistry and Periodontology, First

St. Petersburg State Medical University named after Academician I. P. Pavlov, St. Petersburg, Russia

prof\_orekhova@mail.ru

**Olga V. PROKHOROVA** ORCID ID 0000-0003-2639-1292

PhD in Medical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Therapeutic Dentistry and Periodontology,

First St. Petersburg State Medical University named after Academician I. P. Pavlov, St. Petersburg, Russia

olga-dent@mail.ru

**Anastasia V. SHEFOVA** ORCID ID 0000-0001-6912-8027

Clinical Resident, First St. Petersburg State Medical University named after Academician I. P. Pavlov, St. Petersburg, Russia

lav61299@gmail.com

**Maria A. SAVINA** ORCID ID 0009-0001-9050-1276

4<sup>th</sup> year Student of the Faculty of Dentistry, First St. Petersburg State Medical University named after Academician I. P. Pavlov, St. Petersburg, Russia

savinamaria2002@outlook.com

**Rainur R. GABIDULLIN** ORCID ID 0009-0006-2932-3454

3<sup>rd</sup> year Student of the Faculty of Dentistry, First St. Petersburg State Medical University named after Academician I. P. Pavlov, St. Petersburg, Russia

raymanovskiy@mail.ru

**Correspondence address: Vladimir Yu. SHEFOV**

st. Shkolnaya, 9, pos. Pesochny, St. Petersburg, Russia, 197758

+7 (965) 7669373

shefov1998@gmail.com

### For citation:

Shefov V.Yu., Orekhova L.Yu., Prokhorova O.V., Shefova A.V., Savina M.A., Gabidullin R.R.

SYSTEMATIC REVIEW OF METHODS FOR RESTORING PROXIMAL CAVITIES OF CHEWING TEETH: CURRENT STATUS AND PROMISING TECHNOLOGICAL ADVANCES. *Actual problems in dentistry.* 2024; 1: 52-61. (In Russ.)

© Shefov V.Yu. et al., 2024

DOI: 10.18481/2077-7566-2024-20-1-52-61

Received 15.03.2024. Accepted 19.04.2024

## Введение

Для поддержания здоровья полости рта и сохранения естественной анатомии зубочелюстной системы стоматологу необходимо иметь глубокое понимание методик восстановления утраченных тканей зубов [1]. Одним из критически важных аспектов этой области является восстановление точки контакта между зубами, то есть реставрации интерпроксимальной области зуба, определяемой как точка максимальной кривизны в месте контакта с близлежащими зубами. Представленное анатомическое образование имеет глубокое значение для обеспечения функциональности зубов, здоровья пародонта, эстетической привлекательности и общего качества жизни пациентов [2].

Интерпроксимальная точка контакта обладает высокой степенью значимости в поддержании корректной трехмерной анатомической конфигурации зубов внутри зубной дуги. Эта координация выполняет существенную функцию в поддержании физиологического состояния интерпроксимальных тканей, что обеспечивает оптимальное распределение давления во время жевания и препятствует нежелательному застреванию пищи между зубами [3]. Кроме того, успешные стратегии восстановления контактного пункта оказывают влияние на фонетические возможности и аспекты эстетики, включая восприятие положения зубов и линии улыбки [4]. Это подчеркивает значимость данного аспекта в рамках комплексного стоматологического ухода и воздействия на качество жизни пациентов.

Тем не менее, стоматология продолжает решать проблему выбора и систематического внедрения наиболее эффективных и современных методов реставрации, доступных на сегодняшний день [5]. В огромном пространстве реставрационной стоматологии был предложен и применен на практике целый ряд методов, начиная от традиционных прямых и непрямых реставрационных материалов и минимально инвазивных методов и заканчивая современными технологическими подходами, такими как компьютерное моделирование и последующее фрезерование непрямых реставраций в условиях зоотехнической лаборатории или непосредственно в клинике (CAD/CAM) [6].

При восстановлении контактного пункта из-за анатомических особенностей формируемой полости стоматологи нередко прибегают к сочетанию композиционного материала со стеклоиономерными цементами или компомерами с целью профилактики постоперационной чувствительности и нарушения краевого прилегания [7]. Такое сочетание материалов описано в методике «сэндвича», которая бывает открытой и закрытой. Открытая и закрытая сэндвич-техники реставрации зубов используются для эффективного лечения кариозных поражений и восстановления контактных точек зубов. Они включают использование стеклоиономерного цемента (GIC) и композитного материала на основе смолы.

В этих методах обычно используется стеклоиономерный цемент, поскольку он обладает превосходными адгезионными свойствами, коэффициентом теплового расширения, аналогичным коэффициенту теплового расширения натуральных зубов, способностью выделять фторид, и им относительно легко манипулировать [8].

Метод открытого сэндвича. При методе открытого сэндвича после удаления кариозных структур зуба основание полости покрывается слоем GIC. Однако GIC намеренно не касается границ окклюзионной или режущей впадины, оставляя достаточно места для композитного материала. Композитный материал, соответствующий цвету зуба и обладающий хорошей механической прочностью, затем наносится на GIC для создания идеальной анатомической формы, включая точку контакта и окончательную окклюзионную/режущую поверхность. Это оставляет GIC открытым по краям полости по бокам. Этот метод называется «открытым», потому что GIC, по существу, «открыт» для пероральных жидкостей, что способствует высвобождению фторида и ионному обмену [9].

Техника закрытого сэндвича. При использовании метода закрытого сэндвича слой стеклоиономерного цемента помещается в полость после удаления кариозных структур зуба. Однако, в отличие от техники открытого сэндвича, GIC размещается до окклюзионного или режущего края поллой поверхности. Затем композитный материал помещается поверх GIC, обеспечивая покрытие всего GIC (включая его края), отсюда и название «закрытый». Этот метод исключает любое воздействие GIC на окружающую среду полости рта, но потенциально может потерять преимущества высвобождения фторида и ионного обмена [10].

Оба метода имеют определенные преимущества, но выбор между открытыми и закрытыми сэндвич-методиками часто зависит от таких факторов, как размер или глубина полости, предпочтения стоматолога и конкретные потребности пациента. Оба метода направлены на обеспечение долговечной реставрации, которая может восстановить форму и функцию зуба, особенно восстановление правильных точек контакта, которые важны для жевательной эффективности и здоровья тканей пародонта [11].

**Цель:** провести систематический обзор эффективности методик восстановления проксимальных полостей жевательных зубов.

## Материалы и методы исследования

### 1. Методология поиска

Был проведен обзор и ретроспективный анализ научных статей, посвященных эффективности применения разных методик восстановления проксимальных контактов, с применением чек-листа PRISMA (The Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses) для систематических обзоров и мета-

анализов. Работы, включенные в обзор, входят в международные и отечественные базы данных. Протокол исследования разработан в соответствии с существующими рекомендациями и гайдлайнами.

Таблица 1

**Критерии отбора исследований**  
Table 1. Study selection criteria

Компонент оценивания	Критерий отбора
Характер статьи	Оригинальная статья
Тема работы	Тема исследования: оценка эффективности метода восстановления контактных точек зубов
Характер исследования	Первичные проспективные исследования
Включение статьи в международную или отечественную базу данных	Базы данных: PubMed, Google Scholar, ResearchGate, eLIBRARY.RU, ScienceDirect, Elibrary, CyberLeninka, Scopus, Web of Science
Год публикации	Не ранее 2002
Язык публикации	Русский или английский

Поиск научных работ был проведен в июне-августе 2023 года по следующим доступным базам данных литературы: PubMed, Google Scholar, ResearchGate, Scopus, Web of Science; в русскоязычном сегменте — Elibrary и CyberLeninka.

## 2. Стратегия поиска

В рамках исследования поисковый процесс включал в себя анализ научных публикаций, доступных в открытом доступе или с возможностью предоставления полного текста, с основной ориентацией на методологический анализ, с опорой на структуру PICS (P — популяция — характеристики выборки, I — вмешательство — вид медицинского воздействия, C — сравнение — контрольная группа, S — дизайн исследования). В рамках данных исследований включались испытуемые различных возрастных категорий.

Труды, рассмотренные в данной работе, были ограничены первичными проспективными клиническими исследованиями, где проводилась оценка эффективности лечения с использованием методов, таких как техника открытого или закрытого сэндвича, а также специализированные методики внесения композитного материала в проксимальную полость. Эта оценка качества лечения осуществлялась в сравнении с соответствующей контрольной группой, как в клинической практике (in vivo), так и в условиях исследовательских лабораторий (in vitro).

Для осуществления поиска были задействованы следующие ключевые слова: «методика восстановления», «контактный пункт», «открытый сэндвич», «закрытый сэндвич», «filling technique», «contact point», «closed centripetal», «open centripetal».

## 3. Оценка данных проводилась следующим образом:

- Каждой статье был присвоен уникальный номер.
- Тексты статей отправлялись на оценку трем независимым экспертам, чтобы оценить их соответствие критериям включения.
- Данные, удовлетворяющие всем требованиям, были извлечены, проанализированы и систематизированы.
- Затем эти данные были включены в конечные результаты исследования.

## 4. Оценка риска систематической ошибки

Оценка потенциального смещения в ходе проведения данного систематического исследования включала в себя следующие методологические этапы:

Анализ методологических характеристик.

Этот этап охватывал оценку методов формирования выборки, использование рандомизации, информацию о калибровке материалов исследования, а также полноту или выборочность информации о результатах.

Оценка потенциальной систематической ошибки.

Исследователи проводили независимую оценку риска систематической ошибки по следующим аспектам:

- процедура случайного распределения участников между группами
- отступление от предварительно запланированных манипуляций
- отсутствие информации об исходах
- анализ результатов исследования
- частичное представление результатов

Использование инструмента Кокрейна для оценки риска.

Каждый из этих рисков был классифицирован как «низкий», «высокий» или «неясный» с применением инструмента Кокрейна для анализа систематической ошибки.

Применение метода светофора.

Визуализация результатов проводилась с использованием метода светофора, при котором статьи, оцененные как имеющие высокий риск систематической ошибки по двум критериям (обозначенные двумя красными цветами), не включались в окончательный обзор.

Эти этапы помогли систематически оценить и учесть потенциальные риски систематической ошибки при включении статей в исследование.

## 5. Метод синтеза

Отобранные в рамках исследования статьи были классифицированы на две основные категории: первая связана с методиками, относящимися к сочетанию композитных материалов и стеклоиномерных цементов, а также компомеров, в то время как вторая категория ассоциирована с методиками, связанными с особенностями внесения и работы с композитными материалами.

### Результаты исследования

Для проведения систематического обзора были подобраны 9 оригинальных первичных исследований, методик пломбирования полостей 2 класса по Блэку, соответствующих установленным критериям включения в обзор (рисунок). Для анализа результатов отобранные работы были разделены на 2 группы: исследования *in vitro* (группа 1) и исследования *in vivo* (группа 2).

### Общая характеристика работ, включенных в обзор

Для формирования выводов в обзор были включены первичные проспективные клинические исследования, а также слепые экспериментальные исследования *in vitro*. В обзор вошли 9 исследований, проведенных на английском языке. Все клинические исследования, охваченные обзором, направлены на оценку качества восстановления полостей второго класса по классификации Блэка с использованием методик, включающих пастообразный композит и стеклоиономерные цементы, а также текучие композиты.

### Оценка риска предвзятости

Оценка риска систематической ошибки, проведенная на этапе скрининга, позволила включить в обзор только работы с низким уровнем предвзятости. Общий риск предвзятости для каждого исследования был определен на основе оценки процесса рандомизации групп, отклонения от запланированных вмешательств, отсутствия данных о результатах, оценки результатов исследования, выборочного представления результатов, риска, вычисленного по каждому из пяти критериев. Графическое представление результатов каждого включенного исследования представлено в таблице 2. При оценке риска предвзятости было установлено, что из 9 включенных исследований 7 имели низкий риск предвзятости по всем критериям, 2 – неопределенный по процессу рандомизации групп, и ни в одной публикации не было выявлено общего высокого риска.

### Описание материалов отдельных исследований и результатов

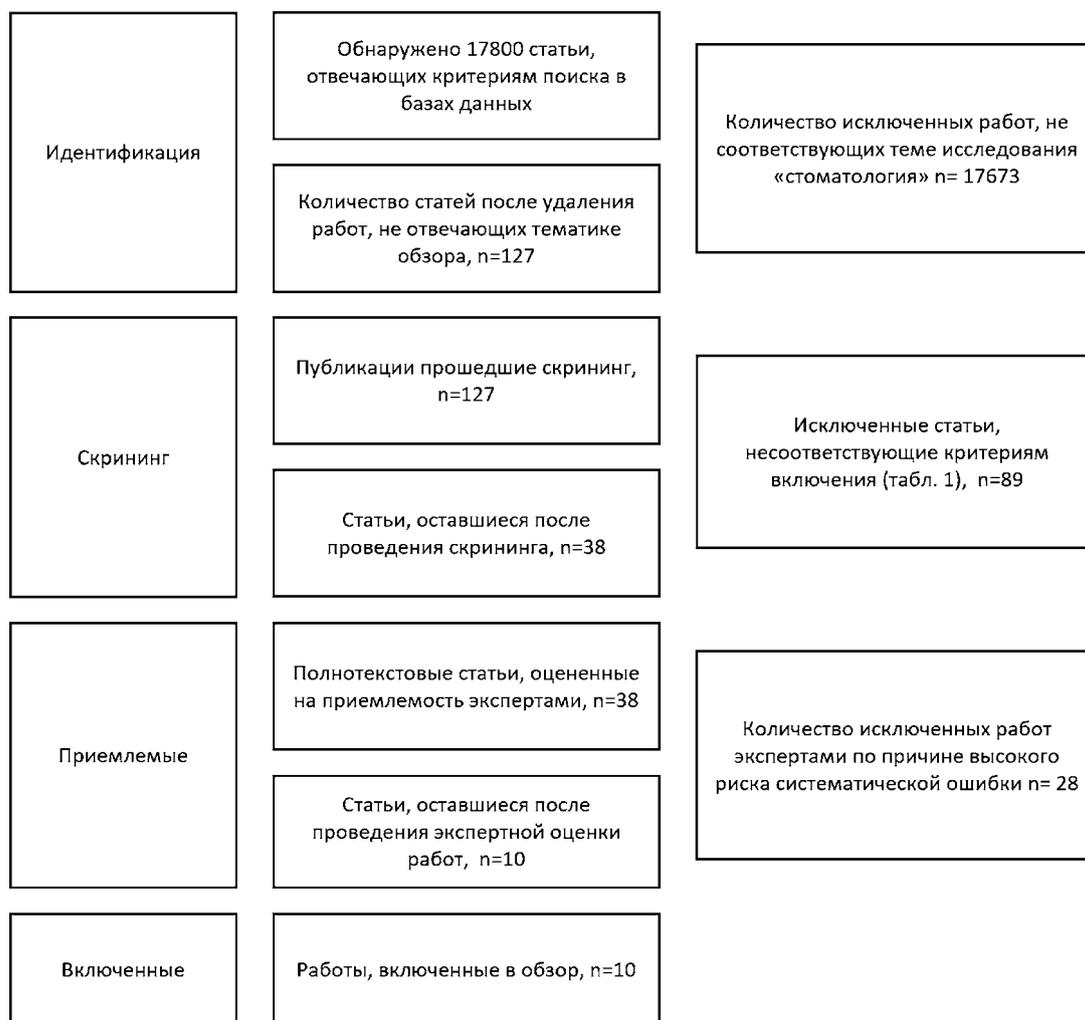


Рис. Блок-схема PRISMA: статьи, включенные в обзор  
Fig. PRISMA flowchart: articles included in the review

Для проведения систематического обзора были отобраны исследования, направленные на оценку эффективности пломбирования полостей 2 класса методом открытого сэндвича, закрытого сэндвича и техникой цельной композитной реставрации с использованием адаптивного слоя из текущего композита.

*Группа 1. Исследования in vitro*

Представленная группа объединила исследования со схожим дизайном, методами моделирования износа образцов, последующей оценки результатов из разных стран на протяжении 20 лет, что позволило собрать наиболее точную картину состояния проблемы в динамике. По причине общей схожести материалов и методов исследований авторским коллективом было принято решение воздержаться от детального описания каждой включенной в обзор работы, а сфокусироваться лишь на отдельных исследованиях, подчеркивающих неоднозначность существующих методов решения проблемы пломбирования полостей 2 класса.

Самая ранняя работа, описанная в существующем систематическом обзоре, была проведена в 2002 году авторским коллективом под руководством профессора Loguercio. В этом исследовании проанализировано влияние различных пломбировочных материалов на герметичность реставрации II класса с использованием 48 коренных зубов человека, которые были продезинфицированы и консервированы в 0,9% физиологическом растворе. После создания двух стандартизированных полостей класса II (3 x 6 x 2 мм) на каждом

зубе с краями десневой полости, расположенными на 1 мм ниже цементно-эмалевого соединения, зубы были разделены на четыре группы (n = 12) и подвергнуты различным восстановительным процедурам. В зубах группы 1 не использовался материал в качестве подкладки, они были восстановлены с помощью Syntac Sprint (SS) и Tetric Ceram (TC), тогда как в группах 2, 3 и 4 в качестве подкладочных материалов перед установкой композита использовались Dyract, Vitremer и Chelon-fil соответственно. Через неделю реставрации полировали и подвергали термоциклированию (500 циклов, от 5 °C до 55 °C, время выдержки 15 секунд) с последующим погружением на 24 часа в 0,5% раствор метиленового синего. После промывания образцы разрезали мезиодистально. Каждая реставрация подвергалась микроскопической оценке по шкале от 0 до 3 на предмет краевой утечки двумя отдельными экспертами. Для оценки согласия эксперта использовалась статистика Каппа. Учитывая порядковый характер данных, были выполнены непараметрические и параметрические анализы ANOVA с повторными измерениями. Исследование выявило статистически значимые различия (p < 0,001) между четырьмя группами в отношении проникновения красителя, причем пара Витремер/Тетрик дала наиболее благоприятные результаты, что позволило авторам сделать вывод, что СИЦ Витремер в методе реставрации «открытый сэндвич» является наиболее эффективной стратегией по сравнению с другими методами, рассмотренными в этом исследовании.

Таблица 2

**Оценка риска систематической ошибки исследований, включенных в обзор**

Table 2. Assessing the risk of bias of studies included in the review

Автор, год	Оценка уровня риска систематической ошибки исследования					Общий риск предвзятости
	Процесс рандомизации групп	Отклонения от запланированных вмешательств	Отсутствующие данные о результатах	Оценка результатов исследования	Выборочное представление результатов	
<b>Группа 1. Исследования in vitro</b>						
Taori, 2022	Низкий	Низкий	Низкий	Низкий	Низкий	Низкий
Pawar, 2021	Низкий	Низкий	Низкий	Неопределенный	Низкий	Низкий
Sawani, 2014	Неопределенный	Низкий	Низкий	Низкий	Низкий	Низкий
Agora, 2012	Низкий	Низкий	Низкий	Низкий	Низкий	Низкий
Fabianelli, 2010	Низкий	Низкий	Низкий	Низкий	Низкий	Низкий
Fahmy, 2010	Низкий	Низкий	Низкий	Низкий	Низкий	Низкий
Loguercio, 2002	Неопределенный	Низкий	Низкий	Низкий	Низкий	Низкий
<b>Группа 2. Исследования in vivo</b>						
Dermata, 2018	Низкий	Низкий	Низкий	Низкий	Низкий	Низкий
Lindberg, 2006	Низкий	Низкий	Низкий	Низкий	Низкий	Низкий

**Исследования эффективности методик открытого и закрытого сэндвича, включенные в обзор**  
**Table 3. Studies on the effectiveness of open and closed sandwich techniques included in the review**

Автор, год	Цель исследования	Объем выборки	Исследуемые пломбирочные материалы	Методы воздействия на образцы	Метод окрашивания образцов	Методы оценки полученных результатов
Taori, 2022	Оценить и сравнить микропротекание при реставрациях класса II с использованием методов открытого и закрытого сэндвича	2 группы по 13 удаленных зубов в каждой, сформированные с применением рандомизации	Композит с добавлением Циркония (Zirconomer, Shofu, Japan)	200 циклов термоциклирования (50 °C и 55 °C) Экспозиция в растворе — 30 с. Экспозиция вне раствора — 10 с.	Экспозиция 24 часа в растворе метиленового синего	Микроскопия под увеличением 32x (Lobovision, India)
Pawar, 2021	Оценить микроподтекание реставраций класса II in vitro с использованием четырех различных реставрационных материалов	4 группы по 15 удаленных зубов в каждой	Амальга Пастообразный композит (G-aenial posterior restorative) Текущий композит (G-aenial universal flo) Гибридный СИЦ (Equia-FORTE Fill + Equia-FORTE coat)	Термоциклирование (5 °C, 37 °C и 55 °C) Экспозиция в растворе и вне раствора — не указаны	Экспозиция 48 часов в 0,5% растворе метиленового синего	Микроскопия
Sawani, 2014	Сравнительная оценка микроподтекания при реставрациях II класса с использованием методов открытого и закрытого сэндвича с использованием различных пломбирочных материалов	7 групп по 15 зубов в каждой были сформированы с использованием рандомизации	Текущий композит (Filtek 350 XT flow) Модифицированный СИЦ (Vitrebond)	500 циклов термоциклирования (5 °C, 37 °C и 55 °C) Экспозиция в растворе — 30 с. Экспозиция вне раствора — 15 с.	Экспозиция 24 часа в 0,5%-ном растворе фуксина	Микроскопия под 12x увеличением (Carl Zeiss, Italy)
Agora, 2012	Проверить гипотезу микроподтекания композитных реставраций II класса с использованием текущего композита и модифицированного смолой стеклоиономерного цемента	3 группы по 20 удаленных зубов в каждой были сформированы с использованием рандомизации	Текущий композит (Filtek 350) Модифицированный СИЦ (GC Gold Label) Пастообразный композит (Filtek P60)	1000 циклов термоциклирования (5 °C ± 2 °C и 55 °C ± 2 °C) Экспозиция в растворе — 30 с. Экспозиция вне раствора — 10 с.	Экспозиция 24 часа в 0,5%-ном растворе фуксина	Микроскопия под 40x увеличением (WILD Photomakroskop M400 1,25x, Switzerland)
Fabianelli, 2010	Целью исследования являлось подтвердить или опровергнуть нулевую гипотезу, что нет никакой разницы между открытой и закрытой техникой центростремительного наращивания в отношении микроподтеков в области десневого края композитной реставрации класса II, расположенной ниже соединения цемента и эмали.	2 группы по 15 удаленных жевательных зубов в каждой	Пастообразный композит (Estelite Sigma) Текущий композит (Palfique Estelite LV)	500 циклов термоциклирования (5 °C — 55 °C) Экспозиция в растворе — 20 с. Экспозиция вне раствора — не указано	Экспозиция 6 часов в 2% растворе метиленового синего	Микроскопия под 25x увеличением (Nikon SMZ645, Nikon, Japan)
Fahmy, 2010	Целью исследования являлось подтвердить или опровергнуть нулевую гипотезу, что при установке на препарированные молочные зубы по классу II микроподтекание непосредственно установленных композитных реставраций из смолы (полное соединение) и нанопополненных реставраций из RMGIC/композитного сэндвича не будет существенно отличаться. Кроме того, прочность на сдвиг обоих использованных композиционных материалов с нанопополненным RMGIC также не будет существенно отличаться.	6 групп по 10 удаленных жевательных зубов в каждой	Композит (Filtek Supreme XT) Модифицированный СИЦ (Ketac Nano)	500 циклов термоциклирования (5 °C — 55 °C) Экспозиция в растворе — 10 с. Экспозиция вне раствора — не указана	Экспозиция 24 часа в 2% растворе метиленового синего	Микроскопия под 20x увеличением (Olympus SZPT, Tokyo, Japan)

Автор, год	Цель исследования	Объем выборки	Исследуемые пломбировочные материалы	Методы воздействия на образцы	Метод окрашивания образцов	Методы оценки полученных результатов
Loguercio, 2002	Целью этого исследования <i>in vitro</i> было оценить микроподтекание десны при тотальном бондировании класса II реставрации из смолы по сравнению с реставрациями методом открытого сэндвича с использованием различных материалов	4 группы по 12 удаленных жевательных зубов в каждой	Композит (Tetric Ceram) Модифицированная смола (Dyract) Классический СИЦ (Chelon-Fil) Модифицированный СИЦ (Vitremer)	500 циклов термоциклирования (5 °C — 55 °C) Экспозиция в растворе — 15 с. Экспозиция вне раствора — не указана	Экспозиция 24 часа в 0,5% растворе метиленового синего	Микроскопия под 20x увеличением (Olympus SZPT, Tokyo, Japan)

В исследованиях, прошедших скрининг, также была представлена работа, выполненная авторским коллективом под руководством профессора Shefali Sawani в 2014 году. Особенностью представленной работы являются полностью противоположные остальным результаты исследования. Основная цель работы состояла в том, чтобы проанализировать и сравнить микроподтеки в реставрациях класса II с использованием открытых или закрытых методов сэндвича в сочетании с различными пломбировочными материалами. В рамках работы были подготовлены стандартизированные мези-окклюзионные (МО) и дисто-окклюзионные (ДО) макеты зубов II класса на 53 молярах и случайным образом разделили образцы на одну контрольную группу и шесть экспериментальных групп для процессов реставрации. Группа 1 использовала метод открытого сэндвича, нанося текучий композит на место десны. В группе 2 применялась техника открытого сэндвича с модифицированным смолой стеклоиономерным цементом (RMGIC) в области десны. Группа 3 применила технику закрытого сэндвича с использованием текучего композита на дне пульпы и аксиальной стенке. Группа 4 использовала технику закрытого сэндвича с RMGIC на дне пульпы и аксиальной стенке. Группа 5 использовала технику открытого сэндвича с текучим композитом на дне пульпы, аксиальной стенке и десневой области. Группа 6 применяла технику открытого сэндвича с RMGIC на дне пульпы, осевой стенке и десневой области. Группа 7 была контрольной, там применялась только центростремительная техника, без подкладочного материала.

После реставрации и термоциклирования верхушки запечатывали, а образцы погружали в 0,5% основной краситель фуксин. Затем образцы разрезали на срезы и оценивали с помощью стереомикроскопа. Данные были проанализированы с использованием апостериорного теста Бонферрони (учитывая, что статистика не является методом табличного представления). Снижение микроподтеканий наблюдалось при закрытом сэндвиче по сравнению с техникой открытого сэндвича во всех экспериментальных группах ( $P < 0,05$ ). Однако расхождение в окклюзионных показателях между различными группами было статистически недостоверным ( $P > 0,05$ ). Таким образом, в заключении авторы подчеркивают, что, когда речь идет о композитных рестав-

рациях класса II, использование центростремительного наращивания отдельно или в сочетании с техникой закрытого сэндвича снижает риск микроподтекания пришеечной области сравнительно лучше, чем техника открытого сэндвича.

Для наилучшего сравнения дизайна включенных исследований *in vitro* была подготовлена таблица 3.

#### Группа 2. Исследования *in vivo*

В группу 2 были отобраны 2 клинических исследования, целью которых являлась оценка состоятельности реставраций, выполненных методиками открытого или закрытого сэндвича, а также методикой тотального бондинга. По причине различий в дизайне исследований критерии ПРИЗМА неприменимы к группе 2, и результаты представленных исследований не будут отражены в выводах систематического обзора. Однако следует отметить, что отобранные исследования имеют низкий риск систематической ошибки, и как самостоятельные работы могут представлять большой интерес.

Исследование группы доктора Lindberg, опубликованное в 2006 году, посвящено 9-летнему анализу выживаемости реставраций 2 класса, выполненных методиками тотального бондинга и открытого сэндвича с использованием композера в роли изолирующей подкладки. Исследование было проведено среди женщин и мужчин в возрасте от 17 до 68 лет и включало оценку состоятельности 150 реставраций на протяжении 9 лет. По окончании исследования 14 из 135 оцененных реставраций были признаны неприемлемыми, 6 — в группе открытого сэндвича и 8 — в контрольной группе (тотального бондинга). Выживаемость при использовании двух методов существенно не отличалась ( $p = 0,604$ ). Причинами неудачи были: вторичный кариес (8), перелом зуба (1), перелом реставраций (2), эндодонтическое лечение (3).

Второе исследование, выполненное группой доктора Dermata, заключалось в клинической оценке долговечности реставраций 2 класса у 55 детей на протяжении 2 лет. Полости пломбировались методикой открытого сэндвича с использованием Витремера (модифицированного СИЦ) в качестве изолирующей подкладки, а также методикой тотального бондинга и пломбированием полости светоотверждаемым композиционным материалом. Результаты исследования:

55 пациентов были случайным образом распределены в 2 группы. 44 пациента были проанализированы через два года; с 49-ю зубами в Z250 и 55-ю зубами в группе «Витремер». Частота отказов по всем причинам для обоих материалов составила 3%. Через 1 год (4 и 2% для Z250 и «Витремер» соответственно) и 16% через 2 года (16% для обоих — Z250 и «Витремер»). В целом, через 2 года различий между материалами обнаружено не было (OR = 1,4; 95% ДИ = 0,8,2,4; P = 0,30). Однако применение Витремера было связано с более благоприятным здоровьем десен, по сравнению с композитом (RR = 0,2; 95% CI = 0,1,0,9; P = 0,03). Впрочем, имел место окклюзионный износ, который наблюдался только для Витремера.

Результаты исследования 1 и 2 группы представлены в таблице 4.

### Обсуждение результатов исследований

Исследования, проведенные *in vitro*, имели схожий дизайн, что позволило проводить сравнение между ними. Большинство работ, включенных в обзор (6 из 7), демонстрируют лучшую герметичность реставрации (меньшее число микроподтеканий) при использовании методики открытого сэндвича в качестве способа восстановления полостей 2 класса. Важно

отметить, что для моделирования среды ротовой полости и износа материала в ней использовался метод термоциклирования, что является стандартом во многих исследованиях, направленных на оценку качества краевого прилегания пломбы *in vitro*. Таким образом, при условии схожих условий износа в 85% случаев открытый сэндвич показывает хороший результат. Для более глубокой оценки оставшихся 15% случаев авторский коллектив детально изучил работу Sawani (2014). В методике подготовки образцов авторы указывают, что толщина формируемой проксимальной стенки в придесневой области при закрытом сэндвиче соответствует 1 мм, тогда как в остальных работах (например, Fabianelli, 2010) толщина проксимальной стенки — 2 мм. Таким образом, можно сделать промежуточный вывод, что на герметичность реставрации влияет не только выбор материала, но и толщина его нанесения.

Клинические исследования, приведенные в обзоре, демонстрируют отсутствие разницы в выживаемости реставраций, выполненных методом открытого сэндвича или методом тотального бондинга с последующим восстановлением цельной пломбой из светоотверждаемого композита — что у детей на молочных молярах, что у взрослых людей на постоянных жевательных зубах.

Таблица 4

### Результаты исследований, включенных в обзор

Table 4. Results of studies included in the review

Автор, год	Основные результаты исследований
<b>Группа 1. Исследования <i>in vitro</i></b>	
Taori, 2022	При сравнении метода открытого сэндвича с закрытым было замечено, что при методе открытого сэндвича наблюдалось меньше микроподтеков, поскольку он имеет лучшую краевую адаптацию и меньшее количество пустот
Pawar, 2021	СИЦ имело меньше микроподтеков в области десны, чем реставрационный материал на основе смолы, что указывает на лучшую герметизирующую способность СИЦ.
Sawani, 2014	Техника закрытого сэндвича показала меньше краевых микроподтеканий по сравнению с техникой открытого сэндвича
Agora, 2012	Использование текучего композита и сиц в качестве прокладок под пакуемый композит в композитных реставрациях класса II значительно снижает микроподтекание, когда края находятся в дентине, но верно обратное, когда края находятся в эмали.
Fabianelli, 2010	Техника «открытого сэндвича» обеспечила значительно более эффективное уплотнение на пришеечном крае композитных реставраций класса II, по сравнению с техникой «закрытого сэндвича».
Fahmy, 2010	Как силорановая смола, так и нанокompозитная смола продемонстрировали превосходное краевое прилегание при использовании техники тотального бондинга по сравнению с методами закрытого и открытого сэндвича.
Loguercio, 2002	Наилучшая краевая герметизация была достигнута при использовании стеклоиономера, модифицированного смолой (Витремер), в технике открытого сэндвича.
<b>Группа 2. Исследования <i>in vivo</i></b>	
Dermata, 2018	И Витремер, и Z250 продемонстрировали приемлемое клиническое поведение через 24 месяца наблюдения. В целом показатель успеха для обоих материалов составил 84% через два года. Статистически значимых различий обнаружено не было за исключением следующих параметров: здоровья десен (в пользу Витремера) и устойчивости к окклюзионной стираемости (в пользу Z250).
Lindberg, 2006	Оба восстановительных метода (открытый сэндвич и реставрация только композиционным материалом) показали хорошую долговечность в течение 9-летнего периода. Никакого клинического преимущества в технике сэндвичей не наблюдалось.

## Выводы

Таким образом, можно сделать следующие выводы:

Метод открытого сэндвича обладает лучшей герметичностью по сравнению с методом закрытого сэндвича.

Герметичность пломбы, выполненной методикой открытого сэндвича, сопоставима с герметичностью пломбы из светоотверждаемого композита, фиксированной методикой тотального бондинга.

Для компомеров и модифицированных СИЦ толщина материала менее 2 мм может снижать качество

герметичности пломбы, тогда как при использовании текучих композитов светового отверждения толщина стенки в 1 мм будет уже достаточной для создания необходимой герметичности реставрации.

Клинически нет большой разницы между реставрациями, выполненными методом открытого сэндвича и цельнокомпозитными реставрациями, однако для более точной оценки требуются дальнейшие исследования *in vivo*.

## Литература/References

1. Mathur Vijay Prakash, Jatinder Kaur Dhillon. Dental caries: a disease which needs attention // The Indian Journal of Pediatrics. – 2018;85:202-206. DOI 10.1007/s12098-017-2381-6
2. Kordaß Bernd, Christoph Behrendt, Alexandra Amlang, Sybille Hugger, Alfons Hugger, Sebastian Ruge, Stefanie Samietz. Distribution patterns of occlusal contact areas on natural posterior teeth—Evaluations of a cross-sectional population-based study with the Greifswald Digital Analyzing System (GEDAS) // Annals of Anatomy-Anatomischer Anzeiger. – 2023;250:152112. <https://doi.org/10.1016/j.aanat.2023.152112>
3. Manicone Paolo Francesco, Paolo De Angelis, Edoardo Rella, Laura Papetti, Antonio D'Addona. Proximal contact loss in implant-supported restorations: a systematic review and meta-analysis of prevalence // Journal of Prosthodontics. – 2022;31(3):201-209. <https://doi.org/10.1111/jopr.13407>
4. Bangad Pranita, Pooja Muley, Himanshu Gupta. Evaluation Of Golden Proportion In People With Natural Smile // International journal of current science. – 2023;13(2):507-515. <https://rjpn.org/IJCSPUB/papers/IJCSP23B1414>
5. Laske Mark, Niek JM Opdam, Ewald M. Bronkhorst, Jozé C.C. Braspenning, M. C. D. N. J. M. Huysmans. Risk factors for dental restoration survival: a practice-based study // Journal of dental research. – 2019;98(4):414-422. <https://doi.org/10.1177/00220345198275>
6. Furtado de Mendonca, Arthur Mahdi Shahmoradi, Cresus Vinicius Depes de Gouvêa, Grace M. De Souza, Ayman Ellakwa. Microstructural and mechanical characterization of CAD/CAM materials for monolithic dental restorations // Journal of Prosthodontics. – 2019;28(2):e587-e594. <https://doi.org/10.1111/jopr.12964>
7. Nicholson John W., Sharanbir K. Sidhu, Beata Czarnicka. Enhancing the mechanical properties of glass-ionomer dental cements: a review // Materials. – 2020;13(11):2510. <https://doi.org/10.3390/ma13112510>
8. Fuhrmann D., Murchison D., Whipple S., Vandewalle K. Properties of new glass-ionomer restorative systems marketed for stress-bearing areas // Operative dentistry. – 2020;45(1):104-110. <https://doi.org/10.2341/18-176-L>
9. Çelik Çiğdem, Yusuf Bayraktar, Behiye Esra Özdemir. Effect of Saliva Contamination on Microleakage of Open Sandwich Restorations // Acta stomatologica Croatica: International journal of oral sciences and dental medicine. – 2020;54.3:273-282. DOI: <https://doi.org/10.15644/asc54/3/5>
10. Скворцова Е.Н., Булавина А.А., Панькина С.Ю. Сэндвич-техника с применением sdr® (dentsply) в реставрации жевательной группы зубов. Актуальные вопросы стоматологии. Сборник научных трудов, посвященный основателю кафедры ортопедической стоматологии КГМУ профессору Исааку Михайловичу Оксману. Казань. 2021:423-428. [E.N. Skvortsova, A.A. Bulavina, S.Yu. Pankina. Sandwich technique using sdr® (dentsply) in restoration of the mastic teeth. Current issues in dentistry. A collection of scientific works dedicated to the founder of the Department of Orthopedic Dentistry of KSMU, Professor Isaac Mikhailovich Oksman. Kazan. 2021:423-428. (In Russ.)]. <http://elib.pnzgu.ru/library/1635421973>
11. Vinothkumar T.S., Doshi K., Sureshababu N.M., Somasundaram J., Arthisri A.S., Setzer F.C., Nagendrababu V. Comparison of Reverse Sandwich Restorations Versus Composite Fillings for the Restoration of External Cervical Resorptions: An In-Vitro Study // European Endodontic Journal. – 2024;9(1):57. DOI 10.14744/eej.2023.27146

DOI: 10.18481/2077-7566-2024-20-1-62-67

УДК: 616.316-008.8

## АНАЛИЗ ФАКТОРОВ РИСКА КСЕРОСТОМИИ И ЗДОРОВОГО ОБРАЗА ЖИЗНИ СТУДЕНТОВ СТОМАТОЛОГИЧЕСКОГО ФАКУЛЬТЕТА УРАЛЬСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО МЕДИЦИНСКОГО УНИВЕРСИТЕТА

Еловикова Т. М.<sup>1</sup>, Саблина С. Н.<sup>1</sup>, Ермишина Е. Ю.<sup>1</sup>, Мандра Ю. В.<sup>1</sup>, Кощеев А. С.<sup>2</sup>,  
Макурова Н. А.<sup>1</sup>, Жегалина Н. М.<sup>1</sup>, Шимова М. Е.<sup>1</sup>, Литвиненко Д. А.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Уральский государственный медицинский университет, г. Екатеринбург, Россия

<sup>2</sup> Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, г. Екатеринбург, Россия

### Аннотация

**Предмет исследования** — ксеростомия.

**Цель исследования** — провести анализ факторов риска, выявить частоту встречаемости ксеростомии и здорового образа жизни студентов стоматологического факультета Уральского государственного медицинского университета (УГМУ).

**Методология.** Работа проведена на кафедре терапевтической стоматологии и пропедевтики стоматологических заболеваний, на кафедре общей химии УГМУ, на кафедре моделирования управляемых систем УрФУ. Объектами исследования являлись: анкета, состоящая из двух частей, и добровольцы — студенты стоматологического факультета УГМУ. В основу первой части анкеты положен опросник «Перечень случаев ксеростомии», модифицированный авторами настоящего исследования до 12 вопросов. Вторая часть анкеты (авторская) состоит из 29 вопросов по здоровому образу жизни (ЗОЖ) о факторах, которые также влияют на развитие ксеростомии. Таким образом, общее количество вопросов анкеты составило 41. Статистическая обработка результатов проведена на персональном компьютере с помощью пакета прикладных программ Microsoft Excel 2007; достоверность различий оценивали по t-распределению Стьюдента с помощью пакета программ Statistica 6.0; определяли доверительный интервал для математического ожидания  $M \pm m$ , где  $M$  — выборочное среднее. Различия считали достоверными при  $p \leq 0,05$ .

**Выводы.** Студенты стоматологического факультета УГМУ придерживаются правил, нацеленных на поддержание здоровья органов полости рта: меняют зубную щетку (от 3 до 5 раз в год — 85%), чистят зубы не менее трех минут (более 48%) два раза в день (77,7%) и используют дополнительные средства интердентальной гигиены (76,7%). На сухость губ указывают 38%. Сухость в носу подчеркивают 14,1% студентов. «Сухость во рту связана с повышенным сахаром крови» отметили 2% участников исследования. Целесообразно изучить проблему профилактики стоматологических заболеваний, программ индивидуальной и профессиональной гигиены полости рта, а также регулярных общих гигиенических мероприятий и устранения вредных привычек у студентов.

**Ключевые слова:** ротовая жидкость, инвентаризации ксеростомии, здоровый образ жизни, анкетирование студентов, терапевтическая стоматология

Авторы заявили об отсутствии конфликта интересов.

Татьяна Михайловна ЕЛОВИКОВА ORCID ID 0000-0001-8849-8875

д.м.н., профессор, профессор кафедры терапевтической стоматологии и пропедевтики стоматологических заболеваний, Уральский государственный медицинский университет, г. Екатеринбург, Россия  
ugma-elovik@yandex.ru

Светлана Николаевна САБЛИНА ORCID ID 0000-0002-1838-3535

ассистент кафедры терапевтической стоматологии и пропедевтики стоматологических заболеваний, Уральский государственный медицинский университет, г. Екатеринбург, Россия  
9122541494@mail.ru

Елена Юрьевна ЕРМИШИНА ORCID ID 0000-0002-0077-7376

к.х.н., доцент кафедры общей химии, Уральский государственный медицинский университет, г. Екатеринбург, Россия  
ermishina.e.yu@mail.ru

Юлия Владимировна МАНДРА ORCID ID 0000-0002-8439-3272

д.м.н., профессор, профессор кафедры терапевтической стоматологии и пропедевтики стоматологических заболеваний, Уральский государственный медицинский университет, г. Екатеринбург, Россия  
jatandra@mail.ru

Анатолий Сергеевич КОЩЕЕВ ORCID ID 0000-0003-1004-6785

к.ф.м.н., доцент кафедры моделирования управляемых систем, Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, г. Екатеринбург, Россия  
askoshcheev@yandex.ru

Наталья Андреевна МАКЕРОВА ORCID ID 000-0003-0992-7972

к.м.н., доцент кафедры терапевтической стоматологии и пропедевтики стоматологических заболеваний, Уральский государственный медицинский университет, г. Екатеринбург, Россия  
n.a.makerova@yandex.ru

Наталья Максовна ЖЕГАЛИНА ORCID ID 0000-0002-2376-0358

к.м.н., доцент кафедры терапевтической стоматологии и пропедевтики стоматологических заболеваний, Уральский государственный медицинский университет, г. Екатеринбург, Россия  
nzhagalina@mail.ru

Маргарита Ефимовна ШИМОВА ORCID ID 0000-0003-0992-7972

к.м.н., доцент кафедры терапевтической стоматологии и пропедевтики стоматологических заболеваний, Уральский государственный медицинский университет, г. Екатеринбург, Россия  
mshimova@yandex.ru

Дарья Алексеевна ЛИТВИНЕНКО ORCID ID 0000-0002-4261-9579

студентка пятого курса стоматологического факультета, Уральский государственный медицинский университет, г. Екатеринбург, Россия  
balakinaadaria@yandex.ru

Адрес для переписки: Светлана Николаевна САБЛИНА

620028, г. Екатеринбург, ул. Токарей, д. 29а

+7 (912) 6848484

9122541494@mail.ru

### Образец цитирования:

Еловикова Т. М., Саблина С. Н., Ермишина Е. Ю., Мандра Ю. В., Кощеев А. С., Макурова Н. А., Жегалина Н. М., Шимова М. Е., Литвиненко Д. А.  
АНАЛИЗ ФАКТОРОВ РИСКА КСЕРОСТОМИИ И ЗДОРОВОГО ОБРАЗА ЖИЗНИ СТУДЕНТОВ СТОМАТОЛОГИЧЕСКОГО ФАКУЛЬТЕТА  
УРАЛЬСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО МЕДИЦИНСКОГО УНИВЕРСИТЕТА. Проблемы стоматологии. 2024; 1: 62-67.

© Еловикова Т. М. и др., 2024

DOI: 10.18481/2077-7566-2024-20-1-62-67

Поступила 24.03.2024. Принята к печати 19.04.2024

DOI: 10.18481/2077-7566-2024-20-1-62-67

## ANALYSIS OF RISK FACTORS FOR XEROSTOMIA AND HEALTHY LIFESTYLE OF STUDENTS OF THE FACULTY OF DENTISTRY OF THE URAL STATE MEDICAL UNIVERSITY

Elovikova T.M.<sup>1</sup>, Sablina S.N.<sup>1</sup>, Ermishina E.Y.<sup>1</sup>, Mandra Y.V.<sup>1</sup>, Koscheev A.S.<sup>2</sup>  
Makerova N.A.<sup>1</sup>, Zhegalina N.M.<sup>1</sup>, Shimova M.E.<sup>1</sup>, Litvinenko D.A.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Ural State Medical University, Yekaterinburg, Russia

<sup>2</sup> Ural Federal University named after the First President of Russia B.N. Yeltsin, Yekaterinburg, Russia

### Annotation

**Subject.** Xerostomia.

**Objectives.** To analyze risk factors, to identify the incidence of xerostomia and a healthy lifestyle of students of the Faculty of Dentistry of the Ural State Medical University (USMU).

**Methodology.** The work was carried out at the Department of Therapeutic Dentistry and Propaedeutics of Dental Diseases, at the Department of General Chemistry of USMU, at the Department of Controlled Systems Modeling of UrFU. The objects of the study were: a questionnaire consisting of two parts and volunteers – students of the Faculty of Dentistry of USMU. The first part of the questionnaire is based on the questionnaire «List of cases of xerostomia» modified by the authors of this study to 12 questions. The second part of the questionnaire (author's) consists of 29 questions on a healthy lifestyle (HLS), which also affect the development of xerostomia. Thus, the total number of questions in the questionnaire was 41. Statistical processing of the results was carried out on a personal computer using the Microsoft Excel 2007 application software package; the reliability of the differences was assessed by the Student's t-distribution using the Statistica 6.0 software package; the confidence interval for mathematical expectation  $M \pm m$  was determined, where M is the sample average. The differences are considered.

**Conclusions.** Students of the Faculty of Dentistry of USMU adhere to the rules aimed at maintaining the health of the oral cavity: they change their toothbrush (from 3 to 5 times a year – 85%), brush their teeth for at least three minutes (more than 48%) twice a day (77.7%) and use additional means of interdental hygiene (76.7%). 38% indicate dry lips. Dryness in the nose is emphasized by 14.1% of students. «Dry mouth is associated with elevated blood sugar», 2% of the study participants noted. It is advisable to investigate the problem of prevention of dental diseases, individual and professional oral hygiene programs, as well as regular general hygiene measures and the elimination of bad habits among students.

**Keywords:** oral fluid, inventory of xerostomia, healthy lifestyle, student survey, therapeutic dentistry

The authors declare no conflict of interest.

Tatiana M. ELOVIKOVA ORCID ID 0000-0001-8849-8875

Grand PhD in Medical sciences, Professor, Department of Preventive Dentistry and Propedeutics of Dental Disease, Ural State Medical University, Yekaterinburg, Russia  
ugma-elovik@yandex.ru

Svetlana N. SABLINA ORCID ID 0000-0002-1838-3535

Teaching Assistant, Department of Preventive Dentistry and Propedeutics of Dental Disease, Ural State Medical University, Yekaterinburg, Russia  
9122541494@mail.ru

Elena Y. ERMISHINA ORCID ID 0000-0002-0077-7376

PhD in Chemical sciences, Associate Professor of the Department of General Chemistry, Ural State Medical University, Yekaterinburg, Russia  
ermishina.e.yu@mail.ru

Yulia V. MANDRA ORCID ID 0000-0002-8439-3272

Grand PhD in Medical sciences, Professor, Department of Preventive Dentistry and Propedeutics of Dental Disease, Ural State Medical University, Yekaterinburg, Russia  
jamandra@mail.ru

Anatoly S. KOSCHEEV ORCID ID 0000-0003-1004-6785

PhD in Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor of the Department of Control Systems Modeling, Ural Federal University named after the first President of Russia B.N. Yeltsin, Yekaterinburg, Russia  
askoshcheev@yandex.ru

Natalya A. MAKEROVA ORCID ID 000-0003-0992-7972

PhD in Medical sciences, Associate Professor of the Department of Therapeutic Dentistry and Propedeutics of Dental Disease, Ural State Medical University, Yekaterinburg, Russia  
n.a.makerova@yandex.ru

Natalia M. ZHEGALINA ORCID ID 0000-0002-2376-0358

PhD in Medical sciences, Associate Professor of the Department of Therapeutic Dentistry and Propaedeutics of Dental Diseases, Ural State Medical University, Yekaterinburg, Russia  
nzhegalina@mail.ru

Margarita E. SHIMOVA ORCID ID 0000-0003-0992-7972

PhD in Medical sciences, Associate Professor, Department of Therapeutic Dentistry and Propedeutics of Dental Disease, Ural State Medical University, Yekaterinburg, Russia  
mschimova@yandex.ru

Darjia A. LITBINENKO ORCID ID 0000-0002-4261-9579

5<sup>th</sup> year Student of the Faculty of Dentistry, Ural State Medical University, Yekaterinburg, Russia  
balakinaadaria@yandex.ru

**Correspondence address:** Svetlana N. SABLINA

29a Tokarev str., Yekaterinburg, 620028

Tel.: +7(912)6848484

9122541494@mail.ru

### For citation:

Elovikova T.M., Sablina S.N., Ermishina E.Y., Mandra Y.V., Koscheev A.S., Makerova N.A., Zhegalina N.M., Shimova M.E., Litvinenko D.A.  
ANALYSIS OF RISK FACTORS FOR XEROSTOMIA AND HEALTHY LIFESTYLE OF STUDENTS OF THE FACULTY OF  
DENTISTRY OF THE URAL STATE MEDICAL UNIVERSITY. *Actual problems in dentistry*. 2024; 1: 62-67. (In Russ.)

© Elovikova T.M. et al., 2024

DOI: 10.18481/2077-7566-2024-20-1-62-67

Received 24.03.2024. Accepted 19.04.2024

## Введение

Сегодня ксеростомию (КС) принято рассматривать как особое патологическое состояние человека, характеризующееся полиэтиологичностью и нарушением саливации из-за уменьшения количества выделяемой слюны на фоне дисфункции слюнных желез [1]. Ксеростомия относится к болезням, часто встречающимся в клинической практике врача-стоматолога и врачей других специальностей, поскольку является следствием различных общих заболеваний человека [12]. Вместе с этим, ряд авторов не рассматривают КС как заболевание, а считают ее симптомом при различных состояниях и синдромах. В МКБ-10 номенклатурная единица КС — K11.7 [1–4].

Актуальность КС связана с ее высокой распространенностью и отсутствием единого общепризнанного взгляда на проблему сухости полости рта. Фокус внимания научного и клинического сообщества сосредоточен не только вокруг вопросов диагностики КС и тактики лечения пациентов. Представляют интерес факторы ее возникновения, которые, пусть и остаются открытыми, до сих пор нуждаются в решении [1–6].

Существует несколько классификаций КС, основанных на причинах ее возникновения, выраженности клинических симптомов, наличии или отсутствии количественных изменений слюны. Афанасьев В.В. и соавторы предложили подразделять КС на постоянную, периодическую и скрытую формы (2019) [1–3]. Постоянная сухость в полости рта беспокоит пациентов без видимых причин. Периодическая КС связана с эмоциональной или физической нагрузкой. Скрытая КС характеризуется отсутствием жалоб на сухость в полости рта, однако пациенты всегда вынуждены запивать пищу жидкостью. На сегодняшний день также выделяют субъективную и объективную КС. Субъективная КС выявляется в случае ряда соматических заболеваний или на фоне перенесенного хирургического эндоназального или фарингеального вмешательства. Объективная КС связана с нарушением секреторной функции слюнных желез, подтверждается данными сиалометрии и делится на 2 типа: КС с нормальным состоянием слизистой оболочки полости рта или в сочетании с ее повреждением [3].

Среди неспецифических причин КС выделяют табакокурение, употребление алкоголя, наркотических веществ, кофе и кофесодержащих напитков [11, 12].

Различают три стадии КС: начальную, клинически выраженную и позднюю [1–2]. В начальной стадии сухость рта беспокоит пациента периодически, чаще при длительном разговоре или общем переутомлении. При этом объективного снижения саливации не наблюдается. В стадии клинических проявлений сухость рта беспокоит больных во время еды и при разговоре практически постоянно. Таким образом, на сегодняшний день КС является актуальной проблемой стоматологии и смежных специальностей. Сложности диагностики связаны с полиэтиологическим характером данного

заболевания, а также отсутствием легко воспроизводимых методов диагностики. Указанные факторы создают предпосылки для дальнейшего научного исследования [3, 12, 14–18].

Для оценки симптомов сухости полости рта и КС существует множество опросников, шкал, перечней, специальных объективных и субъективных инструментов и др. [13]. По нашему мнению, профессиональный интерес для диагностики КС представляет «Перечень случаев ксеростомии», который отражает многие проявления КС, поскольку основан на опыте пациентов, перенесших КС, прост в применении, надежен, имеет «понятные» формулировки, т. к. диагностика ксеростомии имеет определенные сложности [3, 13, 14–19].

**Цель исследования** — провести анализ факторов риска, выявить частоту встречаемости ксеростомии и здорового образа жизни студентов стоматологического факультета Уральского государственного медицинского университета (УГМУ).

## Материалы и методы

Работа проведена на кафедре терапевтической стоматологии и пропедевтики стоматологических заболеваний, на кафедре общей химии УГМУ, на кафедре моделирования управляемых систем УрФУ. Объекты исследования: 1 — анкета, состоящая из двух частей; 2 — добровольцы — студенты стоматологического факультета УГМУ.

В исследовании мы использовали анкету, состоящую из двух частей. Основа первой части — опросник «Перечень случаев ксеростомии» (ПСК) [13]. Оригинальный ПСК, или «вопросник» инвентаризации КС, состоит из 11 пунктов. Для уточнения и интерпретации полученных данных нами добавлен еще один вопрос о связи сухости в полости рта с повышенным сахаром крови.

В результате анкета преобразована в 12 вопросов. Каждому ответу присваивается от 1 до 6 баллов. Общая сумма баллов отражает тяжесть КС, подсчитывается от 12 до 72 баллов [13]. Так, легкая степень КС оценивается в 12 баллов, тогда как тяжелая степень КС — в 72 балла. Изменение показателей ПСК на 6 или более баллов, по данным авторов, имеет клиническое значение. Участникам анкетирования по ПСК предлагается выбрать ответ: никогда — 1 балл, почти никогда — 2 балла, иногда — 3 балла, довольно часто — 4 балла, очень часто — 5 баллов [13, 16].

Вторая часть анкеты (авторская) включает 29 вопросов по здоровому образу жизни (ЗОЖ), о факторах, которые также влияют на развитие КС. Таким образом, общее количество вопросов анкеты составило 41 [11, 12].

Статистическая обработка результатов проведена на персональном компьютере с помощью пакета прикладных программ Microsoft Excel 2007; достоверность различий оценивали по t-распределению Стьюдента с помощью пакета программ «Statistica 6.0.»; опреде-

ляли доверительный интервал для математического ожидания  $M \pm m$ , где  $M$  — выборочное среднее. Различия считали достоверными при  $p \leq 0,05$  [12].

### Результаты исследования и их обсуждение

В исследовании приняло участие 292 студента-добровольца (от 19 до 25 лет): 70% женщин и 30% мужчин. В процессе анализа результатов выявлено, что практическое отсутствие сухости во рту отметили 79,15% участников анкетирования. В то же время, у 5,5% студентов проявляется КС: у 4,1% — довольно часто, а у 1,4% — очень часто. На вопрос «мне трудно есть сухие продукты» — ответы: никогда — в 70,1%, довольно часто — 2,4%, очень часто — 0,7%. На вопрос «Я встаю ночью, чтобы попить» положительно ответили 5,2% участников: довольно часто — 2,1%, очень часто — 3,1%; никогда — 61% респондентов. По вопросу о сухости во рту во время еды — никогда не ощущают сухость 67,1%; ощущают — 3,5%: довольно часто — 2,1%, очень часто — 1,4% студентов. На вопрос «делаю глоток жидкости, чтобы облегчить проглатывание пищи» положительно ответили 11,3% участника исследования: довольно часто — 6,5%, очень часто — 3,8%; иногда — 12,0%, почти никогда — 29,1%, никогда — 48,65 студентов. Чтобы облегчить сухость во рту, 89,0% участников исследования никогда не «рассасывают конфеты или леденцы от кашля» (почти никогда — 8,9%), и только 1,4% — иногда, часто и очень часто — по одному человеку — 0,3%. При этом отмечают проблемы «с глотанием определенных продуктов» очень часто — 2,4% участника (никогда — 85,3%).

На вопрос «кожа моего лица кажется сухой» «никогда» ответили 27,6% студентов, «довольно часто» — 11,6%, «очень часто» — 8,7%. Сухость в глазах отметили 10,9% респондентов — довольно часто — 6,8%, очень часто — 4,1%, никогда — 45,2%. На сухость губ указали 38% анкетированных: очень часто — 20,2%, довольно часто — 18,2%; никогда — 13%. Сухость в носу подчеркнули 14,1% студентов: очень часто — 4,5%, довольно часто — 9,6%, иногда — 15,1%, почти никогда — 22,3%; никогда — 48,6%. «Сухость во рту связана с повышенным сахаром крови» отметили 2% участников исследования: очень часто — 0,3%, довольно часто — 1,7%; никогда — 81,2% (рис. 1).

Во второй части анкеты первым был задан вопрос: «Как вы оцениваете свое здоровье в целом?». Состояние своего общего здоровья 89,4% студентов оценили положительно, 10,6% поставили низкую оценку. Собственное стоматологическое здоровье участники анкетирования оценивают довольно высоко (рис. 2).

Самооценка здоровья зубов студентами высокая в 67,1% случаев: отличная в 21,6%, хорошая — в 45,5%, удовлетворительная — в 25,3%, плохая — в 5,5%, и очень плохая — в 2,1%. Самооценка гигиены полости рта положительная в 95,5% случаев. Большинство студентов — 77,7% — чистят зубы 2 раза в день,

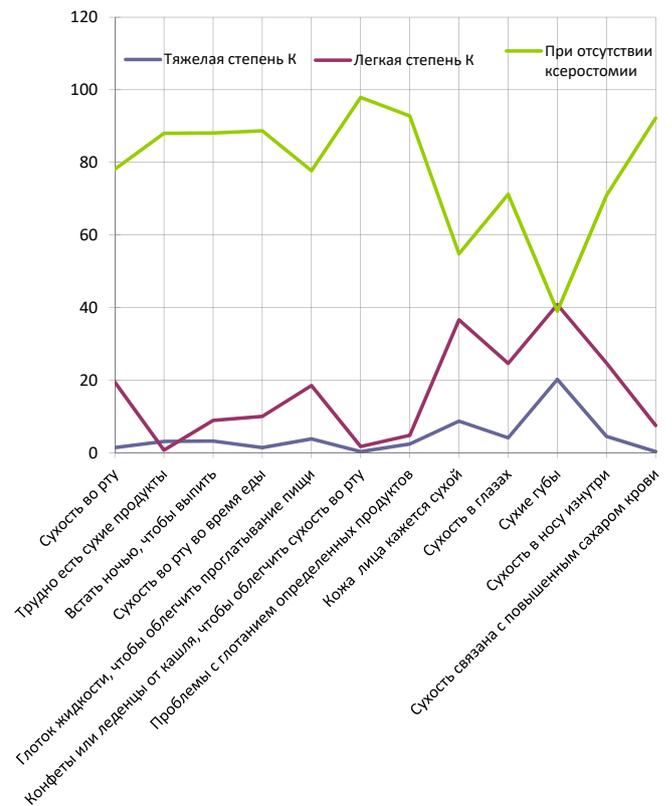


Рис. 1. Распространенность показателей суммированной рейтинговой шкалы по «вопроснику инвентаризации ксеростомии» у студентов стоматологического факультета УГМУ (в %)

Fig. 1. Range of summated ratings on the Xerostomia Inventory Questionnaire performance scale representing the dental students of Ural State Medical University (%)

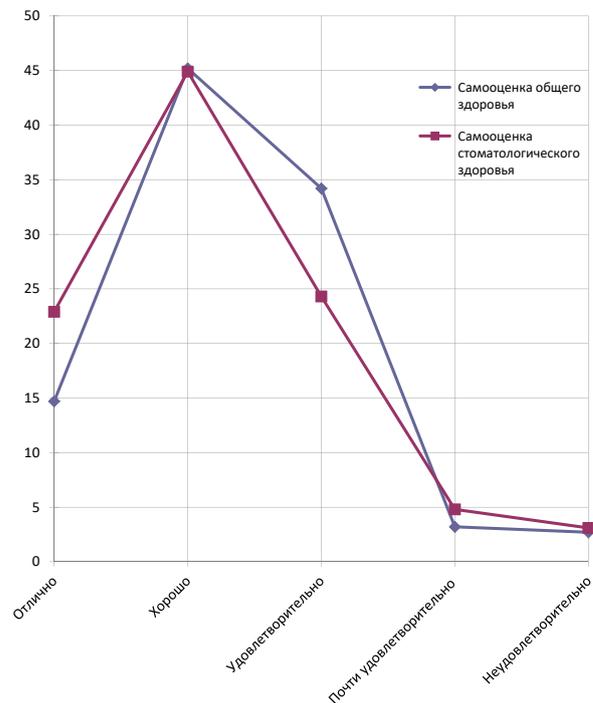


Рис. 2. Самооценка общего и стоматологического здоровья студентами стоматологического факультета УГМУ (%)

Fig. 2. Self-assessment of general and dental health status in the dental students of Ural State Medical University (%)

6% — 3 раза в день, а 13,7% студентов чистят зубы один раз в день. Одну минуту чистят 8,2%, две минуты — 34,2%, от трех до пять минут — 49,3%. До завтрака зубы чистят 33,9% студентов, после завтрака — 66,1%.

Замену зубной щетки участники анкетирования осуществляют 3–5 раз в год — 76%, два раза в год — 17,5%, один раз — 6,5%. Степень жесткости зубной щетки: мягкая — у 22,9% студентов, средней жесткости — у 74%, жесткая — у 3,1%. По форме рабочей части зубной щетки — в 62,3% участники исследования предпочитают прямую (щетина подрезана ровным рядом), конусообразную — в 16,4%, вогнутую (щетинки ниже в центре и выше по краям щетки) — в 5,9%, круглую рабочую часть (электрическая зубная щетка — в 15,4% случаев. Следует отметить, что 6% опрошенных хранят щетку в футляре. Студенты предпочитают противокариозные зубные пасты в 50% случаев, противовоспалительные — в 20%, отбеливающие — в 15%. Остальные не имеют предпочтений по выбору зубных паст. «Любимые» зубные пасты на сегодня: Сплат — 22,3%, Рокс — 19,5%, Пародонтакс — 14,4%, Сенсодин — 10,3%. Дополнительные interdентальные средства гигиены используют 76,7% респондентов, при этом три и более средства — 13,4% студентов, 35,6% — одно. Не знают, что это такое, 12% участников, купили, но не используют — 11,3%. Желают расширить свои

знания в профилактике стоматологических заболеваний 69,2% участников исследования.

Самооценка качества жизни студентами в основном оптимистична: анализ исследований показал, что 70,4% анкетированных оценивают свое качество жизни довольно высоко: «отлично» — 29,2%, «хорошо» — 41,4%, удовлетворительно — 23,3%, «неудовлетворительно» — 6,1%. Самооценка параметров «сухость во рту», «качество жизни» и «здоровый образ жизни» студентов стоматологического факультета УГМУ показана на диаграмме (рис. 3).

В контексте вышесказанного следует отметить: большинство студентов имеют необходимые навыки для организации собственного распорядка дня, удовлетворения своих материальных и психоэмоциональных потребностей. Так, 84,3% респондентов стараются придерживаться полноценного питания, а 65,3% — оптимального соотношения в своей жизни труда и отдыха. Регулярное закаливание (утренняя гимнастика, физические упражнения после учебы, прогулки перед сном и т. д.) проводят 20,2% студентов, еще 29,8% стараются осуществлять закаливание. Однако 50% студентов отметили, что не проводят регулярные общие гигиенические мероприятия. Этот факт может свидетельствовать о снижении иммунного статуса и мышечного тонуса участников исследования. Ответы на вопрос о курении демонстрировали «разногласия»: резко отрицательное отношение к курению выявлено у 51,4% участников; 42,5% опрошенных приняло нейтральную позицию по отношению к табачной продукции, 6,1% имеют положительное мнение по данному вопросу — и курят.

Не курят 65,8% анкетированных. Курят, несмотря на «понимание вреда», 34,2% опрошенных. При этом электронные сигареты курят 23,6%, кальян — 15,8%, сигареты — 12,3%; Iqos или Glo — 5,1% участников исследования. Альтернативными средствами доставки никотина не пользуются 97,6% студентов. Остальные респонденты применяют: снюс — 1,7%, бетель — 1,4%, нюхают табак — 1%, жуют табак — 0,7%. Полное отсутствие вредных привычек отмечают 27,7% студентов, почти полное — 21,6%; иногда нарушают правила 24,3% анкетированных, позволяя себе редкое употребление алкоголя и использование табачной продукции в исключительных случаях. Не отказались от вредных привычек 26,4% респондентов.

На вопрос «Какие медикаменты принимаете в настоящее время?» были отмечены лекарственные препараты следующих групп: витамин Д — принимают более половины опрошенных; мультивитамины — почти 30%; препараты кальция — 14,1% студентов; препараты йода — 12,4%. Не принимают ничего 39,2% участников исследования.

Таким образом, анкетирование, применение суммированной рейтинговой шкалы по «вопроснику инвентаризации ксеростомии», выявление и анализ факторов риска, неспецифических причин ксеростомии, частоты встречаемости постоянной, периодической и скрытой

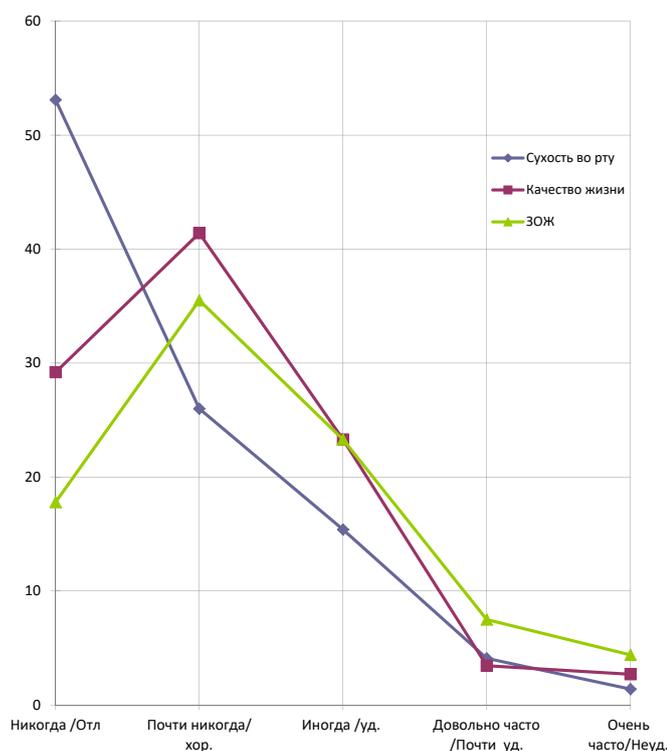


Рис. 3. Самооценка параметров «сухость во рту», «качество жизни» и «здоровый образ жизни» студентов стоматологического факультета УГМУ (%)

Fig. 3. Self-assessment of parameters «Dry Mouth», «Quality of Life» and «Healthy Life Style» in the dental students of Ural State Medical University (%)

форм ксеростомии, начальной и клинически выраженной стадий ксеростомии, факторов здорового образа жизни студентов стоматологического факультета УГМУ позволили установить, что у опрошенных выявлены вредные привычки, нарушение правил индивидуальной гигиены полости рта и регулярных общих гигиенических мероприятий, прием ряда лекарственных препаратов и др. По результатам сравнительного анализа данных анкетирования у респондентов выявлено статистически значимое сочетание в комплексе с сухостью полости рта, четырех дополнительных симптомов: сухости в носу ( $p \leq 0,05$ ), сухости глаз ( $p \leq 0,05$ ), сухости губ и кожи лица ( $p \leq 0,05$ ). Это повышает вероятность диагностирования гипофункции слюнных желез и ксеростомии у участников исследования.

Анализ полученных данных свидетельствует о целесообразности проведения в диагностическом поиске ксеростомии анкетирования опрашиваемых с направленным вектором задаваемых вопросов — жалоб на сухость полости рта и губ, сухость в носу и в глазах, данных анамнеза. Это позволит оценить и стоматологический, и соматический статус пациентов, профессионально грамотно подойти к составлению плана лечения, рекомендаций обследования у специалистов: эндокри-

нолога, офтальмолога, отоларинголога, ревматолога, построению программ профилактики.

## Выводы

Студенты стоматологического факультета УГМУ придерживаются правил, нацеленных на поддержание здоровья органов полости рта: меняют зубную щетку (от 3 до 5 раз в год — 85%), чистят зубы не менее трех минут (более 48%) два раза в день (77,7%) и используют дополнительные средства интердентальной гигиены (76,7%). Желают расширить свои знания в профилактике стоматологических заболеваний (69,2%). Более 70% студентов стоматологического факультета не имеют основных факторов риска гипофункции слюнных желез и ксеростомии — в результате отказа от вредных привычек (73,3%), стремления к соблюдению оптимального соотношения труда и отдыха (65,3%), полноценного питания (84,3%) и закаливания организма (50,2%). Целесообразно исследовать проблему профилактики стоматологических заболеваний, программ индивидуальной и профессиональной гигиены полости рта, а также регулярных общих гигиенических мероприятий и устранения вредных привычек у студентов.

## Литература/References

1. Афанасьев В.В., Винокуров Н.С. Результаты использования ополаскивателя *xerostom* в комплексном лечении пациентов с ксеростомией. Российский стоматологический журнал. – 2020;24(5):318-320. [V.V. Afanasiev, N.S. Vinokurov. Results of using the *Xerostom* rinse aid in the complex treatment of patients with xerostomia. Russian Journal of Dentistry. 2020;24(5):318-320. (In Russ.).] DOI 10.17816/1728-2802-2020-24-5-318-320.
2. Афанасьев В.В., Павлова М.Л., Ордашев Х.А. Ксеростомия. Сухость полости рта. Этиология, патогенез, клиническая картина, диагностика и лечение. Москва : ГЭОТАР-Медиа. 2019. [V.V. Afanasiev, M.L. Pavlova, Kh.A. Ordashev. Xerostomia. Etiology, pathogenesis, clinical features, diagnostics and treatment. Moscow : GEOTAR-Media. 2019. (In Russ.).] <https://www.rosmedlib.ru/book/ISBN9785970447475.html>
3. Волосова Е.В., Панин А.М., Цициашвили А.М., Шишканов А.В., Нильва А.И. Проблемы диагностики и лечения пациентов с ксеростомией. Современный взгляд. Медицинский алфавит. 2020;(35):44-47. [E.V. Volosova, A.M. Panin, A.M. Tsitsiashvili, A.V. Shishkanov, A.I. Nilva, A.I. Yevdokimov. Problems of diagnostics and treatment of xerostomia. Current view. Medical alphabet. 2020;(35):44-47. (In Russ.).] <https://doi.org/10.33667/2078-5631-2020-35-44-47>
4. Еловикова Т.М., Саблина С.Н., Григорьев С.С. и др. Оценка качественных, количественных и органолептических параметров новой зубной пасты с реминерализующим компонентом. Проблемы стоматологии. 2023;19(1):35-39. [T. M. Elovikova, S. Sablina, S. Grigoriev et al. Evaluation of qualitative, quantitative and organoleptic properties of new remineralizing toothpaste. Actual Problems in Dentistry. 2023;19(1):35-39. (In Russ.).] DOI 10.18481/2077-7566-2023-19-1-35-39.
5. Еловикова Т.М., Ермишина Е.Ю., Саблина С.Н. и др. Кинетико-динамические параметры очищающего, противовоспалительного и реминерализующего действия новой зубной пасты против курения. Проблемы стоматологии. 2023;19(3):37-41. [T.M. Elovikova, E.Yu. Ermishina, S.N. Sablina et al. Kinetics and dynamics of cleaning efficacy, anti-inflammatory and remineralizing effects of the new no-smoking toothpaste. Actual Problems in Dentistry. 2023;19(3):37-41. (In Russ.).] DOI 10.18481/2077-7566-2023-19-3-37-41.
6. Еловикова Т.М., Ермишина Е.Ю., Саблина С.Н. и др. Аналитика параметров слюварного статуса студентов-курльщиков при использовании спрея с мукопротектором. Проблемы стоматологии. 2023;19(4):50-57. [T.M. Elovikova, E.Yu. Ermishina, S.N. Sablina et al. Data analytics of salivary status in student smokers in the course of using mucoprotective spray. Actual Problems in Dentistry. 2023;19(4):50-57. (In Russ.).] DOI 10.18481/2077-7566-2023-19-4-50-57.
7. Карасева В.В., Жолудев С.Е., Еловикова Т.М. Результаты мониторинга мнения студентов медицинского университета о различных видах курения. Медицинское образование сегодня. 2021;2(14):28-36. [V.V. Karaseva, S.E. Zholudev, T.M. Elovikova. The results of monitoring of medical students' opinions on different ways of smoking. Medical Education Today. 2021;2(14):28-36. (In Russ.).] <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=46210700>
8. Комарова К.В., Раткина Н.Н., Поленичкин В.К., Карманов Е.П. Определение факторов риска развития ксеростомии у пациентов амбулаторного стоматологического приёма. Казанский медицинский журнал. 2015;96(2):174-177. [K.V. Komarova, N.N. Ratkina, V.K. Polenichkin, E.P. Karmanov. Determining the risk factors for xerostomia in dental out-patients. Kazan Medical Journal. 2015;96(2):174-177. (In Russ.).] DOI 10.17750/KMJ2015-174.
9. Ронь Г.И. Ксеростомия. Екатеринбург : ООО «Премимум Пресс». 2008. [G.I. Ron. Xerostomia. Yekaterinburg : Premium Press LLC. 2008. (In Russ.).] <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=19546687>
10. Еловикова Т.М., Саблина С.Н., Карасева В.В., Кощеев А.С. Самооценка здоровья полости рта и здорового образа жизни студентами стоматологического факультета. Вестник УГМУ. 2021;4(55):6-10. [T.M. Elovikova, S.N. Sablina, V.V. Karaseva, S.S. Koscheev. Self-reported oral health and healthy lifestyle of dental students. Bulletin of Ural State Medical University. 2021;4(55):6-10. (In Russ.).] <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=47427816>
11. Тарасова Ю.Г., Дмитрикова Н.Р., Злобина О.А., Субботина А.В. Распространенность и факторы риска ксеростомии на приеме у стоматолога-терапевта. Институт стоматологии. 2023;1(98):67-69. [Yu.G. Tarasova, N.R. Dmitrakova, O.A. Zlobina, A.V. Subbotina. Condition and risk factors of xerostomia during a dental appointment. Institute of Stomatology. 2023;1(98):67-69. (In Russ.).] <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=50522421>
12. Еловикова Т.М., Григорьев С.С., Саблина С.Н., Ермишина Е.Ю. Традиции и инновации пародонтологии: аквакомплекс глицеросолювата титана. Учебное пособие. Екатеринбург : УГМУ. 2023:200. [T.M. Elovikova, S.N. Sablina, E.Yu. Ermishina. Traditions and innovations in periodontology: titanium glycerosolvate aquacomplex. Teaching Guide. Ekaterinburg : Ural State Medical University. 2023. (In Russ.).] <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=59640630>
13. Dr. Rosanna Mulligan, MD, Specialist in Xerostomia and Thyroid Hypofunction (SGH). Programs specially designed for practicing professionals. 2019. <https://ostrowonline.usc.edu/gerodontolog-y-salivary-gland-hypofunction/>
14. Atkinson J.C., Grisius M., Massey W. Salivary hypofunction and xerostomia: diagnosis and treatment // Dent Clin North Am. – 2005;49(2):309-326. DOI:10.1016/j.cden.2004.10.002
15. Thomson W.M. Measuring change in dry-mouth symptoms over time using the Xerostomia Inventory // Gerodontolog-y. – 2007;24(1):30-35. DOI:10.1111/j.1741-2358.2007.00137.x
16. Thomson W.M., Chalmers J.M., Spencer A.J., Williams S.M. The Xerostomia Inventory: a multi-item approach to measuring dry mouth // Community Dent Health. – 1999;16(1):12-17. PMID: 10697349.
17. Furness S., Bryan G., McMillan R., Birchenough S. Interventions for the management of dry mouth: non-pharmacological interventions // Cochrane Database Syst Rev. – 2013;2013(9):CD009603. DOI:10.1002/14651858.CD009603.pub3
18. Jager D.H.J., Bots C.P., Forouzanfar T., Brand H.S. Clinical oral dryness score: evaluation of a new screening method for oral dryness // Odontology. – 2018;106(4):439-444. DOI:10.1007/s10266-018-0339-4
19. Ola Hijjaw, Mohammad Alawneh, Khaled Ojjoh. Correlation between Xerostomia index // Clinical Oral Dryness Scale, and ESSPRI with different hyposalivation tests. – 2019;11:11-18. DOI:10.2147/OARRR.S188937.

DOI: 10.18481/2077-7566-2024-20-1-68-73

УДК: 616.31-002-02

## АНАЛИЗ КЛИНИЧЕСКОГО СЛУЧАЯ ВУЛЬГАРНОЙ ПУЗЫРЧАТКИ, АССОЦИИРОВАННОЙ С ХРОНИЧЕСКОЙ ВЭБ-ИНФЕКЦИЕЙ (ГЛОССИТА, ОБУСЛОВЛЕННОГО ВЭБ)

Жалилова А. Р.<sup>1</sup>, Трунин Д. А.<sup>2</sup>, Копылова О. В.<sup>1</sup>, Альмохамад Х.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Мордовский государственный медицинский университет имени Н. П. Огарева, г. Саранск, Россия

<sup>2</sup> Самарский государственный медицинский университет, г. Самара, Россия

### Аннотация

**Обоснование.** Одним из аутоиммунных заболеваний является пузырчатка — хронический злокачественно протекающий аутоиммунный дерматоз, сопровождающийся развитием пузырей на коже и слизистых оболочках. Изолированные поражения СОПР встречаются в 10–20% случаев, усложняя дифференциальную диагностику. Многочисленные работы доказывают роль герпесвирусной инфекции как отягчающего фактора в течении истинной акантолитической пузырчатки.

**Цель исследования** — определение особенностей клинического течения вульгарной пузырчатки на фоне реактивации хронической ВЭБ-инфекции (глоссита, обусловленного ВЭБ). Рассмотрен клинический случай пациентки с диагнозом «Вульгарная пузырчатка. Глоссит, обусловленный вирусом Эпштейна–Барр». Тщательно собран анамнез заболевания, проведено клинико-лабораторное обследование с цитологическим исследованием мазка, взятого с СОПР, общий анализ крови с развернутой лейкоцитарной формулой, С-реактивный белок. С целью диагностики вирусной нагрузки проведена ПЦР диагностика на ДНК вируса герпеса 1, 2, 4, 5 типов в слюне, на ДНК ВЭБ в крови, количественно. Определены специфические антитела Ig классов М и G к ВЭБ методом ИФА.

**Результаты.** Ввиду пожизненной персистенции ВЭБ в структурах полости рта, его реактивация приводит не только к хронической паст-инфекции и местному развитию соответствующего глоссита, но и, в первую очередь, к снижению уровня местного иммунитета. Данный факт усугубляет течение пузырчатки, укорачивает сроки отсутствия рецидива. Назначение противовирусной терапии в первое посещение позволило стабилизировать симптоматику, вызванную ВЭБ, что привело к положительной динамике в течении пузырчатки на фоне средних дозировок преднизолона в более короткие сроки.

**Выводы.** При клинико-лабораторном подтверждении хронической ВЭБ-инфекции (глоссита, обусловленного ВЭБ) в комплексное лечение пузырчатки СОПР рекомендовано включать препараты противовирусного и иммунокорректирующего действия системно и местно.

**Ключевые слова:** пузырчатка, аутоиммунные заболевания, вирус Эпштейна-Барр, вирус герпеса, глоссит

**Благодарность.** Посвящается памяти Учителя, к.м.н., доцента кафедры стоматологии ИПО СамГМУ Валентины Павловны Кирилловой.

Авторы заявили об отсутствии конфликта интересов.

Анастасия Равильевна ЖАЛИЛОВА ORCID ID 0009-0003-9913-3929

к.м.н., доцент, зав. кафедрой стоматологии, Мордовский государственный медицинский университет имени Н. П. Огарева, г. Саранск, Россия  
hosi7A@yandex.ru

Дмитрий Александрович ТРУНИН ORCID ID 0000-0002-7221-7976

д.м.н., профессор, заведующий кафедрой стоматологии ИПО, Самарский государственный медицинский университет, г. Самара, Россия  
trunin-027933@yandex.ru

Оксана Вячеславовна КОПЫЛОВА ORCID ID 0009-0000-3236-0535

ассистент кафедры стоматологии, Мордовский государственный медицинский университет имени Н. П. Огарева, г. Саранск, Россия  
belkaberlin@mail.ru

Хоссам АЛЬМОХАМАД ORCID ID 0009-0006-6490-3841

аспирант кафедры стоматологии, Мордовский государственный медицинский университет имени Н. П. Огарева, г. Саранск, Россия  
hosam-1994@live.com

Адрес для переписки: Анастасия Равильевна ЖАЛИЛОВА

430005, Россия, г. Саранск, пр. Ленина, 15

+7 (939) 7777156

hosi7A@yandex.ru

### Образец цитирования:

Жалилова А. Р., Трунин Д. А., Копылова О. В., Альмохамад Х.

АНАЛИЗ КЛИНИЧЕСКОГО СЛУЧАЯ ВУЛЬГАРНОЙ ПУЗЫРЧАТКИ, АССОЦИИРОВАННОЙ С ХРОНИЧЕСКОЙ ВЭБ-ИНФЕКЦИЕЙ (ГЛОССИТА, ОБУСЛОВЛЕННОГО ВЭБ). Проблемы стоматологии. 2024; 1: 68-73.

© Жалилова А. Р. и др., 2024

DOI: 10.18481/2077-7566-2024-20-1-68-73

Поступила 29.01.2024. Принята к печати 19.02.2024

DOI: 10.18481/2077-7566-2024-20-1-68-73

## ANALYSIS OF A CLINICAL CASE OF VULGAR PEMPHIGUS ASSOCIATE WITH CHRONIC EBV INFECTION (GLOSSITIS CAUSED BY EBV)

Zhalilova A.R.<sup>1</sup>, Trunin D.A.<sup>2</sup>, Kopylova O.V.<sup>1</sup>, Almohamad H.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Mordovia State Medical University named after N. P. Ogarev, Saransk, Russia

<sup>2</sup> Samara State Medical University, Samara, Russia

### Annotation

**Background.** One of the autoimmune diseases is pemphigus, a chronic malignantly occurring autoimmune dermatosis accompanied by the development of blisters on the skin and mucous membranes. Isolated lesions of the SOPR occur in 10–20% of cases, complicating differential diagnosis. Numerous studies have proven the role of herpes virus infection as an aggravating factor in the course of true acantholytic pemphigus. The aim of the study was to determine the features of the clinical course of vulgar pemphigus against the background of reactivation of chronic EBV infection (glossitis caused by EBV). The clinical case of a patient with a diagnosis of “Vulgar pemphigus. Glossitis caused by the Epstein-Barr virus”. The anamnesis of the disease was carefully collected, a clinical and laboratory examination was performed with a cytological examination of a smear taken from a LITTER, a general blood test with an expanded leukocyte formula, C-reactive protein. In order to diagnose the viral load, PCR diagnostics was performed on the DNA of the herpes virus 1, 2, 4, 5 types in saliva, on the DNA of EBV in the blood, quantitatively. Specific antibodies of Ig classes M and G to EBV were determined by the ELISA method. **Results.** Due to the lifelong persistence of EBV in the structures of the oral cavity, its reactivation leads not only to chronic pastoral infection and the local development of the corresponding glossitis, but also, first of all, to a decrease in the level of local immunity. This fact aggravates the course of pemphigus, shortens the period of absence of relapse. The appointment of antiviral therapy at the first visit allowed to stabilize the symptoms caused by EBV, which led to positive dynamics in the course of pemphigus against the background of average dosages of prednisone in a shorter time. **Conclusions.** With clinical and laboratory confirmation of chronic EBV infection (glossitis caused by EBV), it is recommended to include antiviral and immunocorrective drugs, systemically and topically, in the complex treatment of pemphigus erythematosis.

**Keywords:** pemphigus, autoimmune diseases, Epstein-Barr virus, herpes virus glossitis

The authors declare no conflict of interest.

**Anastasia R. ZHALILOVA** ORCID ID 0009-0003-9913-3929

PhD in Medical Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Dentistry, Mordovia State Medical University named after N.P. Ogarev, Saransk, Russia  
hosi7A@yandex.ru

**Dmitry A. TRUNIN** ORCID ID 0000-0002-7221-7976

Grand PhD in Medical Sciences, Professor, Head of the Department of Dentistry of the Institute of Professional Education, Samara State Medical University, Samara, Russia  
trunin-027933@yandex.ru

**Oksana V. KOPYLOVA** ORCID ID 0009-0000-3236-0535

Assistant of the Department of Dentistry, Mordovia State Medical University named after N.P. Ogarev, Saransk, Russia  
belkaberlin@mail.ru

**Hossam ALMOHAMAD** ORCID ID 0009-0006-6490-3841

Postgraduate Student of the Department of Dentistry, Mordovia State Medical University named after N.P. Ogarev, Saransk, Russia  
hosam-1994@live.com

**Correspondence address: Anastasia R. ZHALILOVA**

Lenin ave, 15, Saransk, Russia, 430005

+7 (939) 7777156

hosi7A@yandex.ru

### For citation:

Zhalilova A.R., Trunin D.A., Kopylova O.V., Almohamad H.

ANALYSIS OF A CLINICAL CASE OF VULGAR PEMPHIGUS ASSOCIATE WITH CHRONIC EBV INFECTION (GLOSSITIS CAUSED BY EBV). *Actual problems in dentistry.* 2024; 1: 68-73. (In Russ.)

© Zhalilova A.R. et al., 2024

DOI: 10.18481/2077-7566-2024-20-1-68-73

Received 29.01.2024. Accepted 19.02.2024

### Актуальность

Аутоиммунные заболевания включают множественные хронические состояния, определяемые нарушением регуляции клеток иммунной системы, вызывающие воспаление и повреждение тканей [5]. Одним из этих состояний является пузырчатка — хронический злокачественно протекающий аутоиммунный дерматоз, сопровождающийся развитием на коже и слизистых оболочках пузырей, склонных к слиянию и распространению. Поражая около 5% населения в целом, вызывает различные системные и/или местные клинические проявления [1]. Наиболее сложны в диагностике изолированные поражения слизистой оболочки полости рта (СОПР), которые в последнее время встречаются наиболее часто.

По данным Американской ассоциации аутоиммунных заболеваний (AARDA), пузырчатка в то же время часто диагностируется ошибочно из-за неспецифичности симптомов и ограниченных знаний врачей о данном заболевании. Согласно современным исследованиям, аутоиммунные пузырно-буллезные заболевания полости рта обычно диагностируются за период от 8 месяцев до 5,5 лет после появления начальных симптомов. Ученые подчеркивают, что поражения в полости рта могут быть первым признаком аутоиммунных заболеваний, и их раннее выявление и лечение играет важную роль в предотвращении распространения заболевания [3, 6, 11].

В последнее время были проведены исследования, посвященные роли вирусной инфекции как отягощающего фактору в течении истинной акантолитической пузырчатки [6, 8, 9]. Отмечена роль вируса герпеса (1 и 2-го, 4-го (вируса Эпштейна — Барр, ВЭБ) типов) в рефрактерном и торпидном течении кожного процесса у больных с вульгарным пемфигусом и ускоренное заживление эрозий после применения терапии ацикловиром [3, 4, 7]. Выявлены также повышение титра антител к цитомегаловирусной (ЦМФ) инфекции в периферической крови и обнаружение фрагментов ДНК ЦМВ с очагов поражений больных акантолитической пузырчаткой [13, 15].

У герпес-позитивных пациентов зафиксировано более тяжелое течение заболевания (короткие периоды ремиссии между обострениями, повышенный уровень С-реактивного белка, повышенный индекс активности пузырчатки и больше рецидивов) [9]. Доказано, что значительно повышенная распространенность герпетической инфекции у пациентов с вульгарной пузырчаткой вызвана нарушением барьера СОПР [8, 10].

Перечисленные факты делают проблему диагностики ассоциации вульгарной пузырчатки — хронической герпесвирусной инфекции — чрезвычайно актуальной.

**Цель исследования** — определение особенностей клинического течения вульгарной пузырчатки на фоне реактивации хронической ВЭБ-инфекции (глоссита, обусловленного ВЭБ).

### КЛИНИЧЕСКИЙ СЛУЧАЙ

*Пациентка К., 38 лет*, обратилась к врачу-стоматологу с жалобами на наличие множества болезненных «язв» в полости рта, на жжение в кончике языка, не связанное с приемом пищи.

*История развития настоящего заболевания:* больной себя считает на протяжении более 3 лет, когда регулярно в полости рта на разных участках начали появляться болезненные «язвы». Заболевание связывает с периодом подростковой гормональной перестройки; начинается каждый раз с чувства жжения на участке СОПР, на котором в течение суток появляется «язва», чаще всего в количестве трех-четырех, болезненная при дотрагивании и приеме пищи. В течение двух-трех недель «язвы» самостоятельно проходят, слизистая полностью восстанавливается. Спустя месяц-два они появляются снова. В момент начала заболевания болевой компонент не был выражен и появился на втором году заболевания. Пациентка отмечает, что периодически прикусывает щеки и язык. Жжение в кончике языка появилось раньше основного заболевания, с приемом пищи не связано, в ночное время уменьшается. Периоды затихания самостоятельные, не сочетаются с периодами заживления «язв». Боли и жжение в полости рта усиливаются при приеме кислого, горячего, соленого, а также от зубных паст. Имеет историю обращения ко многим врачам разных специальностей, однако предполагаемый диагноз «хронический гиперпластический кандидоз», «хронический рецидивирующий афтозный стоматит» и соответствующее лечение не приносили положительного результата. Курение отрицает.

*Анамнез жизни:* замужем, имеет двоих детей.

*Аллергологический анамнез:* не отягощен.

*Наследственный анамнез:* не отягощен, у близких родственников отрицает наличие заболеваний кожи и слизистой оболочки полости рта. Общее состояние удовлетворительное, сознание ясное. Положение активное. Тип телосложения нормостенический: рост — 1 м 65 см, вес — 54 кг, температура тела — 36,6 °С, пульс — 73 уд./мин., ритмичный, АД — 118/70 мм рт. ст. Кожные покровы чистые, бледно-розового цвета. Тургор и эластичность сохранены.

*Перенесенные заболевания:* ОРВИ, ветряная оспа, инфекционный мононуклеоз (в возрасте 5 лет). Ковидом не болела. Системные хронические заболевания отрицает.

*Объективно:* На слизистой оболочке нижней губы определяется фрагмент спавшейся покрывки пузыря, расположенный на гиперемизованном и отечном основании (рис. 1). Пальпация безболезненна, уплотнение по периметру и дну отсутствует. На дорсальной поверхности языка, слизистой оболочке щеки справа визуализируются эрозии размером 6 на 4 мм, с четкими, неровными краями, покрытые фибринозным налетом, окруженные венчиком гиперемии, расположены на фоне помутнения окружающей слизистой оболочки языка (рис. 2, 3). Пальпация безболезненна. Симптом Никольского отрицательный. Накожные проявления не обнаружены. Боковые

поверхности языка отечны, отмечаются отпечатки зубов. Нитевидные и грибовидные сосочки гипертрофированы, на кончике языка — атрофия сосочков.

Тургор слизистой оболочки полости рта снижен, слюна вязкая, пенящаяся, в малом количестве. Пальпация околоушных и подчелюстных слюнных желез безболезненна, железы не спаяны с окружающими тканями, протоки без патологии. Слюна выделяется при пальпаторной стимуляции, прозрачная, жидкая — из подчелюстных слюнных желез в малом количестве.

На момент начала обследования индекс гигиены полости рта по Greene–Vermillion составил 1,2 балла, КПУ 10, индекс зубной бляшки Silness and Loe — 1 балл, индекс гингивита РМА — 34%, индекс кровоточивости 1 степени, что свидетельствует об удовлетворительной гигиене полости рта. Подчелюстные лимфатические узлы 0,5 см. подвижные, не спаяны с подлежащими тканями, безболезненные, кожные покровы над ними не изменены.

**Предварительный диагноз:** «L 10.0 Обычная (вульгарная) пузырчатка. Глоссит, обусловленный ВЭБ».

**Лабораторные исследования.** С целью дифференциальной диагностики пациентка была отправлена на цитологическое исследование мазка, взятого с СОПР, на общий анализ крови с развернутой лейкоцитарной формулой, С-реактивный белок. С целью диагностики вирусной нагрузки проведена ПЦР-диагностика на ДНК вируса герпеса 1, 2, 4, 5 типов в слюне, на ДНК ВЭБ в крови, количественно. Определены специфические антитела Ig классов М и G к ВЭБ методом иммуноферментного анализа (ИФА).

**Схема лечения:**

- исключить острое, кислое, соленое;
- антисептическая терапия: раствор Мирамистин, полоскания по 15 мл 3 раза в день после еды, 7 дней;
- совместно с врачом-инфекционистом — специфическая противовирусная терапия назначена после сдачи ПЦР-анализа: инозина пранобекс (обладающий иммуностимулирующим и противовирусным действием), который зарекомендовал себя при иммунных нарушениях у больных истинной акантолитической пузырчаткой, по 1 т. 3р/д, 21 день [9, 10]. Местно на кончик языка Панавир гель, аппликации на стерильной марле длительностью 10 минут, 3 раза в день 14 дней;
- Витамины группы В внутримышечно 1 р/д, 5 дней, затем 1 р/д через день, 5 дней;
- Калия йодид 100 мкг внутрь, по 1 т. 1 р/д, 1 месяц — как компонент терапии сухости в полости рта [12].
- Энтеросорбент (с целью дезинтоксикационной терапии ввиду длительного характера течения заболевания) утром натощак за час до еды, вечером через 2 часа после еды по схеме, внутрь.

Плановую санацию полости рта решено провести после окончания курса терапии и исчезновения жалоб.

### Повторный визит через 5 дней после начала терапии

Пациентка отмечает улучшение состояния в области кончика языка, исчезновение жжения. Однако за минувшие дни жалуется на появление двух новых болезненных «язв» на слизистой оболочке губ: на нижней губе самопроизвольно, на верхней губе — после случайного прикусывания.

**Объективно:** На кончике языка отмечается восстановление объема и количества нитевидных сосочков (рис. 4), отпечатки зубов не выявлены. На слизистой оболочке нижней и верхней губы слева визуализируются эрозии размером 8 на 6 мм и 6 на 4 мм, с четкими, неровными краями, покрытые «сальной» пленкой на нижней губе и фибринозным налетом на верхней губе, окруженные венчиком гиперемии, расположены на фоне помутнения окружающей слизистой оболочки. Пальпация слабо болезненна, уплотнение по периметру



Рис. 1. Пациентка К. Покрышка спавшегося пузыря на слизистой оболочке нижней губы  
Fig. 1. Patient K. The cap of a collapsed bladder on the mucous membrane of the lower lip



Рис. 2. Пациентка К. Эрозия на дорсальной поверхности языка  
Fig. 2. Patient K. Erosion on the dorsal surface of the tongue



Рис. 3. Пациентка К. Эрозия на слизистой оболочке щеки справа  
Fig. 3. Patient K. Erosion on the mucous membrane of the cheek on the right

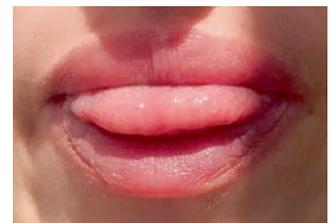


Рис. 4. Пациентка К. Восстановление объема и количества нитевидных сосочков на кончике языка  
Fig. 4. Patient K. Restoration of the volume and number of filiform papillae at the tip of the tongue



Рис. 5. Пациентка К. Слившаяся эрозия слизистой оболочки нижней губы слева  
Fig. 5. Patient K. Fused erosion of the mucous membrane of the lower lip on the left



Рис. 6. Пациентка К. Эрозия слизистой оболочки верхней губы слева  
Fig. 6. Patient K. Erosion of the mucous membrane of the upper lip on the left

и дну отсутствует. Симптом Никольского положительный (рис. 5, 6). Накожные проявления отсутствуют.

Тургор слизистой оболочки полости рта с тенденцией к восстановлению, слизистая оболочка полости рта равномерно увлажнена. Слюна обычной консистенции, в малом количестве. Пальпация слюнных желез безболезненна.

Результат цитологического исследования: обнаружены акантолитические клетки Тцанка (большие перинуклеарные клетки со светлой каймой), полиморфизм клеток и их ядер.

Общий анализ крови с развернутой лейкоцитарной формулой без существенных отклонений: сдвиг лейкоцитарной формулы влево (палочкоядерных нейтрофилов 11%, лимфоцитов 61%), по биохимическому анализу: С-реактивный белок 17 мг/л.

По результатам ПЦР-обследования в слюне и крови ДНК — вирусы герпеса 1, 2, 5 и 6 типов не обнаружены. Обнаружен вирус герпеса 4 типа (ВЭБ): в слюне в количестве 880 000 копий/мл и в крови (1,2 Ig-копий на  $10^5$  клеток). Обнаружены антитела класса G к антигенам ВЭБ (Ig G EBNA, Ig G VCA и Ig G EA), что свидетельствует о реактивации хронической инфекции, вызванной ВЭБ.

**Окончательный диагноз:** «L 10.0 Обычная (вульгарная) пузырчатка. Глоссит, обусловленный ВЭБ».

Глоссит, обусловленный ВЭБ, установлен на основании патента на изобретение «Способ диагностики глоссита, обусловленного поражением вирусом Эпштейна–Барр» (№ 2612120 от 02.03.2017).



Рис. 7. Пациентка К. Эпителизация эрозии слизистой оболочки нижней губы слева

Fig. 7. Patient K. Epithelialization of erosion of the mucous membrane of the lower lip on the left



Рис. 8. Пациентка К. Эрозия слизистой оболочки верхней губы слева

Fig. 8. Patient K. Erosion of the mucous membrane of the upper lip on the left



Рис. 9. Пациентка К. Полное восстановление слизистой оболочки нижней губы слева

Fig. 9. Patient K. Complete restoration of the mucous membrane of the lower lip on the left



Рис. 10. Пациентка К. Полное восстановление слизистой оболочки верхней губы слева

Fig. 10. Patient K. Complete restoration of the mucous membrane of the upper lip on the left

#### Дополнение схемы лечения:

Ввиду клинико-лабораторного подтверждения вульгарной пузырчатки тяжелой степени течения, совместно с врачом-дерматовенерологом был назначен преднизолон 40 мг в сутки, разделенный на 4 приема в течение дня, после еды. Местно: продолжение курса аппликаций гелем Панавир. Рекомендована консультация иммунолога.

#### Повторный визит через 10 дней после начала кортикостероидной терапии

Пациентка отмечает значительное улучшение состояния, исчезновение болевого синдрома, заживление «язв». Отсутствие образования новых поражений при случайном прикусывании губ и щек.

Объективно: слизистая оболочка языка без особенностей, сосочки полностью восстановлены, налет на дорсальной поверхности выражен умеренно. На слизистой оболочке нижней губы слева определяется эрозия на стадии эпителизации, 8 на 4 мм, окруженная венчиком слабой гиперемии, расположена на видимо неизменной слизистой оболочке (рис. 7). На слизистой оболочке верхней губы слева визуализируется эрозия на стадии эпителизации, 5 на 3 мм (рис. 8). Пальпация эрозий безболезненна, уплотнение по периметру и дну отсутствует. Симптом Никольского отрицательный. Накожные проявления отсутствуют. Периферические лимфатические узлы не увеличены.

Тургор СОПР в норме, слизистая равномерно увлажнена. Слюна обычной консистенции, пальпация слюнных желез безболезненна, из протоков всех крупных слюнных желез выделяется прозрачная слюна в умеренном объеме.

Совместно с врачом-дерматовенерологом принято решение о снижении первоначальной дозировки преднизолона на 5 мг каждые 10 дней. Местно на эрозии рекомендованы аппликации кератопластиков (смесь облепихового и оливкового масел, 1:1) на 20 минут 1–2 р/д до полной эпителизации эрозий. Контроль ПЦР-диагностики на ДНК к ВЭБ в слюне и крови через месяц после окончания лечения.

#### Повторный визит через 1,5 месяца после начала кортикостероидной терапии

Жалобы отсутствуют. При случайном прикусывании губ и щек новые поражения не образуются. Пациентка отмечает увеличение аппетита, прибавку веса за период лечения отрицает.

Объективно: на слизистой оболочке нижней и верхней губы отмечается полное восстановление целостности слизистой оболочки без образования рубцовых изменений (рис. 9, 10).

Тургор СОПР в норме, слизистая равномерно увлажнена. Слюна обычной консистенции, пальпация слюнных желез безболезненна, из протоков всех крупных слюнных желез выделяется прозрачная слюна в умеренном объеме.

По результатам контрольной ПЦР-диагностики на ДНК к ВЭБ в слюне: обнаружено 87 000 копий/мл, в крови: не обнаружено.

Совместно с врачом-дерматовенерологом рекомендовано ранее назначенное плавное снижение дозировки преднизолона. Отмена препарата в суточной дозировке 10 мг на 4-й день приема. Свечи Галавит по одной перед сном, 5 дней. Повтор курса противовирусной терапии (системной и местной) через 3 месяца после окончания первого курса. Рекомендована плановая санация полости рта.

### Выводы

Учитывая пожизненную персистенцию вируса Эпштейна–Барр в лимфоэпителиальных структурах полости рта, его реактивация приводит не только к хронической паст-инфекции, но и, в первую очередь, к изменению показателей иммунной системы в сторону угнетения. Отсюда можно предположить его роль в затяжном течении аканталитической пузырчатки СОПР, со стертыми клиническими проявлениями, что усложняет дифференциальную диагностику. Назначение сочетания системной и местной противовирусной терапии позволяет перевести ВЭБ

в неактивную фазу, что в дальнейшем благоприятно скажется на восстановлении защитных функций СОПР. В данном клиническом случае ярко выражен факт неверной диагностики заболевания, назначения неэффективной терапии, что привело к снижению реактивности организма и развитию многолетней вульгарной пузырчатки СОПР. Перенесенный в детстве инфекционный мононуклеоз перешел в хроническую ВЭБ-инфекцию с частыми рецидивами в форме соответствующего глоссита и регулярно сопутствовал рецидивам пузырчатки.

Это позволяет подчеркнуть важность тщательного клинико-лабораторного анализа каждого пациента с изолированными поражениями СОПР. Ввиду участвовавших случаев реактивации хронической ВЭБ-инфекции в виде глоссита, обусловленного ВЭБ, рекомендовано выявление специфических ДНК к данному вирусу. При их обнаружении в комплексное лечение основного заболевания СОПР рекомендовано включать препараты противовирусного и иммунокорректирующего действия системно и местно с целью оптимизировать схему лечения вульгарной пузырчатки СОПР и пролонгировать безрецидивный период.

### Литература/References

1. Petrucci M., Della Vella F., Squicciarini N., Lilli D., Campus G., Piazzolla G., Lucchese A., van der Waal I. Diagnostic delay in autoimmune oral diseases // *Oral Dis.* – 2023;29(7):2614-2623. doi: 10.1111/odi.14480.
2. Балтабаев М.К., Балтабаев А.М., Балтабаев А.К.А. Клинический опыт применения ганцикловира в комплексной терапии различных форм истинной аканталитической пузырчатки. *Вестник дерматологии и венерологии.* 2015;3:124-130. [М.К. Baltabaev, A.M. Baltabaev, M.A.K.A. Baltabaev. Clinical experience with the use of ganciclovir in complex therapy of various forms of true acantholytic pemphigus. *Bulletin of Dermatology and Venereology.* 2015;3:124-130. (In Russ.)]. <https://elibrary.ru/item.asp?id=24040418>
3. Irajli F., Faghihi G., Siadat A.H. The efficacy of acyclovir in treatment of the pemphigus vulgaris // *J Res Med Sci.* – 2013;18(11):976-978. <https://www.semanticscholar.org/reader/d61f5e4d6b05f573d7c9763f931df1e81ebbe1>
4. Marzano A.V., Toulaki A., Merlo V., Spinelli D., Venegoni L., Crosti C. *J Immunopathol // Pharmacol.* – 2009;22(3):781-786. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19822095/>
5. Xiao Z.X., Miller J.S., Zheng S.G. An updated advance of autoantibodies in autoimmune diseases // *Autoimmunity Reviews.* – 2021;20(2):102743. <https://doi.org/10.1016/j.autrev.2020.102743>
6. Потекаев Н.Н., Жукова О.В., Доля О.В., Фриго Н.В. и др. Пузырчатка кожи и слизистой оболочки полости рта: клиника, диагностика, лечение. Методические рекомендации. Москва : ГБУЗ «Московский Центр дерматовенерологии и косметологии». 2023:47. [N.N. Potekaev, O.V. Zhukova, O.V. Dolya, N.V. Frigo et al. Pemphigus of the skin and oral mucosa: clinical picture, diagnosis, treatment. Methodological recommendations. Moscow : State Budgetary Institution "Moscow Center of Dermatology and Cosmetology". 2023:47. (In Russ.)]. [file:///C:/Users/User/Downloads/Пузырчатка%20кожи%20и%20слизистой%20оболочки%20полости%20рта\\_%20клиника,%20диагностика,%20лечение%20от%202023.pdf](file:///C:/Users/User/Downloads/Пузырчатка%20кожи%20и%20слизистой%20оболочки%20полости%20рта_%20клиника,%20диагностика,%20лечение%20от%202023.pdf)
7. Heymann W.R. Pemphigus vulgaris and herpes simplex virus: Imperfect together // *J Am Acad Dermatol.* – 2023;88(3):549-550. doi: 10.1016/j.jaad.2023.01.018.
8. Zhang H., Wang Y., Li S., Yu M., Feng S. Prevalence and clinical features of herpes simplex virus infection in oral lesions of pemphigus vulgaris: a prospective, cross-sectional study // *J Am Acad Dermatol.* – 2022;87(5):1201-1203. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0190962222003966?via=ihub>
9. Baum S., Atar I., Coster D. et al. Relationship between pemphigus vulgaris severity and PCR-positive herpes simplex virus // *Acta Derm Venereol.* – 2022;102:adv00703. <https://medicaljournalssweden.se/actadv/article/view/917>
10. Попруженко Т.В., Терехова Т.Н., Боровая М.Л. Современные аспекты герпетической инфекции с проявлениями в полости рта. *Стоматология. Эстетика. Инновации.* 2021;5(2):173-200. [T.V. Popruzenko, T.N. Terekhova, M.L. Borovaya. Modern aspects of herpetic infection with manifestations in the oral cavity. *Dentistry. Aesthetics. Innovation.* 2021;5(2):173-200. (In Russ.)]. <https://elibrary.ru/item.asp?id=47124811>
11. Щербина М.С., Чернышева Е.А. Взаимосвязь заболеваний органов ротовой полости и соматической патологии. Неделя молодежной науки — 2022. Материалы Всероссийского научного форума с международным участием, Тюмень, 24–26 марта 2022 года. Тюмень : Рекламно-издательский центр «Айвекс». 2022:335-336. [M.S. Shcherbina, E.A. Chernysheva. Relationship between diseases of the oral cavity and somatic pathology. *Youth Science Week – 2022. Materials of the All-Russian Scientific Forum with international participation, Tyumen, March 24–26 2022.* Tyumen : Advertising and Publishing Center "Ivex". 2022:335-336. (In Russ.)]. <https://elibrary.ru/item.asp?id=48207574>
12. Серазетдинова А.Р. Способы коррекции ксеростомии у больных глосситом, обусловленным вирусом Эпштейна-Барр. Аспирантские чтения — 2018. Материалы всероссийской научно-практической конференции с международным участием, Самара, 24 октября 2018 года. Самара : Общество с ограниченной ответственностью «Офорт», Самарский государственный медицинский университет Минздрава РФ. 2018:154-155. [A.R. Serazetdinova. Methods for correcting xerostomia in patients with glossitis caused by the Epstein-Barr virus. *Postgraduate readings – 2018. Materials of the All-Russian scientific and practical conference with international participation, Samara, October 24, 2018.* Samara : Limited Liability Company "Ofort", Samara State Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation. 2018:154-155. (In Russ.)]. <https://elibrary.ru/dcjctf>
13. AbuSalah M.A.H., Gan S.H., Al-Hatamleh M.A.I., Irekeola A.A., Shueb R.H., Yean Yean C. Recent Advances in Diagnostic Approaches for Epstein-Barr Virus // *Pathogens.* – 2020;9:226. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32197545/>
14. Neawchaiyaphum C., Iizasa H., Ekalaksananan T., Burassakarn A., Kiyono T., Kanehiro Y., Yoshiyama H., Pientong C. Epstein-Barr Virus Infection of Oral Squamous Cells // *Microorganisms.* – 2020;8:419. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32188127/>
15. Heymann W.R. Pemphigus vulgaris and herpes simplex virus: Imperfect together // *J Am Acad Dermatol.* – 2023;88(3):549-550. doi: 10.1016/j.jaad.2023.01.018.

DOI: 10.18481/2077-7566-2024-20-1-74-79

УДК: 616.314-002-02

## ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ РАЗЛИЧНЫХ ДОЗ ЛУЧЕВОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА УРОВЕНЬ МИНЕРАЛИЗАЦИИ В РАЗНЫХ УЧАСТКАХ ТВЕРДЫХ ТКАНЕЙ ЗУБОВ МЕТОДОМ РАМАН-ФЛЮОРЕСЦЕНЦИИ

Нуриева Н. С., Беляков Г. И., Тезиков Д. А.

Южно-Уральский государственный медицинский университет, г. Челябинск, Россия

### Аннотация

**Предмет исследования** — изменение минерализации твердых тканей зубов под воздействием лучевого фактора.

**Цель** — изучить влияние лучевого фактора на уровень минерализации твердых тканей зубов методом раман-флюоресценции.

**Методология.** Исследование проведено на кафедре ортопедической стоматологии и ортодонтии ЮУГМУ. Исследование проводилось на удаленных по клиническим показаниям зубах. Все зубы были разделены на три группы в зависимости от величины лучевого воздействия (2 Гр, 70 Гр, 110 Гр). Основным методом исследования являлось изучение раман-флюоресценции участков зубов на аппаратно-программном комплексе «ИнСпектр» с диагностической чувствительностью по интегральной концентрации аэробно-анаэробной микробной взвеси до  $10^9$  КОЕ/мл. Было произведено исследование зубов в трех участках (шейка, экватор, режущий край) до и после лучевого воздействия.

**Результаты.** Раман-флюоресцентная диагностика поверхности зуба позволила наглядно увидеть разницу в минерализации в оцифрованных показателях. Так, например, по данным показателей до и после воздействия лучевого фактора видно, что показатели минерализации, вне зависимости от дозы, значимых различий не имели. В то же время, имеются достоверные различия уровня минерализации в области различных участков зуба (экватор, пришеечная область, режущий край).

**Выводы.** В разных участках поверхности зуба уровень минерализации твердых тканей отличается. Наименьшая отмечается в области шейки зубов (резцы —  $y = 145 \pm 1,5$ ,  $x = 963 \text{ см}^{-1}$ , клыки —  $y = 141 \pm 1,1$ ,  $x = 963 \text{ см}^{-1}$ , премоляры —  $y = 142 \pm 1,8$ ,  $x = 963 \text{ см}^{-1}$ , моляры —  $y = 143 \pm 1,3$ ,  $x = 963 \text{ см}^{-1}$ ), средняя — в области режущего края и окклюзионной поверхности (резцы —  $y = 374 \pm 1,7$ ,  $x = 963 \text{ см}^{-1}$ , клыки —  $y = 377 \pm 1,3$ ,  $x = 963 \text{ см}^{-1}$ , премоляры —  $y = 375 \pm 1,2$ ,  $x = 963 \text{ см}^{-1}$ , моляры —  $y = 375 \pm 1,1$ ,  $x = 963 \text{ см}^{-1}$ ) и максимальная — в области экватора (резцы —  $y = 413 \pm 1,1$ ,  $x = 963 \text{ см}^{-1}$ , клыки —  $y = 414 \pm 1,9$ ,  $x = 963 \text{ см}^{-1}$ , премоляры —  $y = 415 \pm 1,7$ ,  $x = 963 \text{ см}^{-1}$ , моляры —  $y = 419 \pm 1,6$ ,  $x = 963 \text{ см}^{-1}$ ). Метод раман-флюоресцентной диагностики позволяет оценивать изменение минерализации благодаря разности потенциалов в участках твердых тканей зуба в различных участках (шейка, экватор, режущий край) всех функциональных групп зубов (резцы, клыки, премоляры, моляры) как до, так и после прямого лучевого воздействия. Прямое лучевое воздействие не оказывает достоверного влияния на уровень минерализации твердых тканей зубов вне зависимости от применяемой дозы во всех функциональных группах (резцы, клыки, премоляры, моляры), во всех участках зубов (экватор, режущий край, пришеечная область).

**Ключевые слова:** лучевой кариес, минерализация твердых тканей, раман-флюоресценция, стоматология, лучевая терапия, онкология

Авторы заявили об отсутствии конфликта интересов.

**Наталья Сергеевна НУРИЕВА** ORCID ID 0000-0002-5656-2286

д.м.н., профессор кафедры ортопедической стоматологии и ортодонтии, Южно-Уральский государственный медицинский университет, г. Челябинск, Россия  
natakira@mail.ru

**Герман Игоревич БЕЛЯКОВ** ORCID ID 0000-0002-1927-0751

аспирант кафедры ортопедической стоматологии и ортодонтии, Южно-Уральский государственный медицинский университет, г. Челябинск, Россия  
belyakov-95@mail.ru

**Дмитрий Александрович ТЕЗИКОВ** ORCID ID 0009-0007-2056-155X

к.м.н., ассистент кафедры ортопедической стоматологии и ортодонтии, Южно-Уральский государственный медицинский университет, г. Челябинск, Россия  
tezia-tooth@mail.ru

Адрес для переписки: **Герман Игоревич БЕЛЯКОВ**

454091 г. Челябинск, ул. Цвиллинга, д. 63, кв. 64

+7 (963) 4749759

belyakov-95@mail.ru

### Образец цитирования:

Нуриева Н. С., Беляков Г. И., Тезиков Д. А.

ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ РАЗЛИЧНЫХ ДОЗ ЛУЧЕВОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА УРОВЕНЬ МИНЕРАЛИЗАЦИИ В РАЗНЫХ УЧАСТКАХ ТВЕРДЫХ ТКАНЕЙ ЗУБОВ МЕТОДОМ РАМАН-ФЛЮОРЕСЦЕНЦИИ. Проблемы стоматологии. 2024; 1: 74-79.

© Нуриева Н. С. и др., 2024

DOI: 10.18481/2077-7566-2024-20-1-74-79

Поступила 05.03.2024. Принята к печати 30.04.2024

DOI: 10.18481/2077-7566-2024-20-1-74-79

## TO STUDY THE EFFECT OF DIFFERENT DOSES OF RADIATION EXPOSURE ON THE LEVEL OF MINERALIZATION IN DIFFERENT AREAS OF HARD DENTAL TISSUES BY RAMAN FLUORESCENCE

Nurieva N.S., Belyakov G.I., Tezиков D.A.

South Ural State Medical University, Chelyabinsk, Russia

### Annotation

**Subject.** Changes in the mineralization of hard tissues of teeth under the influence of radiation factor.

**Objectives.** To study the effect of radiation factor on the level of mineralization of hard dental tissues by Raman fluorescence.

**Methodology.** The study was conducted at the Department of Orthopedic Dentistry and Orthodontics of the SUSMU. The study was conducted on clinically removed teeth. All teeth were divided into three groups depending on the amount of radiation exposure (2 Gy, 70 Gy, 110 Gy). The main research method was the study of raman fluorescence of tooth sections on the hardware and software complex "InSpectr" with diagnostic sensitivity for the integral concentration of aerobic-anaerobic microbial suspension up to  $10^9$  CFU/ml. Teeth were examined in three areas (neck, equator, cutting edge) before and after radiation exposure.

**Results.** Raman fluorescence diagnostics of the tooth surface made it possible to visually see the difference in mineralization in digitized indicators. For example, according to the indicators before and after exposure to the radiation factor, it is clear that the mineralization indicators, regardless of the dose, had no significant differences. At the same time, there are significant differences in the level of mineralization in the area of different tooth settings (equator, cervical region, cutting edge).

**Conclusion.** In different areas of the tooth surface, the level of mineralization of hard tissues differs. The smallest is observed in the area of the neck of the teeth (incisors,  $y = 145 \pm 1.5$ ,  $x = 963 \text{ cm}^{-1}$ , canines,  $y = 141 \pm 1.1$ ,  $x = 963 \text{ cm}^{-1}$ , premolars,  $y = 142 \pm 1.8$ ,  $x = 963 \text{ cm}^{-1}$ , molars,  $y = 143 \pm 1.3$ ,  $x = 963 \text{ cm}^{-1}$ ), middle, in the area of the cutting edge and occlusal surface (incisors,  $y = 374 \pm 1.7$ ,  $x = 963 \text{ cm}^{-1}$ , canines,  $y = 377 \pm 1.3$ ,  $x = 963 \text{ cm}^{-1}$ , premolars,  $y = 375 \pm 1.2$ ,  $x = 963 \text{ cm}^{-1}$ , molars,  $y = 375 \pm 1.1$ ,  $x = 963 \text{ cm}^{-1}$ ), and maximum, in the equator region (incisors,  $y = 413 \pm 1.1$ ,  $x = 963 \text{ cm}^{-1}$ , canines,  $y = 414 \pm 1.9$ ,  $x = 963 \text{ cm}^{-1}$ , premolars,  $y = 415 \pm 1.7$ ,  $x = 963 \text{ cm}^{-1}$ , molars,  $y = 419 \pm 1.6$ ,  $x = 963 \text{ cm}^{-1}$ ).

The method of Raman-fluorescence diagnostics makes it possible to detect changes in mineralization due to the potential difference in the areas of hard tooth tissues in various areas (neck, equator, cutting edge) of all functional groups of teeth (incisors, canines, premolars, molars) both before and after direct radiation exposure, direct radiation exposure does not significantly change the level of mineralization of hard dental tissues, regardless of the dose applied in all functional groups (incisors, canines, premolars, molars), in all areas of the teeth (equator, cutting edge, cervical region).

**Keywords:** radiation caries, mineralization of hard tissues, Raman fluorescence, dentistry, radiation therapy, oncology

The authors declare no conflict of interest.

**Natalia S. NURIEVA** ORCID ID 0000-0002-5656-2286

Grand PhD in Medical Sciences, Professor of the Department of Prosthetic Dentistry, South Ural State Medical University, Chelyabinsk, Russia  
natakipa@mail.ru

**German I. BELYAKOV** ORCID ID 0000-0002-1927-0751

Postgraduate Student of the Department of Prosthetic Dentistry, South Ural State Medical University, Chelyabinsk, Russia  
belyakov-95@mail.ru

**Dmitriy A. TEZIKOV** ORCID ID 0009-0007-2056-155X

PhD in Medical Sciences, Lecturer of the Department of Prosthetic Dentistry, South Ural State Medical University, Chelyabinsk, Russia  
tezia-tooth@mail.ru

**Correspondence address: German I. BELYAKOV**

Zvillinga str. 63–64, Chelyabinsk, Russia, 454091

+7 (963) 4749759

belyakov-95@mail.ru

### For citation:

Nurieva N.S., Belyakov G.I., Tezиков D.A.

TO STUDY THE EFFECT OF DIFFERENT DOSES OF RADIATION EXPOSURE ON THE LEVEL OF MINERALIZATION IN DIFFERENT AREAS OF HARD DENTAL TISSUES BY RAMAN FLUORESCENCE. Actual problems in dentistry. 2024; 1: 74-79. (In Russ.)

© Nurieva N.S. et al., 2024

DOI: 10.18481/2077-7566-2024-20-1-74-79

Received 05.03.2024. Accepted 30.04.2024

## Введение

В настоящее время онкологические заболевания очень распространены в России и в мире. По данным Всемирной организации здравоохранения, за 2022 год у 20 млн пациентов было выявлено онкологическое заболевание, и в 9,7 млн случаев это привело к смерти. Пятилетняя выживаемость с момента диагностики отмечается у 53,5 млн человек. В течение всей жизни около 20% населения сталкивается с онкологическими заболеваниями. По статистике, от этого умирает каждый девятый мужчина и каждая двенадцатая женщина [1, 6].

Отдельно стоит отметить, что онкология полости рта остается в центре внимания из-за постоянного роста заболеваемости и смертности от злокачественных новообразований (ЗНО) губ и полости рта, твердых тканей челюстно-лицевой области [1, 5].

При лечении онкологических заболеваний используются различные методы, одним из которых является лучевая терапия.

Факторы и процессы, приводящие к деминерализации твердых тканей зуба, многообразны. Одним из таких факторов является лучевая терапия. Применение методов лучевой терапии играет большую роль в клинической практике лечения онкологических заболеваний. Стоит отметить, что данный вид терапии может вызывать тяжелые осложнения, которые уменьшают возможности его использования. Актуальным направлением улучшения лучевой терапии считается снижение негативных последствий — поражений, реакций. В то же время, ионизирующее облучение влияет на ткани полости рта, вызывая осложнения и в них. Чаще всего врачи-стоматологи в своей клинической практике встречаются с такими осложнениями, как телеангиоэктазии, ксеростомия, синдром хронической боли, атрофия и изменение чувствительности слизистой оболочки, изменения зубов. Учитывая растущие успехи работы онкологов по лечению злокачественных новообразований, ожидаемо увеличивается продолжительность жизни таких пациентов и возрастает их общее количество на стоматологическом приеме.

После воздействия лучевого фактора снижается минерализация и резистентность твердых тканей зуба к кариесу за счет многих причин.

Как в России, так и за рубежом диагностика, лечение и профилактика изменений зубов после лучевой терапии остаются одной из ведущих проблем в стоматологии. По данным научной литературы, вероятность появления лучевого кариеса зубов в разных странах после лучевой терапии — от 40 до 54%.

По приведенным высоким показателям можно сделать вывод, что проблема лучевых изменений зубов является актуальной.

Благодаря развитию квантовой электроники, создаются предпосылки внедрения в медицину различных лазерных технологий для реализации практических и научных целей. В стоматологии активно внедряются лазерные методы, имеющие диагностическую,

профилактическую, терапевтическую направленность [6, 8, 35]. Перед стоматологами стоит проблема ранней мгновенной диагностики изменения твердых тканей зубов с высокой чувствительностью.

Некоторые из существующих методов оценки спектра, основанные на инфракрасном, флюоресцентном и рамановском поле, сегодня являются основными экспресс-технологиями «по месту» в изучении особенностей структуры, клинического статуса, органо-минеральных компонентов ЧЛЮ, в частности костных и зубных тканей. Эти экспресс-методы рекомендованы к освоению и внедрению в клинику Президиумом РАМН РФ.

В настоящее время образования в области головы и шеи очень распространены. При их лечении очень часто требуется лучевая терапия. Влияние лучевого воздействия на органы зубочелюстной системы чрезвычайно вариабельно. Одним из наиболее часто встречающихся стоматологам осложнений является лучевой кариес. Под воздействием облучения создается несколько факторов, приводящих к лучевому кариесу, но во всех случаях присутствует снижение уровня минерализации твердых тканей зубов. В настоящее время методы лазерной раман-флюоресцентной спектроскопии позволяют оценить уровень минерализации твердых тканей зубов, их технологическая и аппаратная реализация играет все большую роль в стоматологии [5–8]. Также, учитывая растущую точность и доступность методов лазерной раман-флюоресцентной спектроскопии, врачи активно внедряют их использование в стоматологическую практику [4–8]. При этом до сих пор остается не решенным вопрос этиологии развития лучевых поражений зубов в части точного понимания прямого или опосредованного воздействия лучевого фактора на изменения минерализации твердых тканей.

**Цель работы** — изучить влияние лучевого фактора на уровень минерализации твердых тканей зубов методом раман-флюоресценции.

## Материалы и методы исследования

В данной работе было проведено изучение минерализации твердых тканей зубов методом раман-флюоресцентной спектроскопии [5]. Исследование проводилось на кафедре ортопедической стоматологии и ортодонтии ЮУГМУ. В ходе исследования использовали АПК «ИнСпектр М», (длина волны — 514 нм) по предложенной схеме [2] (рис. 1).

Для решения поставленной цели было произведено исследование на удаленных по клиническим показаниям зубах (*in vitro*), подвергнутых облучению в трех разных суммарных дозах (2 Гр, 70 Гр, 110 Гр). В исследование включали зубы без дефектов твердых тканей, удаленные у пациентов среднего возраста (от 30 до 50 лет), не имеющих тяжелой соматической патологии. Зубы сразу после удаления (240 зубов, разделенных по группам; резцы / клыки / премоляры / моляры по 60 шт. в каждой) были подвергнуты рамановской спектроскопии в трех

участках (экватор, пришеечная область, режущий край (резцы, клыки) или окклюзионная поверхность (премоляры, моляры)) на АПК «ИнСпектрМ» и разделены на 3 подгруппы (по 20 шт в зависимости от планируемой дальнейшей лучевой дозы воздействия в 2 Гр, 70 Гр, 110 Гр). В дальнейшем на базе ГАУЗ «Челябинский областной клинический центр онкологии и ядерной медицины» специалистом по лучевой терапии исследуемые зубы подверглись лучевому воздействию на рентгеновской установке ЛНК-268. После облучения зубов согласно дозе, в каждой группе зубы были подвергнуты повторному исследованию рамановской спектроскопии в тех же участках.

Для анализа интенсивности рамановского излучения участков твердых тканей в количественном эквиваленте (в относительных единицах) были зафиксированы показатели в максимальной и минимальной мощности, а также информация об интенсивности флюоресценции. Интенсивность Рамана (М ср.) считали как разницу показателей максимальной и минимальной мощности (рис. 3) [4].

В дальнейшем была произведена обработка результатов с помощью программной части прибора. Все измерения происходили в течении 5 мин. Полученные результаты обрабатывали в соответствии с принципами медицинской статистики с использованием пакета программ IBM SPSS Statistics 20. Количественные показатели обрабатывались с использованием методов описательной статистики и представлены в виде среднего значения (М) и стандартного отклонения (m). Результаты вычисления представлены в форме  $M \pm m$ .

Для удобства восприятия информации данные измерений (М ср.) были объединены и представлены в таблицах (табл. 1, 2, 3) и изображены на рисунке (рис. 2).

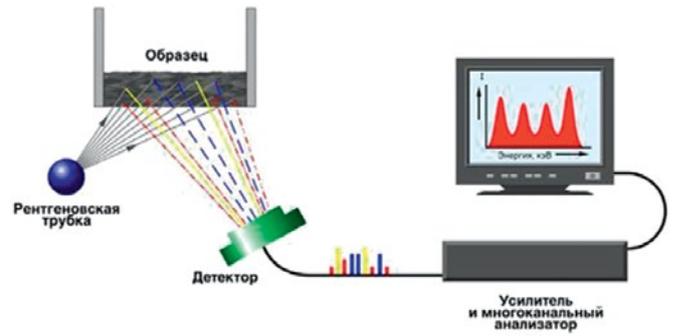


Рис. 1. Схема работы АПК «ИнСпектрМ» со световодной насадкой  
Fig. 1. Hardware and software complex "InSpectrM" with a light guide attachment

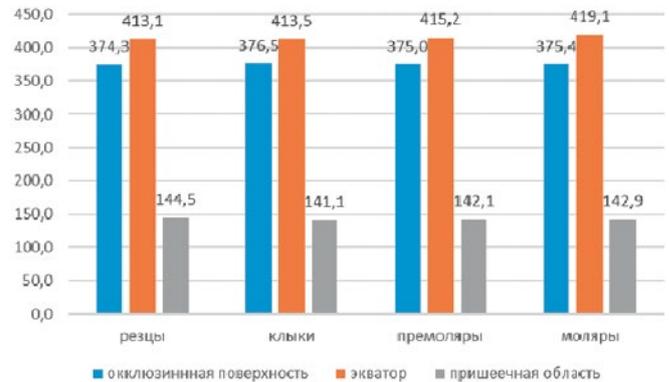


Рис. 2. Спектральные характеристики твердых тканей зуба по участкам. Интенсивность Рамана (М ср.)  
Fig. 2. Spectral characteristics of hard tissues of the tooth area

Таблица 1

Спектральные характеристики твердых тканей зуба после лучевого воздействия (2 Гр)

Table 1. Spectral characteristics of hard tissues of the tooth (2 Gy)

Локализация измерения	Доза облучения	Верхний пик (интенсивность сигнала в максимуме / длина волны в максимуме)	Нижний уровень (интенсивность сигнала в минимуме / длина волны в максимуме)	Интенсивность Рамана (относительные единицы (М ср.))	Интенсивность флюоресценции в максимуме (относительные ед.)
Окклюзионная поверхность	0 Гр	$y = 8271,6 \pm 22,9$ , $x = 963 \text{ см}^{-1}$	$Y = 7898,4 \pm 29$ , $x = 963 \text{ см}^{-1}$	$y = 373 \pm 12,8$ , $x = 963 \text{ см}^{-1}$	$y = 8455 \pm 21,3$
	2 Гр	$y = 8267,85 \pm 24,6$ , $x = 963 \text{ см}^{-1}$	$y = 7892,45 \pm 23,9$ , $x = 963 \text{ см}^{-1}$	$y = 375,4 \pm 13,4$ , $x = 963 \text{ см}^{-1}$	$y = 8458,35 \pm 22,2$
экватор	0 Гр	$y = 6271,2 \pm 29$ , $x = 963 \text{ см}^{-1}$	$y = 5856,8 \pm 45,9$ , $x = 963 \text{ см}^{-1}$	$y = 414,4 \pm 29,7$ , $x = 963 \text{ см}^{-1}$	$y = 6780,85 \pm 65,5$
	2 Гр	$y = 6259,1 \pm 32,7$ , $x = 963 \text{ см}^{-1}$	$y = 5852,7 \pm 45,3$ , $x = 963 \text{ см}^{-1}$	$y = 406,4 \pm 23,6$ , $x = 963 \text{ см}^{-1}$	$y = 6772,35 \pm 70,2$
Пришеечная область вестибулярная поверхность	0 Гр	$y = 5109,85 \pm 19,2$ , $x = 963 \text{ см}^{-1}$	$y = 4964,75 \pm 19,3$ , $x = 963 \text{ см}^{-1}$	$y = 145 \pm 8,8$ , $x = 963 \text{ см}^{-1}$	$y = 6043 \pm 25,12$
	2 Гр	$y = 5104,25 \pm 15,4$ , $x = 963 \text{ см}^{-1}$	$y = 4958,25 \pm 16,4$ , $x = 963 \text{ см}^{-1}$	$y = 146 \pm 8,8$ , $x = 963 \text{ см}^{-1}$	$y = 6031,4 \pm 24,2$

Таблица 2  
77

### Результаты исследования и их обсуждение

Информация, которую мы получили в исследовании, помогла глубже понять процесс изменения минерализации поверхности твердых тканей зубов под прямым воздействием лучевого воздействия в различных дозах. По результатам данного исследования, не выявлено достоверных различий уровня минерализации (по методу раман-флюоресцентной спектроскопии) и микробного фактора (по методу флюоресценции) у зубов до и после прямого лучевого воздействия вне зависимости от дозы (2 Гр, 70 Гр, 110 Гр) ни в одной из функциональных групп (резцы, клыки, премоляры, моляры). Все имеющиеся отличия находятся в пределах статистической погрешности. Итоговые систематизированные результаты раман-флюоресцентной диагностики в зависимости от дозы лучевого воздействия представлены в таблицах (табл. 1–3). В то же

время, данные о минерализации твердых тканей зубов в различных участках зуба во всех функциональных группах сильно различались. Из анализа полученных данных следует, что имеется достоверное различие минерализации твердых тканей зубов в различных участках твердых тканей зубов (экватор, режущий край, пришеечная область) (рис. 2).

Проведенное исследование показывает отсутствие прямого воздействия лучевого фактора вне зависимости от дозы на уровень минерализации твердых тканей зубов. Эти данные позволяют предполагать, что имеет место опосредованный механизм влияния лучевой терапии на возникновение лучевых поражений зубов — за счет снижения уровня гигиены, саливации и др.

В то же время, данное исследование показывает разный уровень минерализации в разных участках зуба как до, так и после лучевого воздействия.

Таблица 2

#### Спектральные характеристики твердых тканей зуба после лучевого воздействия (70 Гр)

Table 2. Spectral characteristics of hard tissues of the tooth (70 Gy)

Локализация измерения	Доза облучения	Верхний пик (интенсивность сигнала в максимуме/длина волны в максимуме)	Нижний уровень (интенсивность сигнала в минимуме/длина волны в максимуме)	Интенсивность Рамана (относительные единицы (M ср.))	Интенсивность флюоресценции в максимуме (относительные ед.)
Окклюзионная поверхность	0 Гр	$y = 8253,45 \pm 17,4,$ $x = 963 \text{ см}^{-1}$	$y = 7876,6 \pm 24,5$ $x = 963 \text{ см}^{-1}$	$y = 376,85 \pm 14,1,$ $x = 963 \text{ см}^{-1}$	$y = 8465 \pm 21,1$
	70 Гр	$y = 8270,8 \pm 24,$ $x = 963 \text{ см}^{-1}$	$y = 7895,95 \pm 25,$ $x = 963 \text{ см}^{-1}$	$y = 374,85 \pm 14,9,$ $x = 963 \text{ см}^{-1}$	$y = 8462,55 \pm 24$
Экватор	0 Гр	$y = 6266,9 \pm 30,2$ $x = 963 \text{ см}^{-1}$	$y = 5855 \pm 44,7,$ $x = 963 \text{ см}^{-1}$	$y = 411 \pm 25,5,$ $x = 963 \text{ см}^{-1}$	$y = 6785,6 \pm 72,4$
	70 Гр	$y = 6277,1 \pm 27,2,$ $x = 963 \text{ см}^{-1}$	$y = 5867,25 \pm 47,3$ $x = 963 \text{ см}^{-1}$	$y = 409,85 \pm 29,3$ $x = 963 \text{ см}^{-1}$	$y = 6756,05 \pm 60,3$
Пришеечная область вестибулярная поверхность	0 Гр	$y = 5109,4 \pm 21,12,$ $x = 963 \text{ см}^{-1}$	$y = 4965 \pm 22,7,$ $x = 963 \text{ см}^{-1}$	$y = 144,4 \pm 9,7$ $x = 963 \text{ см}^{-1}$	$y = 6037,7 \pm 26$
	70 Гр	$y = 5105,85 \pm 14,4,$ $x = 963 \text{ см}^{-1}$	$y = 4958,8 \pm 16,8,$ $x = 963 \text{ см}^{-1}$	$y = 147 \pm 8,6,$ $x = 963 \text{ см}^{-1}$	$y = 6038,1 \pm 26$

Таблица 3

#### Спектральные характеристики твердых тканей зуба после лучевого воздействия (110 Гр)

Table 3. Spectral characteristics of hard tissues of the tooth (110 Gy)

Локализация измерения	Доза облучения	Верхний пик (интенсивность сигнала в максимуме / длина волны в максимуме)	Нижний уровень (интенсивность сигнала в минимуме / длина волны в максимуме)	Интенсивность Рамана (относительные единицы (M ср.))	Интенсивность флюоресценции в максимуме (относительные ед.)
Окклюзионная поверхность	0 Гр	$y = 8266,95 \pm 25,4,$ $x = 963 \text{ см}^{-1}$	$y = 7894 \pm 27,8$ $x = 963 \text{ см}^{-1}$	$y = 372,95 \pm 14,1,$ $x = 963 \text{ см}^{-1}$	$y = 8458 \pm 22,7$
	110 Гр	$y = 8264,35 \pm 16,8,$ $x = 963 \text{ см}^{-1}$	$y = 7889,55 \pm 20,7,$ $x = 963 \text{ см}^{-1}$	$y = 374,8 \pm 5,7,$ $x = 963 \text{ см}^{-1}$	$y = 8455,95 \pm 24$
экватор	0 Гр	$y = 6279,6 \pm 19,4$ $x = 963 \text{ см}^{-1}$	$y = 5865,7 \pm 34,8,$ $x = 963 \text{ см}^{-1}$	$y = 413,9 \pm 27,6,$ $x = 963 \text{ см}^{-1}$	$y = 6778,1 \pm 65,4$
	110 Гр	$y = 6271,75 \pm 32,$ $x = 963 \text{ см}^{-1}$	$y = 5869,8 \pm 38,3$ $x = 963 \text{ см}^{-1}$	$y = 402 \pm 25,6$ $x = 963 \text{ см}^{-1}$	$y = 6804,1 \pm 68,12$
Пришеечная область вестибулярная поверхность	0 Гр	$y = 5113,8 \pm 20,5,$ $x = 963 \text{ см}^{-1}$	$y = 4969,7 \pm 21,2,$ $x = 963 \text{ см}^{-1}$	$y = 144,1 \pm 9,8$ $x = 963 \text{ см}^{-1}$	$y = 144,1 \pm 21,17$
	110 Гр	$y = 5110,55 \pm 17,3,$ $x = 963 \text{ см}^{-1}$	$y = 4967,8 \pm 21,8,$ $x = 963 \text{ см}^{-1}$	$y = 142,75 \pm 8,8,$ $x = 963 \text{ см}^{-1}$	$y = 6041,9 \pm 19,9$

Как видно из результатов, данные, полученные с разных участков поверхности твердых тканей зубов (экватор, шейка, режущий край), отличаются (рис. 2). Наименьшая минерализация, согласно данным (Интенсивность Рамана), имеется в области шейки зубов (резцы —  $y = 145 \pm 1,5$ ,  $x = 963 \text{ см}^{-1}$ , клыки —  $y = 141 \pm 1,1$ ,  $x = 963 \text{ см}^{-1}$ , премоляры —  $y = 142 \pm 1,8$ ,  $x = 963 \text{ см}^{-1}$ , моляры —  $y = 143 \pm 1,3$ ,  $x = 963 \text{ см}^{-1}$ ), средняя — в области режущего края и окклюзионной поверхности (резцы —  $y = 374 \pm 1,7$ ,  $x = 963 \text{ см}^{-1}$ , клыки —  $y = 377 \pm 1,3$ ,  $x = 963 \text{ см}^{-1}$ , премоляры —  $y = 375 \pm 1,2$ ,  $x = 963 \text{ см}^{-1}$ , моляры —  $y = 375 \pm 1,1$ ,  $x = 963 \text{ см}^{-1}$ ) и максимальная — в области экватора (резцы —  $y = 413 \pm 1,1$ ,  $x = 963 \text{ см}^{-1}$ , клыки —  $y = 414 \pm 1,9$ ,  $x = 963 \text{ см}^{-1}$ , премоляры —  $y = 415 \pm 1,7$ ,  $x = 963 \text{ см}^{-1}$ , моляры —  $y = 419 \pm 1,6$ ,  $x = 963 \text{ см}^{-1}$ ). При этом в каждой из областей уровень минерализации не изменяется после лучевого воздействия вне зависимости от дозы.

### Выводы

В разных участках поверхности зуба уровень минерализации твердых тканей отличается. Наименьший отмечается в области шейки зубов (резцы —  $y = 145 \pm 1,5$ ,  $x = 963 \text{ см}^{-1}$ , клыки —  $y = 141 \pm 1,1$ ,  $x = 963 \text{ см}^{-1}$ , премоляры —  $y = 142 \pm 1,8$ ,  $x = 963 \text{ см}^{-1}$ , моляры —  $y = 143 \pm 1,3$ ,  $x = 963 \text{ см}^{-1}$ ), средняя — в области режущего края и окклюзионной поверхности (резцы —  $y = 374 \pm 1,7$ ,  $x = 963 \text{ см}^{-1}$ , клыки —  $y = 377 \pm 1,3$ ,  $x = 963 \text{ см}^{-1}$ , премоляры —  $y = 375 \pm 1,2$ ,  $x = 963 \text{ см}^{-1}$ , моляры —  $y = 375 \pm 1,1$ ,  $x = 963 \text{ см}^{-1}$ ) и максимальная в области экватора (резцы —  $y = 413 \pm 1,1$ ,  $x = 963 \text{ см}^{-1}$ , клыки —  $y = 414 \pm 1,9$ ,  $x = 963 \text{ см}^{-1}$ , премоляры —  $y = 415 \pm 1,7$ ,  $x = 963 \text{ см}^{-1}$ , моляры —  $y = 419 \pm 1,6$ ,  $x = 963 \text{ см}^{-1}$ ).

### Литература/References

1. Турсу-заде Р.Т. Оценка распространенности злокачественных новообразований в России с применением модели заболеваемость-смертность. Демографическое обозрение. 2018;5(3):103-126. [R.T. Tursun-Zade. An evaluation of the prevalence of malignant neoplasms in Russia using an incidence-mortality model. Demographic Review. 2018;5(3):103-126. (In Russ.)]. <https://doi.org/10.17323/demreview.v5i3.8137>
2. Александров М.Т., Маргарян Э.Г. Применение лазерных технологий в клинике терапевтической стоматологии (обоснование, возможности, перспективы). Российская стоматология. 2017;10(3):31-36. [M.T. Alexandrov, E.G. Margaryan. Laser technique application in therapeutic dentistry in clinic (rationale, possibilities, perspectives). Russian dentistry. 2017;10(3):31-36. (In Russ.)]. <https://doi.org/10.17116/rosstomat201710331-36>
3. Александров М.Т., Кукушкин В.И., Полякова М.А., Новожилова Н.Е., Бабина К.С., Аракелян М.Г., Баграмова Г.Э., Пашков Е.П., Дмитриева Е.Ф. Раман-флуоресцентные характеристики твердых тканей зубов и их клиническое значение. Российский стоматологический журнал. 2018;22(6):276-280. [M.T. Aleksandrov, V.I. Kukushkin, M.A. Polyakova, N.E. Novozhilova, K.S. Babina, M.G. Arakelyan, G.E. Bagramova, E.P. Pashkov, E.F. Dmitrieva. Raman fluorescence characteristics of hard dental tissues and their clinical significance. Russian Dental Journal. 2018;22(6):276-280. (In Russ.)]. <https://doi.org/10.18821/1728-2802-2018-22-6-276-280>
4. Нуриева Н.С., Беляков Г.И. Исследование минерализации твердых тканей зубов, пораженных лучевым кариесом, с помощью метода раман-флуоресцентной диагностики. Проблемы стоматологии. 2022;18(4):36-40. [N.S. Nurieva, G.I. Belyakov. Study of the mineralization of hard tissues of teeth affected by radiation caries using the method of raman fluorescent diagnosis. 2022;18(4):36-40. (In Russ.)]. <https://doi.org/10.18481/2077-7566-2022-18-4-30-34>
5. Нуриева Н.С., Беляков Г.И. Исследование минерализации твердых тканей зубов, пораженных лучевым кариесом, с помощью метода раман-флуоресцентной диагностики. Проблемы стоматологии. 2023;4:30-34. [N.S. Nurieva, G.I. Belyakov. Study of mineralization of hard tissues of teeth affected by radiation caries using the Raman fluorescence diagnostic method. Problems of dentistry. 2023;4:30-34. (In Russ.)]. <https://doi.org/10.18481/2077-7566-2022-18-4-30-34>
6. Магсумова О.А., Полканова В.А., Тимченко Е.В., Волова Л.Т. Рамановская спектроскопия и ее применение в стоматологии. Стоматология. 2021;100(4):137-142. [O.A. Magsumova, V.A. Polkanova, E.V. Timchenko, L.T. Volova. Raman spectroscopy and its application in different areas of medicine. Stomatologiya. 2021;100(4):137-142. (In Russ.)]. <https://doi.org/10.17116/stomat202110004137>
7. Бажутова И.В., Магсумова О.А., Фролов О.О., Тимченко Е.В., Тимченко П.Е., Трунин Д.А., Комлев С.С., Полканова В.А. Оценка органического и минерального состава эмали зубов методом рамановской спектроскопии: экспериментальное неслучайное исследование. Кубанский научный медицинский вестник. 2021;28(4):118-132. [I.V. Bazhutova, O.A. Magsumova, O.O. Frolov, E.V. Timchenko, P.E. Timchenko, D.A. Trunin, S.S. Komlev, V.A. Polkanova. Raman spectroscopy analysis of dental enamel organic and mineral composition: an experimental non-randomised study. Kuban Scientific Medical Bulletin. 2021;28(4):118-132. (In Russ.)]. <https://doi.org/10.25207/1608-6228-2021-28-4-118-132>
8. Магсумова О.А. Оценка изменений кислотоустойчивости и минерального состава эмали при химическом отбеливании зубов. Клиническая стоматология. 2022;25(1):13-19. [O.A. Magsumova. Assessment of changes in acid resistance and mineral composition of enamel during chemical teeth whitening. Clinical dentistry. 2022;25(1):13-19. (In Russ.)]. [https://doi.org/10.37988/1811-153X\\_2022\\_1\\_13](https://doi.org/10.37988/1811-153X_2022_1_13)
9. Бажутова И.В., Магсумова О.А., Фролов О.О., Тимченко Е.В., Тимченко П.Е., Трунин Д.А., Комлев С.С., Полканова В.А. Оценка органического и минерального состава эмали зубов методом рамановской спектроскопии: экспериментальное неслучайное исследование. Кубанский научный медицинский вестник. 2021;28(4):118-132. [I.V. Bazhutova, O.A. Magsumova, O.O. Frolov, E.V. Timchenko, P.E. Timchenko, D.A. Trunin, S.S. Komlev, V.A. Polkanova. Raman spectroscopy analysis of dental enamel organic and mineral composition: an experimental non-randomised study. Kuban Scientific Medical Bulletin. 2021;28(4):118-132. (In Russ.)]. <https://doi.org/10.25207/1608-6228-2021-28-4-118-132>

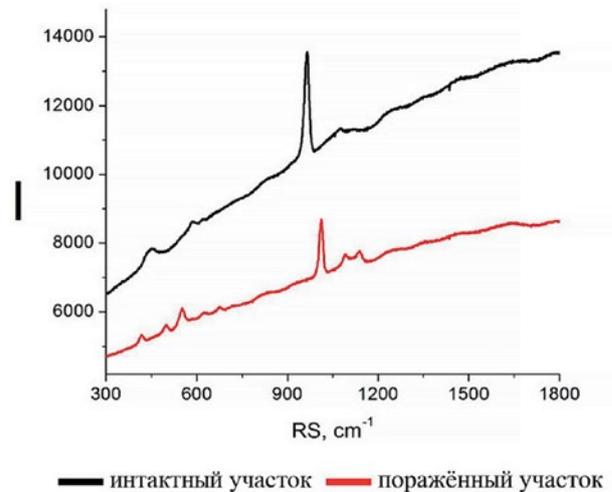


Рис. 3. Нахождение рамановских линий

Fig. 3. Finding Raman lines

Метод раман-флуоресцентной диагностики позволяет оценивать изменение минерализации благодаря разности потенциалов в участках твердых тканей зуба в различных участках (шейка, экватор, режущий край) всех функциональных групп зубов (резцы, клыки, премоляры, моляры) как до, так и после прямого лучевого воздействия.

Прямое лучевое воздействие не оказывает достоверного влияния на уровень минерализации твердых тканей зубов вне зависимости от применяемой дозы во всех функциональных группах (резцы, клыки, премоляры, моляры), во всех участках зубов (экватор, режущий край, пришеечная область).

DOI: 10.18481/2077-7566-2024-20-1-80-84

УДК: 616.316-008.8-076.3:548.1

## КОЛИЧЕСТВЕННО-КАЧЕСТВЕННАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КРИСТАЛЛИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ РОТОВОЙ ЖИДКОСТИ ЧЕЛОВЕКА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕОРИИ ФРАКТАЛОВ. ЧАСТЬ I

Симонян Л. А.<sup>1</sup>, Ломиашвили Л. М.<sup>1</sup>, Стафеев А. А.<sup>1</sup>, Чекина А. В.<sup>1</sup>, Седельников В. В.<sup>2</sup>, Юдина М. Н.<sup>3</sup>, Симонян Э. А.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Омский государственный медицинский университет, г. Омск, Россия

<sup>2</sup> АО «ОДК» «Омское моторостроительное объединение им. П. И. Баранова», г. Омск, Россия

<sup>3</sup> Омский государственный технический университет, г. Омск, Россия

### Аннотация

**Предмет исследования** — высушенная капля ротовой жидкости человека (фация).

**Цель** — предложить способ количественной характеристики кристаллического строения ротовой жидкости с применением теории фракталов. **Задача** — создать компьютерную программу для расчета фрактальной размерности, площади кристаллов; длины и ширины осей кристаллов смешанной слюны человека. **Методология.** Для количественного описания кристаллического строения фации ротовой жидкости необходимо создать компьютерную программу. Программа создана в рамках сотрудничества Омского государственного медицинского университета и Омского государственного технического университета. Программа под названием FracSquare разработана с помощью языка программирования Python версии 3.1 и встроенных библиотек math, cv2 и plt, которые реализуют алгоритмы нахождения фрактальной размерности Минковского, поиск и подсчет пикселей, находящихся внутри искомого объекта, а также алгоритм нахождения гипотенузы.

После установки на компьютер и запуска программы необходимо загрузить фото фации слюны и осуществить расчет фрактальной размерности и площади кристалла путем нажатия соответствующих кнопок, на экране появится результат в виде числовых значений.

**Результаты.** Компьютерная программа FracSquare позволяет математически вычислить фрактальную размерность, площадь кристаллов, а также измерить длину и ширину осей кристаллов слюны человека. Данные цифровые значения обеспечивают количественную характеристику кристаллического рисунка фации слюны. **Выводы.** Используя разработанную компьютерную программу, оператор получает точные цифровые значения, на основании которых может объективно оценить микрокристаллический рисунок фации слюны человека с целью выявления патологических процессов, протекающих в организме, индикатором которых является ротовая жидкость.

**Ключевые слова:** саливадиагностика, компьютерная программа, фация, ротовая жидкость, микрокристаллизация, фрактальная размерность, площадь

Авторы заявили об отсутствии конфликта интересов.

Лаура Арменовна СИМОНЯН ORCID ID 0000-0002-0265-1988

ассистент кафедры терапевтической стоматологии, Омский государственный медицинский университет, г. Омск, Россия  
laura.simonyan@mail.ru

Лариса Михайловна ЛОМИАШВИЛИ ORCID ID 0000-0003-1678-4658

д.м.н., профессор, декан стоматологического факультета, заведующая кафедрой терапевтической стоматологии, Омский государственный медицинский университет, г. Омск, Россия  
lomiashvili@mail.ru

Андрей Анатольевич СТАФЕЕВ ORCID ID 0000-0002-5059-5810

д.м.н., профессор, заведующий кафедрой ортопедической стоматологии, Омский государственный медицинский университет, г. Омск, Россия  
andre.a.s@mail.ru

Анна Витальевна ЧЕКИНА ORCID ID 0000-0002-2569-4964

к.м.н., доцент кафедры терапевтической стоматологии, Омский государственный медицинский университет, г. Омск, Россия  
annacheckina@yandex.ru

Владимир Васильевич СЕДЕЛЬНИКОВ ORCID ID 0009-0008-1390-1111

к.т.н., ведущий инженер АО «ОДК» «Омское моторостроительное объединение им. П.И. Баранова», г. Омск, Россия  
vvs-50@bk.ru

Мария Николаевна ЮДИНА ORCID ID 0000-0002-9648-6409

к.м.н., доцент кафедры математических методов и информационных технологий в экономике, Омский государственный технический университет, г. Омск, Россия  
mg-and-all@mail.ru

Эдгар Арменович СИМОНЯН ORCID ID 0009-0000-9402-6364

ординатор кафедры внутренних болезней и семейной медицины ДПО, г. Омск, Россия  
simonyane435@gmail.com

Адрес для переписки: Лаура Арменовна СИМОНЯН

644099, г. Омск, ул. Ленина, 12

+7 (913) 6219515

laura.simonyan@mail.ru

### Образец цитирования:

Симонян Л. А., Ломиашвили Л. М., Стафеев А. А., Чекина А. В., Седельников В. В., Юдина М. Н., Симонян Э. А.  
КОЛИЧЕСТВЕННО-КАЧЕСТВЕННАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КРИСТАЛЛИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ РОТОВОЙ ЖИДКОСТИ  
ЧЕЛОВЕКА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕОРИИ ФРАКТАЛОВ. ЧАСТЬ I. Проблемы стоматологии. 2024; 1: 80-84.

© Симонян Л. А. и др., 2024

DOI: 10.18481/2077-7566-2024-20-1-80-84

Поступила 17.03.2024. Принята к печати 22.04.2024

DOI: 10.18481/2077-7566-2024-20-1-80-84

## QUANTITATIVE AND QUALITATIVE CHARACTERISTICS OF THE CRYSTAL STRUCTURE OF HUMAN ORAL FLUID USING THE THEORY OF FRACTALS. PART I

Simonyan L.A.<sup>1</sup>, Lomiashvili L.M.<sup>1</sup>, Stafeev A.A.<sup>1</sup>, Checkina A.V.<sup>1</sup>, Sedelnikov V.V.<sup>2</sup>, Yudina M.N.<sup>3</sup>, Simonyan E.A.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Omsk State Medical University, Omsk, Russia

<sup>2</sup> Omsk Engine Building Association named after P.I. Baranov, Omsk, Russia

<sup>3</sup> Omsk State Technical University, Omsk, Russia

### Annotation

**The subject** of the study is a dried drop of human oral fluid (facies).

**The goal** is to propose a method for quantitative characteristic for the crystalline structure of oral fluid using fractal theory.

**The task** is to create a computer program to calculate the fractal dimension, the area of crystals; length and width of the axes of mixed human saliva crystals.

**Methodology.** To create a computer program for quantitative description of the crystalline structure of the oral fluid facies. The program was created within the framework of cooperation between Omsk State Medical University and Omsk State Technical University. The program, called FracSquare, was developed using the Python programming language version 3.1 and the built-in libraries math, cv2 and plt, which implement algorithms for finding the Minkowski fractal dimension, searching and counting pixels located inside the desired object, as well as an algorithm for finding the hypotenuse. After installing on the computer and launching the program, you need to load a photo of the saliva facies and calculate the fractal dimension and crystal area by pressing the appropriate buttons; the result will appear on the screen in the form of numerical values.

**Results.** The computer program FracSquare allows you to mathematically calculate the fractal dimension, the area of crystals, and also measure the length and width of the branches of human saliva crystals. These digital values provide a quantitative characterization of the crystalline pattern of the saliva facies.

**Conclusion.** The operator receives accurate digital values using a developed computer program, on its basis he can objectively evaluate the microcrystalline pattern of the facies of human saliva in order to identify pathological processes occurring in the body. The indicator of these processes is oral fluid.

**Keywords:** saliva diagnostics, computer program, facies, oral fluid, microcrystallization, fractal dimension, area

The authors declare no conflict of interest.

**Laura A. SIMONYAN** ORCID ID 0000-0002-0265-1988

Assistant of the Therapeutic Dentistry Department, Omsk State Medical University, Omsk, Russia  
laura.simonyan@mail.ru

**Larisa M. LOMIASHVILI** ORCID ID 0000-0003-1678-4658

Grand PhD in Medical sciences, Professor, Head of the Department of Therapeutic Dentistry, Dean of the Faculty of Dentistry, Omsk State Medical University, Omsk, Russia  
lomiashvili@mail.ru

**Andrey A. STAFEEV** ORCID ID 0000-0002-5059-5810

Grand PhD in Medical sciences, Professor, Head of the Department of Orthopedic Dentistry, Omsk State Medical University, Omsk, Russia  
andre.a.s@mail.ru

**Anna V. CHECKINA** ORCID ID 0000-0002-2569-4964

PhD in Medical sciences, Associate Professor of the Department of Therapeutic Dentistry, Omsk State Medical University, Omsk, Russia  
annachekina@yandex.ru

**Vladimir V. SEDELNIKOV** ORCID ID 0009-0008-1390-1111

PhD in Technical sciences, Lead Engineer of the Omsk Engine Building Association named after P.I. Baranov, Omsk, Russia  
vvs-50@bk.ru

**Maria N. YUDINA** ORCID ID 0000-0002-9648-6409

PhD in Medical sciences, Associate Professor of the Mathematical Methods and Information Technologies in Economics Department, Omsk State Technical University, Omsk, Russia  
mg-and-all@mail.ru

**Edgar A. SIMONYAN** ORCID ID 0009-0000-9402-6364

Resident of the Department of Internal and Family Medicine, Including Postgraduate Training Courses, Omsk State Medical University, Omsk, Russia  
simonyane435@gmail.com

**Correspondence address: Laura A. SIMONYAN**

644099, Omsk region, Omsk, st. Lenin, 12

+7 (913) 6219515

laura.simonyan@mail.ru

### For citation:

Simonyan L.A., Lomiashvili L.M., Stafeev A.A., Checkina A.V., Sedelnikov V.V., Yudina M.N., Simonyan E.A.

QUANTITATIVE AND QUALITATIVE CHARACTERISTICS OF THE CRYSTAL STRUCTURE OF HUMAN ORAL FLUID USING THE THEORY OF FRACTALS. PART I. Actual problems in dentistry. 2024; 1: 80-84. (In Russ.)

© Simonyan L.A. et al., 2024

DOI: 10.18481/2077-7566-2024-20-1-80-84

Received 17.03.2024. Accepted 22.04.2024

## Введение

В настоящее время исследование ротовой жидкости (саливадиагностика) популяризируется среди врачей. Стоматологи, кардиологи, гинекологи, педиатры, инфекционисты используют ротовую жидкость в качестве индикатора физиологических и патологических процессов, протекающих в организме. Саливадиагностика — это современная альтернатива анализу крови, так как является неинвазивным, атравматичным методом по сбору жидкого биологического материала [1]. Саливадиагностика охватывает достаточно широкий спектр диагностических возможностей. Посредством анализа слюны можно определить количественное содержание минеральных и органических компонентов, скорость секреции и вязкость слюны. Исследователи с этой целью непрерывно разрабатывают специальные устройства, датчики, сенсорные системы [2]. Активно исследуется высохшая капля ротовой жидкости — фация [10, 11]. Сегодня для оценки кристаллического рисунка фации слюны применяют качественные и количественные методы. Качественные методы описания носят более субъективный характер, поэтому перспективным направлением считается использование цифровых технологий для анализа кристаллограмм ротовой жидкости, что позволит количественно описать кристаллический рисунок. С этой целью проводят измерение длины и ширины ветвей кристалла, определяют угол его ветвления, рассчитывают расстояние между кристаллами, а также ширину зон фации [4]. Перспективным направлением саливадиагностики является разработка компьютерных программ по анализу таких параметров микрокристаллизации, как площадь кристаллов и их фрактальная размерность [9].

Фрактал — это локализуемый в пространстве самоподобный объект, который можно рассортировать на все большее число похожих или тождественных элементов, становящихся все меньше [8]. Человеческий организм полон сложных структур, имеющих фракталоподобную геометрию, следовательно, для количественной оценки данных структур можно использовать фрактальный анализ [8]. Дендритные кристаллы можно отнести к фрактальным структурам. В связи с тем, что границы кристалла имеют сложную конфигурацию, охарактеризовать периметр границ кристалла возможно с помощью фрактальной размерности. Говоря о размерности, чаще всего имеют в виду измерение этой размерности, т. е. с помощью простой формулы можно понять, какая фигура перед нами: это может быть одномерное изображение фигуры, например, линия, круг, любая геометрическая фигура, нарисованная на плоскости; это может быть двухмерное тело, что позволяет рассчитать у фигуры площадь или же добавить третье измерение и посчитать объем. С точки зрения теории фракталов можно выделить следующие подсистемы: множества, описывающие точки, прямую, поверхность и объем.

Так, теоретическая фрактальная размерность множеств, описывающих точки, равна 0; 1 — для множеств, описывающих прямую (множества, имеющие только длину); 2 — для множеств, описывающих поверхность (имеющие длину и ширину); 3 — для множеств, описывающих объем (множества, имеющие длину, ширину и высоту). Иными словами, фрактальная размерность является размером нерегулярных кривых [8].

Таким образом, саливадиагностика с применением компьютерных технологий является актуальным направлением в медицине, позволяющим врачу объективно оценить состояние ротовой жидкости человека на основании количественной характеристики кристаллического рисунка фации.

**Цель работы** — предложить способ количественной характеристики кристаллического строения ротовой жидкости с применением теории фракталов.

## Материалы и методы исследования

Материалом исследования служит высушенная капля ротовой жидкости человека — фация.

Для анализа кристаллов была создана компьютерная программа FracSquare, написанная на высокоуровневом языке программирования Python версии 3.1 и позволяющая получать фрактальную размерность, площадь кристаллов и длины выделенных отрезков [6]. Программа вычисляет в процентном соотношении площадь занимаемого кристалла на изображении. Соответственно, при загрузке снимка в программу на выходе получаем процент занимаемой площади кристалла относительно всего снимка. Алгоритм вычисления площади кристалла основан на математических вычислениях и реализуется с помощью встроенных библиотек cv2 и plt. При получении изображения алгоритм реверсирует цвета на изображении, а затем строит границы исследуемого объекта для вычисления его площади. При вычислении фрактальной размерности необходимо понимать, что она не имеет единиц измерения. При расчете размерности рассматривались две основные размерности: размерность Минковского и размерность Хаусдорфа–Безиковича [5]. Алгоритм получения размерности основывается на размерности Минковского. Размерности Хаусдорфа и Минковского имеют определенные сходства и свои отличия: если в первой размерности для покрытия множества (исследуемого объекта) в метрическом пространстве используются окружности радиусом  $\epsilon$ , то во второй покрытием служат квадраты (ячейки). Отсюда формула размерности Минковского для ограниченного множества принимает вид:

$$D = \lim_{\epsilon \rightarrow 0} \frac{\log(\epsilon)}{\log \frac{1}{\epsilon}} = \lim_{\epsilon \rightarrow 0} \frac{\log N(\epsilon)}{-\log \epsilon}, \quad (1)$$

где  $N(\epsilon)$  — минимальное число множеств диаметра, которыми можно покрыть исходное множество [3].

Идея алгоритма, основанного на размерности Минковского, и состоит в том, чтобы разделить исследуемую область на ячейки. На изображение накладывается сетка, состоящая из ячеек — для того, чтобы подсчитать количество ячеек, содержащих объект исследования. С каждым повтором (итерацией) ячейки уменьшаются в размерах. Как только первая итерация заканчивается, количество ячеек, соответственно, удваивается, тем самым уменьшая их размеры вдвое, и проводится следующая итерация. То, что измеряется, — это количество ячеек, необходимых для покрытия объекта, в зависимости от его размера. Эта зависимость между количеством ячеек и размером ячейки отображается на логарифмически-логарифмическом графике в виде точек. Затем проводится аппроксимация данных, и получается прямая, наклон которой принимается за фрактальную размерность.

Обработанное изображение разбивается на ячейки заданного масштаба и подсчитываются те, в которые попали части изображения, по формуле (1).

Другими словами, можно сказать, что у нас есть уравнение прямой:

$$y = mx + c_1$$

где  $y = \log N(\epsilon)$ ,  $x = \log (\frac{1}{\epsilon})$  и  $m = D$ .

Таким образом, чтобы найти фрактальную размерность, необходимо найти линейную регрессию  $\log N(\epsilon)$  относительно  $\log (\frac{1}{\epsilon})$ , а угловым коэффициентом и будет искомой цифрой фрактальной размерности.

Для выделения линий на изображении необходимо зафиксировать две точки, между которыми автоматически проявляется линия и ее длина. Точки в линиях выступают координатами, через которые вычисляются длины треугольника (по классической теореме Пифагора). Для выполнения математических операций, в данном алгоритме используется библиотека math и функция hypot(), которая возвращает евклидово число, то есть корень из квадратов аргументов (длина вектора от координат до точки (x, y)).

### Результаты исследования и их обсуждение

Для оценки фрактальной размерности и площади кристаллов была разработана программа FracSquare в рамках сотрудничества Омского государственного медицинского университета и Омского государственного технического университета. FracSquare можно использовать в области стоматологии для оценки кристаллического строения ротовой жидкости человека с использованием теории фракталов. Функциональные возможности программы позволяют отобразить снимок в окне интерфейса программы, вычислить фрактальную размерность, площадь кристаллов на снимке, а также измерить длину осей кристалла. Программа позволяет загружать и проводить вычисления изображений таких распространенных форматов, как .jpeg, .png, .tif.

Коллектив авторов при проведении пробного тестирования программы установил, что расчет фрактальной размерности и площади кристаллов на фотографии фации является неточным показателем ввиду большого массива кристаллических структур. В связи с этим, авторы считают целесообразным определение кристалла-представителя. Подбор данного кристалла производится посредством определения медианы. Для этого требуется измерение длины главных осей кристаллов, входящих в поле зрения фотографии фации, а затем вычисление медианы. Напомним, что медиана — это срединное значение набора чисел. Кристалл со срединным значением и будет кристаллом, обладающим самой типичной длиной главной оси, то есть типичным кристаллом-представителем. После того, как кристалл-представитель определен, его можно вырезать (например, в фоторедакторе Photoshop) и, используя разработанную программу FracSquare, провести компьютерную морфометрию, получив данные по таким параметрам, как фрактальная размерность и площадь.

Приведем пример расчета площади и фрактальной размерности кристаллов с применением программы FracSquare. На рисунках 1 и 2 изображены кристаллы ротовой жидкости человека с подсчитанной площадью и фрактальной размерностью. Просматривая рисунки, можно отметить, что кристаллы похожи по строению, однако детальный визуальный анализ позволяет выявить такие различия, как частичное отсутствие у второго кристалла осей первого порядка. Тем не менее, такая оценка является качественной и субъективной. Иначе дело обстоит, если врач оперирует цифровыми значениями, анализ которых позволяет объективно оценить кристаллы. Кроме того, числовые данные



Рис. 1. Кристалл ротовой жидкости человека: фрактальная размерность 1,61; площадь 5,47 %

Fig. 1. Crystal of human oral fluid. Fractal dimension 1.61; Area 5.47%



Рис. 2. Кристалл ротовой жидкости человека: фрактальная размерность 1,58; площадь 3,13%

Fig. 2. Crystal of human oral fluid. Fractal dimension 1.58 Area 3.13%

помогают врачу подтвердить или опровергнуть свою субъективную оценку. В данном случае, расчет фрактальной размерности и площади с применением программы FracSquare двух кристаллов показал различия между ними: площадь и фрактальная размерность кристалла на рисунке 1 больше, чем у кристалла на рисунке 2. Кристалл на рисунке 1 имеет более разветвленную структуру, что говорит об устойчивом энергетическом состоянии ротовой жидкости. В целом, можно утверждать, что уменьшение главной оси дендритов, количества осей первого и второго порядка свидетельствует об уменьшении групп симметрии, что позволяет сделать вывод о деструктурировании (разрушении) кристаллической системы ротовой жидкости [7].

## Выводы

Долгое время врачи и исследователи описывали фацию слюны, основываясь именно на качественной оценке микрокристаллограмм ротовой жидкости. Безусловно, эта методика имеет право на существование, однако ее слабой стороной является субъективность. Компьютерная программа FracSquare предоставляет количественную характеристику кристаллического рисунка фации ротовой жидкости человека. Вычисление таких параметров, как площадь и фрактальная размерность кристаллов характеризует фактическое энергетическое состояние ротовой жидкости. Используя разработанную компьютерную программу, оператор получает точные цифровые значения, на основании которых может объективно оценить кристаллический рисунок фации слюны человека с целью выявления патологических процессов, протекающих в организме, индикатором которых является ротовая жидкость.

## Литература/References

1. Yangyang Cui, Mengying Yang, Jia Zhu et al. Developments in diagnostic applications of saliva in human organ diseases // *Medicine in Novel Technology and Devices*. – 2022;13(100115):1-11. <https://doi.org/10.1016/j.medntd.2022.100115>
2. Chochanon Moonla, Don Hui Lee, Dinesh Rokaya et al. Review - Lab-in-a-Mouth and Advanced Point-of-Care Sensing Systems: Detecting Bioinformation from the Oral Cavity and Saliva // *ECS Sensors Plus*. – 2022;1(021603):1-22. <https://iopscience.iop.org/article/10.1149/2754-2726/ac7533/pdf>
3. wikipedia.org. Фрактальная размерность. [wikipedia.org. Fractal dimension: website. (In Russ.)]. [https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A4%D1%80%D0%B0%D0%BA%D1%82%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%B0%D1%8F\\_%D1%80%D0%B0%D0%B7%D0%BC%D0%B5%D1%80%D0%BD%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%8C](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A4%D1%80%D0%B0%D0%BA%D1%82%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%B0%D1%8F_%D1%80%D0%B0%D0%B7%D0%BC%D0%B5%D1%80%D0%BD%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%8C)
4. Доменюк Д.А., Ведешина Э.Г., Дмитриенко С.В., Калашникова С.А. Качественная и количественная оценка кристаллографии ротовой жидкости в норме и при зубочелюстной патологии. *Кубанский научный медицинский вестник*. 2016;5(160):38-47. [D.A. Domenyuk, E.G. Vedeshina, S.V. Dmitrienko, S.A. Kalashnikova. Qualitative and quantitative assessment of crystallography of oral fluid in normal conditions and in cases of dental pathology. *Kuban Scientific Medical Bulletin*. 2016;5(160):38-47. (In Russ.)]. <https://ksma.elpub.ru/jour/article/view/587/588>
5. Кроновер Р.М. Фракталы и хаос в динамических системах. Основы теории. Учебное пособие. Москва : Постмаркет. 2000:352. [R.M. Kronover. *Fractals and chaos in dynamic systems. Fundamentals of theory*. Textbook. Moscow : Postmarket. 2000:352. (In Russ.)]. <https://b.twirpx.link/file/1352684/>
6. Симонян Л.А., Ломиашвили Л. М., Седельников В. В. и др. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2023617436. Российская Федерация. № 2023615150 : заявл. 21.03.2023 : опубл. 10.04.2023. Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Омский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации. [L.A. Simonyan, L.M. Lomiashvili, V.V. Sedelnikov et al. Certificate of state registration of a computer program No. 2023617436. Russian Federation. No. 2023615150 : app. 03/21/2023: publ. 04/10/2023. Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Omsk State Medical University» of the Ministry of Health of the Russian Federation. (In Russ.)]. <https://elibrary.ru/item.asp?id=52295646>
7. Седельников В.В. Закономерности влияния ультрадисперсных порошков на физико-механические свойства фосфатно-силикатных связующих и литых заготовок : дисс. ... кандидат технических наук. Новокузнецк, 2006:186. [V.V. Sedelnikov. *Patterns of the influence of ultrafine powders on the physical and mechanical properties of phosphate-silicate binders and cast blanks : diss. ... candidate of technical sciences*. Novokuznetsk, 2006:186. (In Russ.)]. <https://elibrary.ru/item.asp?id=15910187>
8. Черкасова М.С. Применение фракталов в медицине / М. С. Черкасова. – Текст : непосредственный // *Молодой ученый*. – 2019. – № 8 (246). – С. 175-177. – URL: <https://moluch.ru/archive/246/56636/> (дата обращения: 28.02.2024). [Cherkasova, M. S. Application of fractals in medicine / M. S. Cherkasova. – Text: direct // *Young scientist*. – 2019. – No. 8 (246). – pp. 175-177. – URL: <https://moluch.ru/archive/246/56636/> (access date: 02/28/2024) (In Russ.)]
9. Чиканова Е.С., Федосеев В.Б., Голованова О.А. Использование фрактальной размерности при описании структур высушающих капель. *Вестник Омского университета*. 2015;3(77):62-67. [E.S. Chikanova, V.B. Fedoseev, O.A. Golovanova. The use of fractal dimension in describing the structures of drying drops. *Bulletin of Omsk University*. 2015;3(77):62-67. (In Russ.)]. <https://cyberleninka.ru/article/n/ispolzovanie-fraktalnoy-razmernosti-pri-opisanii-struktur-vysyhayuschih-kapel>
10. Чуракова Ю.А., Антонова А.А. Микрокристаллография как стандартный метод оценки состояния слюны. *Тихоокеанский медицинский журнал*. 2020;2(80):79-81. [Yu.A. Churakova, A.A. Antonova. Microcrystallography as a standard method for assessing the condition of saliva. *Pacific Medical Journal*. 2020;2(80):79-81. (In Russ.)]. DOI 10.34215/1609-1175-2020-2-79-81.
11. Шабалин В.Н., Шатохина С.Н. Морфология биологических жидкостей человека. Москва. 2001:303. [V.N. Shabalin, S.N. Shatokhina. *Morphology of human biological fluids*. Moscow. 2001:303. (In Russ.)]. <https://elibrary.ru/item.asp?id=21943409>

DOI: 10.18481/2077-7566-2024-20-1-85-91

УДК: 616.31

## ВЛИЯНИЕ ВНУТРИКОРОНКОВОГО ОТБЕЛИВАНИЯ НА МИКРОТВЕРДОСТЬ ДЕНТИНА: КЛИНИЧЕСКИЙ СЛУЧАЙ С ОБЗОРОМ ЛИТЕРАТУРЫ

Таптун Ю. А.<sup>1</sup>, Макеева М. К.<sup>1,2</sup>, Шарганова В. Д.<sup>1</sup>, Наджафиделшад Сана<sup>1</sup>, Корзун А. Л.<sup>1</sup>, Мартынова С. В.<sup>1</sup>, Карнаева А. С.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы, г. Москва, Россия

<sup>2</sup> Первый Московский государственный медицинский университет им. И. М. Сеченова (Сеченовский Университет), г. Москва, Россия

### Аннотация

**Цель.** Анализ литературных источников о влиянии внутрикоронкового отбеливания на микротвердость дентина, а также демонстрация клинического случая успешной коррекции дисколорита, вызванного эндодонтическим герметиком, методом внутрикоронкового отбеливания с годовым сроком наблюдения.

**Материалы и методы.** Поиск литературных источников проводили в базах данных PubMed, Google Scholar, КиберЛенинка 24 сентября 2023 года по ключевым словам. Для анализа отбирались статьи на английском и русском языках. Критерии включения: оригинальные статьи в периодических журналах, *in vitro* и *in situ* исследования, исследования на удаленных зубах человека, исследования, в которых проводили оценку микротвердости дентина. В результате поиска в базе PubMed было найдено 11 источников, в научной электронной библиотеке eLibrary — 171, в базе КиберЛенинка — 2. После исключения дублирования и оценки на предмет критериев включения / не включения осталось 7 литературных источников.

Представленный клинический случай демонстрирует успешную коррекцию дисколорита, вызванного эндодонтическим герметиком, с помощью внутрикоронкового отбеливания гелем 35% перекиси водорода.

**Результаты.** При анализе литературы в лабораторных исследованиях выявлены различные условия, позволяющие снизить негативное влияние отбеливающего агента на ткань дентина, а именно активация ультрафиолетовой лампой, добавление красителя, обработка фторлаком после отбеливания.

В клиническом случае желаемый оттенок был получен за три процедуры отбеливания, затем существующая дефектная реставрация была заменена на новую, подходящую по цвету. В течение года наблюдения возврата цвета не произошло, эстетический результат был оценен как стабильный, пациентка высказала высокую удовлетворенность полученным результатом.

**Заключение.** Процедура внутрикоронкового отбеливания может оказывать на микротвердость дентина негативное влияние различной степени выраженности. Выявление подходов, уменьшающих это влияние, является перспективным направлением для будущих исследований. Клинический случай демонстрирует, что внутрикоронковое отбеливание позволяет получить приемлемый эстетический результат и высокую удовлетворенность пациента.

**Ключевые слова:** внутрикоронковое отбеливание, микротвердость дентина, вертикальная трещина корня, биомеханические свойства дентина, эндодонтический герметик

Авторы заявили об отсутствии конфликта интересов.

Юлия Александровна ТАПТУН ORCID ID 0000-0002-0733-2687

ассистент кафедры терапевтической стоматологии Медицинского института РУДН им. Патриса Лумумбы, г. Москва, Россия  
taptun\_yua@pfur.ru

Мария Константиновна МАКЕЕВА ORCID ID 0000-0002-4230-629X

к.м.н., доцент, доцент кафедры терапевтической стоматологии Медицинского института РУДН им. Патриса Лумумбы,  
ассистент кафедры терапевтической стоматологии Сеченовского Университета, г. Москва, Россия  
makeeva-mk@rudn.ru

Виктория Дмитриевна ШАРГАНОВА ORCID ID 0009-0001-1004-8898

аспирант кафедры терапевтической стоматологии Медицинского института РУДН им. Патриса Лумумбы, г. Москва, Россия  
1042210222@pfur.ru

Сана НАДЖАФИДЕЛШАД ORCID ID 0009-0005-4619-575X

ординатор кафедры ортопедической стоматологии Медицинского института РУДН им. Патриса Лумумбы, г. Москва, Россия  
1032215466@pfur.ru

Алена Леонидовна КОРЗУН ORCID ID 0009-0005-1591-8599

аспирант кафедры терапевтической стоматологии Медицинского института РУДН им. Патриса Лумумбы, г. Москва, Россия  
1142220317@pfur.ru

Светлана Васильевна МАРТЫНОВА ORCID ID 0000-0002-8393-9819

ассистент кафедры терапевтической стоматологии Медицинского института РУДН им. Патриса Лумумбы, г. Москва, Россия  
rodkoraeva\_sv@pfur.ru

Амина Сабировна КАРНАЕВА ORCID ID 0000-0002-2239-5117

к.м.н., доцент кафедры терапевтической стоматологии Медицинского института РУДН им. Патриса Лумумбы, г. Москва, Россия  
karnaeva-as@rudn.ru

Адрес для переписки: Юлия Александровна ТАПТУН

117198, г. Москва, ул. Миклухо-Маклая, д. 10, корп. 2

+7(993)-619-02-93

taptun\_yua@pfur.ru

### Образец цитирования:

Таптун Ю. А., Макеева М. К., Шарганова В. Д., Наджафиделшад Сана, Корзун А. Л., Мартынова С. В., Карнаева А. С.

ВЛИЯНИЕ ВНУТРИКОРОНКОВОГО ОТБЕЛИВАНИЯ НА МИКРОТВЕРДОСТЬ ДЕНТИНА:

КЛИНИЧЕСКИЙ СЛУЧАЙ С ОБЗОРОМ ЛИТЕРАТУРЫ. Проблемы стоматологии. 2024; 1: 85-91.

© Таптун Ю. А. и др., 2024

DOI: 10.18481/2077-7566-2024-20-1-85-91

Поступила 20.11.2023. Принята к печати 13.02.2024

DOI: 10.18481/2077-7566-2024-20-1-85-91

## THE EFFECT OF INTRACORONAL BLEACHING ON THE MICROHARDNESS OF DENTIN: A CLINICAL CASE WITH A LITERATURE REVIEW

Taptun Yu.A.<sup>1</sup>, Makeeva M.K.<sup>1,2</sup>, Sharganova V.D.<sup>1</sup>, Najafidelshad S.<sup>1</sup>, Martynova S.V.<sup>1</sup>, Karnaeva A.S.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Peoples' Friendship University of Russia named after Patrice Lumumba, Moscow, Russia

<sup>2</sup> I.M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University), Moscow, Russia

### Annotation

**Aim.** Analysis of literature sources about the effect of intracoronaral bleaching on the microhardness of dentin, as well as demonstration of a clinical case of successful correction of tooth discoloration caused by endodontic sealant using the method of intracoronaral bleaching with a one-year follow-up period.

**Materials and methods.** A search of literature sources was carried out in the PubMed, Google Scholar, CyberLeninka databases on September 24, 2023 using keywords. Articles in English and Russian were selected for analysis. Inclusion criteria: original articles, *in vitro* and *in situ* studies, studies on extracted human teeth, studies that assessed dentin microhardness. As a result of the search, 11 sources were found in the PubMed database, 171 in the scientific electronic library eLibrary, and 2 in the CyberLeninka database. After eliminating duplication and assessing the inclusion/non-inclusion criteria, 7 literary sources remained.

The presented clinical case demonstrates the successful correction of discoloration caused by endodontic sealant using intracoronaral bleaching with 35% hydrogen peroxide gel.

**Results.** When analyzing the literature, laboratory studies revealed various conditions that make it possible to reduce the negative effect of the bleaching agent on dentin tissue, namely activation with an ultraviolet lamp, addition of a dye, and treatment with fluoride varnish after bleaching.

In the clinical case, the desired shade was achieved in three bleaching procedures, then the existing defective restoration was replaced with a new shade-matching one. During the year of observation, there was no return of color, the aesthetic result was assessed as stable, the patient expressed high satisfaction with the result obtained.

**Conclusion.** The intracoronaral bleaching procedure can have a negative effect of varying severity on dentin microhardness. Identifying approaches that reduce this impact is a promising direction for future research. The clinical case demonstrates that intracoronaral bleaching provides acceptable esthetic results and high patient satisfaction.

**Keywords:** internal bleaching, dentine microhardness, vertical root fracture, biomechanical properties of dentin, endodontic sealer

The authors declare no conflict of interest.

**Yulia A. TAPTUN** ORCID ID 0000-0002-0733-2687

Assistant, Conservative Dentistry Department, Peoples' Friendship University of Russia named after Patrice Lumumba, Moscow, Russia  
taptun\_yua@pfur.ru

**Maria K. MAKEEVA** ORCID ID 0000-0002-4230-629X

PhD in Medical sciences, Associate Professor, Associate Professor of Conservative Dentistry Department, Peoples' Friendship University of Russia named after Patrice Lumumba; Assistant of Therapeutic Dentistry Department, Sechenov University, Moscow, Russia  
makeeva-mk@rudn.ru

**Viktoriya D. SHARGANOVA** ORCID ID 0009-0001-1004-8898

Postgraduate of Conservative Dentistry Department, Peoples' Friendship University of Russia named after Patrice Lumumba, Moscow, Russia  
1042210222@pfur.ru

**Sana NAJAFIDELSHAD** ORCID ID 0009-0005-4619-575X

Resident of Prosthetic Dentistry Department, Peoples' Friendship University of Russia named after Patrice Lumumba, Moscow, Russia  
1032215466@pfur.ru

**Svetlana V. MARTYNOVA** ORCID 0000-0002-8393-9819

Assistant of Conservative Dentistry Department, Peoples' Friendship University of Russia named after Patrice Lumumba, Moscow, Russia  
podkopaeva\_sv@pfur.ru

**Amina S. KARNAEVA** ORCID 0000-0002-2239-5117

PhD in Medical sciences, Associate Professor of Conservative Dentistry Department, Peoples' Friendship University of Russia named after Patrice Lumumba, Moscow, Russia  
karnaeva-as@rudn.ru

**Correspondence address: Yulia A. TAPTUN**

117198, Moscow, Miklukho-Maklaya str. 10 k. 2  
+7(993)6190293  
taptun\_yua@rudn.ru

### For citation:

Taptun Yu.A., Makeeva M.K., Sharganova V.D., Najafidelshad S., Martynova S.V., Karnaeva A.S.  
THE EFFECT OF INTRACORONAL BLEACHING ON THE MICROHARDNESS OF DENTIN: A CLINICAL CASE  
WITH A LITERATURE REVIEW. *Actual problems in dentistry*. 2024; 1: 85-91. (In Russ.)

© Taptun Yu.A. et al., 2024

DOI: 10.18481/2077-7566-2024-20-1-85-91

Received 20.11.2023. Accepted 13.02.2024

## Введение

Отбеливание зубов является востребованной процедурой в современной стоматологии [1, 2]. Отбеливание проводят с целью коррекции дисколоритов как витальных, так и девитальных зубов после эндодонтического лечения. Несмотря на значительное разнообразие систем и их непрерывное совершенствование, у этой процедуры существует ряд недостатков, одним из которых является воздействие на такие характеристики твердых тканей зуба, как количество минерального компонента, шероховатость поверхности, микротвердость, которые значительно влияют на способность выдерживать жевательную нагрузку и другие воздействия среды полости рта [3]. Множество источников посвящено влиянию отбеливания на эмаль зуба [4–7], однако при внутрикоронковом отбеливании значительный интерес представляет влияние отбеливающего агента на дентин зуба.

Целью данной работы стал анализ литературных источников на эту тему, а также демонстрация клинического случая успешной коррекции дисколорита, вызванного эндодонтическим герметиком, методом внутрикоронкового отбеливания с годовым сроком наблюдения.

## Материалы и методы

Обзор литературы, а также представленный клинический случай являются частью научной работы, одобренной Комитетом по этике Российского университета дружбы народов протоколом № 12 от 17 ноября 2022 г., а также протоколом № 7 от 21 апреля 2022 г.

Поиск литературных источников, использованных для обзорной части статьи, проводили в базах данных PubMed, Google Scholar, КиберЛенинка 24 сентября 2023 года с использованием следующих запросов: для англоязычных источников — (intracoronary bleaching) OR (nonvital bleaching) OR (internal bleaching) AND (microhardness), для русскоязычных источников — (внутрикоронковое отбеливание) или (внутреннее отбеливание) и (микротвердость). Поиск указанных

словосочетаний производился в названиях, в резюме, а также среди ключевых слов публикаций. Для анализа отбирались статьи на английском и русском языках. После исключения дублирований оставшиеся публикации проанализировали на предмет соответствия критериям включения / не включения.

*Критерии включения:* оригинальные статьи в периодических журналах, *in vitro* и *in situ* исследования, исследования на удаленных зубах человека, исследования, в которых проводили оценку микротвердости дентина.

*Критерии не включения:* тезисы и статьи в сборниках конференций, книги, учебная литература, исследования с применением зубов животных, реставрированных зубов, исследования, в которых оценку микротвердости проводили только для эмали, а также публикации, для которых информация резюме не была достаточной для оценки соответствия критериям включения, а полный текст отсутствовал в базе/на сайте журнала.

## Результаты

В результате поиска по указанным ключевым словам в базе PubMed было найдено 11 источников, в научной электронной библиотеке eLibrary — 171, в базе КиберЛенинка — 2. После исключения дублирования и оценки на предмет критериев включения / не включения осталось 7 литературных источников (таблица).

## Клинический случай

Пациентка Н., 32 лет обратилась с жалобой на потемнение зуба. Около семи лет назад пациентке было проведено эндодонтическое лечение, после чего зуб изменился в цвете. В план лечения включили повторное эндодонтическое лечение, внутрикоронковое отбеливание, инструктаж по гигиене полости рта. Пациентка была проинформирована об особенностях всех планируемых процедур и подписала информированное согласие.

При осмотре выявлено, что зуб 1.1 окрашен в серо-коричневый цвет, имеется композитная реставрация по III классу по Блэку с прокрашиванием края (рис. 1А).

На прицельной рентгенограмме корневой канал obturated на всю длину, периапикальных изменений нет (рис. 1В).

Повторное эндодонтическое лечение проводили в два посещения. Оно включало механическую обработку вращающимися никель-титановыми инструментами, медикаментозную обработку (гипохлорит натрия 3% («Белодез», Владивосток, Россия) ЭДТА 17% («Эдеталь жидкость» Омега-Дент, Россия), медикаментозную обработку проводили с применением аппарата EndoActivator, obturation проводили методом латеральной конденсации с применением гуттаперчевых штифтов и биоинертного герметика, не окрашивающего ткани зуба («ADSEAL», META BIOMED CO., LTD., Корея). Внутрикоронковое отбеливание проведено с помощью отбеливающего геля с 35% перекисью



Рис. 1. Пациентка Н., 32 года. Зуб № 1.1, (А) зуб окрашен в светло-коричневый цвет, композитная реставрация III класса по Блэку с прокрашиванием края, (В) прицельный рентгеновский снимок зуба 1.1

Fig. 1. Patient N., 32 years old. Tooth No. 1.1, (A) the tooth is painted light brown, Black class III composite restoration with edge staining. (B) Targeted X-ray of the tooth 1.1

Публикации, включенные в анализ литературы согласно критериям отбора  
Table. Publications included in the literature analysis according to the selection criteria

Год	Кол-во публ-ий	Авторы	Название публикации	Заключение
2023	1	de Almeida ENM и соавт.[8]	Влияние внутрикоронкового отбеливания зубов с применением фотоактивации ультрафиолетовым светом и без нее, на цвет и микротвердость	Перекись водорода в концентрации 35%, фотоактивированная с помощью ультрафиолетовой светодиодной лампы, эффективно отбеливала эндодонтически леченные зубы. Однако это воздействие имело негативное влияние на показатель микротвердости дентина, но не настолько выраженное по сравнению с изолированным применением 35% перекиси водорода, после обработки которой выявили наибольшее снижение микротвердости дентина.
2017	2	Galloza M.O. и соавт.[9]	Влияние соотношения красителя и отбеливающего геля на устойчивость к переломам и микротвердость дентина эндодонтически леченных зубов	Добавление пигмента «красный кармин» в отбеливающий агент ускоряет химическую реакцию отбеливания. Отбеливающий гель в сочетании с указанным пигментом в соотношении 1:1 вызывал значительное снижение устойчивости зуба к переломам по сравнению с другими протоколами.
		Григорьев С.С. и соавт.[10]	Оценка влияния отбеливающей внутрикоронковой системы на физико-химические свойства дентина	На основании данных анализа ЭДС (эмалево-дентинного соединения) установлено, что в дентине образцов, подвергшихся процедуре отбеливания, содержание кальция и фосфора уменьшилось в 1,22 раза относительно группы сравнения. Уменьшение содержания кальция без уменьшения микротвердости твердых тканей свидетельствует о растворении кальциатов под действием активных пероксидных соединений.
2011	1	Barros-Matoso F. и соавт.[11]	Микротвердость внутрикоронкового дентина после обработки отбеливающим агентом и фторлаком	Отбеливание с помощью 38% перекиси водорода, как с применением фотоактивации, так и без нее, уменьшает поверхностную микротвердость внутрикоронкового дентина, активированное светом. Образцы, обработанные после отбеливания 5% фторлаком, показывали поверхностную микротвердость, не отличающуюся от этого показателя у зубов, не подвергавшихся отбеливанию.
2007	1	de Oliveira D.P. и соавт.[12]	Влияние внутрикоронковых отбеливающих агентов на микротвердость дентина	В исследовании проводили оценку влияния 2% геля хлоргексидина на показатель микротвердости дентина при добавлении указанного геля к отбеливающему агенту (перборату натрия), внесенному в полость зуба для отбеливания. Наибольшее снижение микротвердости наблюдалось в группе зубов, для отбеливания которых применяли перборат натрия + 30% раствор перекиси водорода. Не наблюдалось различий между группами зубов, в полость которых вносили перборат натрия с водой, и перборат натрия с 2% гелем хлоргексидина. Исследование показало, что 2% гель хлоргексидина не оказывал отрицательного влияния на микротвердость дентина в сочетании с тестируемым отбеливающим средством и его можно рассматривать как носитель с антибактериальным эффектом для отбеливающего агента при внутрикоронковом отбеливании.
2004	1	Chng H.K. и соавт. [13]	Влияние перекиси водорода и пербората натрия на биомеханические свойства дентина зубов человека	Результаты показали, что обработка 35% гелем перекиси водорода, 30% раствором перекиси водорода и 35% гелем перекиси карбамида в незначительной степени снижала микротвердость наружного слоя дентина, в то время как обработка перборатом натрия, смешанным с водой, и перборатом натрия, смешанным с 30% раствором перекиси водорода, значительно не изменяла микротвердость дентина.
2003	1	Lai Y.L., Yang M.L., Lee S.Y. [14]	Микротвердость и изменение цвета дентина зубов человека после повторяющегося внутрикоронкового отбеливания	Термокаталитическое отбеливание значительно снизило твердость дентина до половины его первоначального значения после четырех циклов обработки, в то время как применение нескольких этапов внутрикоронкового отбеливания либо комбинированного метода значительно не повлияло на микротвердость дентина.

водорода Opalescence Endo (Ultradent Products, Inc., США) (рис. 2).

Гель внесли в полость зуба и закрыли временным пломбировочным материалом. Замену геля проводили через каждые пять дней трижды, после чего был достигнут желаемый результат. Замену ранее существующей реставрации провели с помощью



Рис. 2. Отбеливающий гель с 35% перекисью водорода Opalescence Endo (Ultradent Products, Inc., США)  
Fig. 2. Opalescence Endo whitening gel with 35% hydrogen peroxide (Ultradent Products, Inc., USA)



Рис. 3. Пациентка Н., 32 года.  
Зуб № 1.1. Вид до замены реставрации, демонстрация прокрашивания края  
Fig. 3. Patient N., 32 years old.  
Tooth No. 1.1. View 1 week after laying the whitening gel, demonstration of staining the edge of the seal



а



б



в



г

Рис. 5. (А) Вид через 1 неделю после начала отбеливания;  
(Б) вид через 2 недели после начала отбеливания;  
(В) вид через 1 месяц; (Г) вид спустя 1 год  
Fig. 5. (A) View 1 week after the beginning of intracoronary bleaching; (B) — view 2 weeks after the beginning of intracoronary bleaching; (C) — view 1 month after the beginning of intracoronary bleaching; (D) — view 1 year follow-up

композиата Estelite Sigma (Tokoyama Dental, Япония) (рис. 3).

Пациентка прошла инструктаж по гигиене полости рта, также ей были рекомендованы ежегодные профилактические осмотры. Динамика изменения цвета представлена на рисунке 5 (А–Г).

### Обсуждение результатов

Вопрос микротвердости дентина имеет наибольшее значение при процедуре внутрикоронкового отбеливания девитальных зубов, так как именно при этой процедуре отбеливающий препарат находится в непосредственном контакте с тканью дентина. По результатам анализа литературных источников можно заключить, что исследования, посвященные влиянию отбеливающих препаратов на микротвердость дентина, значительно менее распространены по сравнению с исследованиями, посвященными исследованию этого параметра для эмали. Это может быть связано с более широкой распространенностью процедуры отбеливания витальных зубов, когда отбеливающий агент накладывается непосредственно на поверхность эмали, по сравнению с процедурой отбеливания девитальных зубов. По наблюдениям врачей в 2023 году, пациенты обращаются с жалобами на дисколорит зубов в 33,3–38,9%; вместе с тем, 61,1% опрошенных специалистов отмечают, что при наличии дисколорита пациенты, как правило, хотя бы пытаются провести его коррекцию методом отбеливания [15].

Внутрикоронковое отбеливание является относительно менее инвазивной процедурой коррекции дисколорита единичного девитального зуба по сравнению с ортопедическими методами, а в ряде случаев и менее дорогостоящей методикой, поэтому методика не теряет актуальности. В работе Меленберг Т. В. и соавт. (2021) [16] проведен анализ частоты применения различных способов устранения дисколоритов зубов методом анкетирования 50 врачей-стоматологов с сентября по ноябрь 2020 года. Получили, что из 67 пациентов, обратившихся с жалобой на дисколорит зубов, внутрикоронковое отбеливание с последующей прямой реставрацией было проведено у 20 человек (30%).

Известно, что девитальные зубы являются более хрупкими и склонными к переломам по сравнению с витальными зубами по следующим причинам: обширная потеря тканей из-за кариеса и препаратов для эндодонтического доступа, потеря содержания влаги и, следовательно, снижение гибкости, ослабление структуры зуба из-за использования эндодонтических химикатов (гидрохлорид кальция, гипохлорит натрия, ЭДТА и др.), снижение уровня проприоцепции, которое может привести к неконтролируемым окклюзионным усилиям [17]. По данным проанализированных литературных источников, при проведении внутрикоронкового отбеливания остав-

шийся дентин подвергается негативному воздействию разной степени выраженности, что в сочетании с указанными выше факторами может внести вклад в ослабление оставшегося дентина и уменьшение прочности зуба.

В лабораторных исследованиях выявлены различные условия, позволяющие снизить негативное влияние отбеливающего агента на ткань дентина, а именно активация ультрафиолетовой лампой [8], добавление красителя [9]. Но не все выявленные в лаборатории условия можно однозначно с успехом применить на практике. Например, было выявлено, что обработка поверхности дентина после отбеливания фторлаком [11] обеспечивает показатель микротвердости, не отличающийся от такового у образцов, не подвергавшихся отбеливанию. Однако применение этого способа в клинической практике требует ряда уточнений, так как полость доступа после отбеливания чаще всего закрывается с применением адгезивных технологий. В ряде источников стоматологической литературы фигурирует информация о том, что фторид-ион может иметь негативное влияние на показатель адгезии. Впрочем, при тщательном изучении литературы обнаруживается, что не все фторид-содержащие препараты ухудшают показатель адгезии, а есть и такие, которые его улучшают. По данным исследований, влияние фторид-содержащего препарата на адгезию зависит от многих факторов, а именно от вида реставрационного материала [18], от групповой принадлежности зуба [19], от вида фторид-содержащего препарата [20]. В исследовании Patterson T.S. (2023) [21] выявлено, что обработка поверхности эмали фторидом различных концентраций не влияет на силу адгезии универсальной адгезивной системы, тогда как обработка дентина препаратом с концентрацией фторида выше 1000 ppm негативно влияет на адгезию к этой ткани зуба. Таким образом, выявление сочетания фторид-содержащего препарата, адгезивной системы и реставрационного материала, оптимальных для восстановления микротвердости дентина после отбеливания и одновременно не влияющих негативно на показатель адгезии,

является перспективным направлением для будущих исследований.

В представленном клиническом случае удалось добиться хорошего эстетического результата в результате процедуры внутрикоронкового отбеливания, проведенного в три посещения. Пациентка осталась довольна результатом и отказалась от альтернативных вариантов коррекции дисколорита, что согласуется с данными литературы. Так, в работе Gupta K.K. и Saxena P. (2014) выяснено, что 87,8% испытуемых были высоко удовлетворены результатами процедуры внутрикоронкового отбеливания; 7,32% были удовлетворены, и только 4,9% пациентов не были удовлетворены. Среднее количество посещений, необходимых для группы с высокой степенью удовлетворенности, составило 2,75 [22]. На годовом осмотре результат цветокоррекции был стабильным, в литературе представлен ряд публикаций с аналогичным периодом стабильности цвета [22, 23] и даже более продолжительным периодом — до трех лет. [24, 25]. Эти данные позволяют рассчитывать на дальнейшую стабильность цвета, однако пациентка предупреждена о необходимости поддержания адекватной гигиены полости рта, регулярных осмотров, а также имеет представление об альтернативных вариантах лечения в случае возврата цвета.

### Заключение

На основании анализа литературы можно заключить, что процедура внутрикоронкового отбеливания может оказывать на микротвердость дентина негативное влияние различной степени выраженности. Выявление подходов, уменьшающих это негативное влияние, является перспективным направлением для будущих исследований. Представленный клинический случай демонстрирует, что процедура внутрикоронкового отбеливания позволяет получить приемлемый эстетический результат и высокую удовлетворенность пациента. Сочетание малой инвазивности, эстетического результата и приемлемой стоимости делает внутрикоронковое отбеливание привлекательным в глазах пациентов.

### Литература/References

1. Zanolla J., Marques A., da Costa D.C., de Souza A.S., Coutinho M. Influence of tooth bleaching on dental enamel microhardness: a systematic review and meta-analysis // Aust Dent J. – 2017;62(3):276-282. doi: 10.1111/adj
2. Никольский В.О., Успенская О.А., Ганичева О.В., Александров А.А. Структурные изменения твердых тканей зубов, возникающие при отбеливании. Проблемы стоматологии. 2017;13(2):29-32. [V.O. Nikolsky, O.A. Uspenskaya, O.V. Ganicheva, A.A. Aleksandrov. Structural changes in hard dental tissues that occur during bleaching. Actual problems in dentistry. 2017;13(2):29-32. (In Russ.)]. DOI: 10.18481/2077-7566-2017-13-2-29-32
3. Oskoee P.A., Navimipour E.J., Oskoee S.S., Moosavi N. Effect of 10% sodium ascorbate on bleached bovine enamel surface: morphology and microhardness // Open Dent J. – 2010;4:207-210. DOI: 10.2174/1874210601004010207
4. Pimentel de Oliveira R., Baia J.C.P., Ribeiro M.E.S., Loretto S.K. The effect of time intervals between bleaching procedures on enamel microhardness and surface roughness // Open Dent J. – 2018;12:555-559. doi: 10.2174/1874210601812010555.
5. Ganicheva O.V., Shevchenko E.A., Uspenskaya O.A. Teeth whitening followed by remineralization therapy: comparative analysis of bleaching systems and remineralizing agents // Modern technologies in medicine. – 2018;10(2):146-150. https://doi. Org/10.17691/stm2018.10.2.17 nmkl
6. Луцкая И.К. Современное состояние проблемы отбеливания зубов. Эстетическая стоматология: практика. Международные обзоры: клиническая практика и здоровье. 2019;1:46-54. [I.K. Lutska. Current state of the problem of teeth whitening. Aesthetic dentistry: practice. International reviews: clinical practice and health. 2019; 1:46-54. (In Russ.)]. https://cyberleninka.ru/article/n/sovremennoe-sostoyanie-problemy-otbelivaniya-zubov
7. Melo M., Fioresta R., Sanz J.L., Pecci-Lloret M.P., Llena C. Effect of highly concentrated bleaching gels on enamel microhardness and superficial morphology, and the recovery action of four remineralizing agents // BMC Oral Health. – 2022;22(1):645. doi: 10.1186/s12903-022-02693-2.

8. de Almeida E.N.M., Costa J.L.S.G., Besegato J.F., Silva A.M., Manzoli T.M., Vitória M.S., de Andrade M.F., Kuga M.C. Effect of non-vital tooth bleaching photoactivated with blue or violet LED on color and microhardness // Photodiagnosis Photodyn Ther. – 2023;42:103561. doi: 10.1016/j.pdpdt.2023.103561.
9. Galloza M.O., Jordão-Basso K.C., Bandeca M.C., Costa S.O., Borges A.H., Tonetto M.R., Tirintan F.C., Keine K.C., Kuga M.C. Effects of the Ratio between Pigment and Bleaching Gel on the Fracture Resistance and Dentin Microhardness of endodontically treated Teeth // J Contemp Dent Pract. – 2017;18(11):1051-1055. doi: 10.5005/jp-journals-10024-2174.
10. Григорьев С.С., Кудинов П.Н., Бисярина Л.И. Оценка влияния отбеливающей внутрикоронковой системы на физико-химические свойства дентина. Здоровье и образование в XXI веке. 2017;76-80. [S.S. Grigoriev, P.N. Kudinov, L.I. Bisyarina. Evaluation of the influence of an intracoronal whitening system on the physicochemical properties of dentin. Health and education in the 21st century. 2017:76-80. (In Russ.)]. <https://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-vliyaniya-otbelivayushey-vnutrikoronkovoy-sistemy-na-fiziko-himicheskie-svoystva-dentina>
11. Barros-Matoso F., de Souza-Gabriel A.E., Furtado-Messias D.C., de Sousa-Neto M.D., Alfredo E. Microhardness of intracoronal dentin exposed to bleaching and fluoride treatment // Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod. –2011;112(5):e1-e5. doi: 10.1016/j.tripleo.2011.04.004.
12. de Oliveira D.P., Teixeira E.C., Ferraz C.C., Teixeira F.B. Effect of intracoronal bleaching agents on dentin microhardness // J Endod. – 2007;33(4):460-462. doi: 10.1016/j.joen.2006.08.008.
13. Chng H.K., Yap A.U., Wattanapayungkul P., Sim C.P. Effect of traditional and alternative intracoronal bleaching agents on microhardness of human dentine // Oral Rehabil. – 2004;31(8):811-816. doi: 10.1111/j.1365-2842.2004.01298.x
14. Lai Y.L., Yang M.L., Lee S.Y. Microhardness and color changes of human dentin with repeated intracoronal bleaching // Oper Dent. – 2003;28(6):786-792. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/14653295/>
15. Князева М.В. Удовлетворенность пациентов результатами отбеливания зубов. Fundamental science and technology. Сборник научных статей по материалам XII Международной научно-практической конференции. Уфа. 2023:72-83. [M.V. Knyazeva. Patient satisfaction with teeth whitening results. Fundamental science and technology. Collection of scientific articles based on the materials of the XII International Scientific and Practical Conference. Ufa. 2023:72-83. (In Russ.)]. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=52988797>
16. Меленберг Т.В., Титова О.Ю., Буров А.И., Левина Н.М., Солodченко Ю.В., Дайронас С.К., Дайронас Э.Г. Способы устранения дисколоритов зубов. Медико-фармацевтический журнал "Пульс". 2021;23(2):53-59. [T.V. Melenberg, O.Yu. Titova, A.I. Burov, N.M. Levina, Yu.V. Solodchenko, S.K. Dayronas, E.G. Dayronas. Methods for eliminating dental discoloration. Medical and pharmaceutical journal "Pulse". 2021;23(2):53-59. (In Russ.)]. <https://cyberleninka.ru/article/n/sposoby-ustraneniya-diskoloritov-zubov>
17. Zarow M., Ramirez-Sebastian A., Paolo ne G., de Ribot PortaGe., Mora J., Espana J., Duran-Sindre F., Roig M. A new classification system for dental restoration with root filling // Int Endod J. – 2018;51(3):318-334. doi: 10.1111/j.12847.
18. Dündar M., Cal E., Gökçe B., Türkün M., Özcan M. Influence of fluoride- or triclosan-based desensitizing agents on adhesion of resin cements to dentin // Clin Oral Investig. – 2010;14(5):579-586. doi: 10.1007/s00784-009-0328-7.
19. Firoozmand L.M., Noleto L.E., Gomes I.A., Bauer J.R., Ferreira M.C. Effect of Fluoride and Simplified Adhesive Systems on the Bond Strength of Primary Molars and Incisors // Braz Dent J. – 2015;26(4):368-373. doi: 10.1590/0103-6440201300160.
20. Ortiz-Ruiz A.J., Martínez-Marco J.F., Pérez-Silva A., Serna-Muñoz C., Cabello I., Banerjee A. Influence of Fluoride Varnish Application on Enamel Adhesion of a Universal Adhesive // J Adhes Dent. – 2021;23(1):47-56. doi: 10.3290/j.jad.b916831.
21. Thomas C.P., Hoda S.I., Bryan W.S., Franklin G.-G. Effect of different fluoride pretreatments on adhesion to enamel and dentin using a universal adhesive // Journal of Adhesion Science and Technology. – 2021. DOI:10.1080/01694243.2023.2275353
22. Gupta K.K., Saxena P. Assessment of patient satisfaction after non-fatal bleaching of injured discolored intact front teeth // Dent Traumatol. – 2014;30(5):396-399. doi: 10.1111/edt.12109.
23. Samorodnitsky-Navekh G.R., Geiger S.B., Levin L. Patients' satisfaction with dental aesthetics // I am a nutritionist, associate professor. – 2007;138(6):805-808. doi: 10.14219/jada.archive.2007.0269.
24. Рябокoнь Е.Н., Стеблянкo Л.В., Баглык Т.В., Третьяк Э.В. Опыт отбеливания девитальных зубов в практической стоматологии. СтоматологИнфо. 2012;2:44-46. [E.N. Ryabokon, L.V. Steblyanko, T.V. Baglyk, E.V. Tretyak. Experience in whitening non-vital teeth in practical dentistry. DentistInfo. 2012;2:44-46. (In Russ.)]. <https://repo.knmu.edu.ua/bitstream/123456789/1404/1/2012%20февраль%20отбеливание.pdf>
25. Нoвaк Н.В., Байтyс Н.А. Коррекция оптических свойств депульпированных зубов. Вестник ВГМУ. 2019;18(1):65-71. [N.V. Novak, N.A. Baytus. Correction of the optical properties of pulpless teeth. VSMU Bulletin. 2019;18(1):65-71. (In Russ.)]. DOI: <https://doi.org/10.22263/2312-4156.2019.1.65>

DOI: 10.18481/2077-7566-2024-20-1-92-100

УДК: 616.31:613. 616.314-084

## ИЗУЧЕНИЕ МАКРО- И МИКРОЭЛЕМЕНТНОГО СОСТАВА РОТОВОЙ ЖИДКОСТИ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОТБЕЛИВАНИЯ ЗУБОВ

Успенская О. А., Никуличева Л. Я.

Приволжский исследовательский медицинский университет, г. Нижний Новгород, Россия

### Аннотация

Эстетическая стоматология — одно из актуальных направлений в стоматологии. Существует много методов, направленных на устранение дисколоритов, в том числе отбеливание зубов. Задачей стоматолога является выбор оптимальной отбеливающей системы. Пациенты, особенно работающие на вредном производстве, тоже заинтересованы в получении белоснежной улыбки. Авторами проведена сравнительная оценка эффективности системы химической активации с 37% концентрацией перекиси водорода (США) с системой химической активации с 35% концентрацией перекиси карбамида (Россия). Выявлены изменения химического состава ротовой жидкости после процедуры профессионального отбеливания.

**Предмет исследования** — химический состав ротовой жидкости.

**Цель** — изучение химического состава ротовой жидкости при проведении процедур отбеливания зубов.

**Методология.** Исследования проводились на базе кафедры терапевтической стоматологии ФГБОУ ВО «ПИМУ» МЗ России, АНО «Центр Биотической Медицины» доктора А.В. Скального (Москва), ГБУ РО «Стоматологическая поликлиника № 1» (Рязань).

В исследовании приняли участие 50 пациентов обоего пола от 23 до 45 лет, являвшихся сотрудниками авиационного ремонтного завода г. Рязани. Пациенты распределены на две группы. Химическое исследование ротовой жидкости выполняли у 50 человек до отбеливания зубов и после — и у 15 человек контрольной группы.

**Результаты.** Определяемые макро- и микроэлементы различались между исследуемыми группами количественным содержанием. Сравнивая полученные данные о концентрации элементов в слюне с результатами работ других исследователей, можно заключить, что наблюдается разброс результатов по литературным данным, возможно, обусловленный различным «микроэлементным» статусом регионов, в которых проживают доноры проб.

**Выводы.** Результаты проведенного исследования показывают, что обе отбеливающие системы оказывают выраженное действие на химический состав ротовой жидкости, при этом система на основе 37% перекиси водорода приводила в большей степени к нормализации уровня химических элементов в ротовой жидкости.

**Ключевые слова:** химический состав ротовой жидкости, ротовая жидкость, отбеливание зубов, эстетическая стоматология, устранение дисколоритов, перекись водорода, перекись карбамида

Авторы заявили об отсутствии конфликта интересов.

**Ольга Александровна УСПЕНСКАЯ** ORCID ID 0000-0003-2395-511X

д.м.н., доцент, зав. кафедрой терапевтической стоматологии Приволжского исследовательского медицинского университета, г. Нижний Новгород, Россия  
uspenskaya.olga2011@yandex.ru

**Лейла Ягуб кызы НИКУЛИЧЕВА** ORCID ID 0009-0007-7697-7714

аспирант кафедры терапевтической стоматологии, Приволжский исследовательский медицинский университет, г. Нижний Новгород, Россия  
leyla.alieva.stomatology@mail.ru

Адрес для переписки: Лейла Ягуб кызы НИКУЛИЧЕВА

390037, г. Рязань, ул. Касимовское шоссе д. 69-56

+7 (951) 1052878

leyla.alieva.stomatology@mail.ru

### Образец цитирования:

Успенская О. А., Никуличева Л. Я.

ИЗУЧЕНИЕ МАКРО- И МИКРОЭЛЕМЕНТНОГО СОСТАВА РОТОВОЙ ЖИДКОСТИ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОТБЕЛИВАНИЯ ЗУБОВ. Проблемы стоматологии. 2024; 1: 92-100.

© Успенская О. А. и др., 2024

DOI: 10.18481/2077-7566-2024-20-1-92-100

Поступила 01.02.2024. Принята к печати 26.02.2024

DOI: 10.18481/2077-7566-2024-20-1-92-100

## STUDY OF THE MACRO- AND MICROELEMENT COMPOSITION OF ORAL FLUID DURING PROFESSIONAL TEETH WHITENING

Uspenskaya O.A., Nikulicheva L.Ya.

*Volga Region Research Medical University, Nizhny Novgorod, Russia*

### Annotation

Aesthetic dentistry is one of the up-to-date trends in dentistry. There are a lot of methods targeted at eliminating discoloration, including teeth whitening. The dentist's task is to choose the optimal whitening system. Patients, especially those who work in hazardous industries, are also interested in getting a snowwhite smile. The authors have conducted a comparative assessment of the effectiveness of a chemical activation system with a 37% concentration of hydrogen peroxide (USA) with a chemical activation system with a 35% concentration of carbamide peroxide (Russia). Changes in the chemical composition of oral fluid were revealed after the professional whitening procedure.

**The subject of the study** is the chemical composition of oral fluid.

**The goal** is to study the chemical composition of oral fluid during teeth whitening procedures.

**Methodology.** The studies were carried out on the basis of the Department of Therapeutic Dentistry of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Privolzhsky Research Medical University" of the Ministry of Health of Russia, Autonomous Non-Profit Organization "Center for Biotic Medicine" of Dr. A.V. Skalny, State budgetary institution of the Ryazan region "Dental Clinic No. 1" (Ryazan).

The study involved 50 patients of both sexes from 23 to 45 years old, who were employees of an aircraft repair plant in Ryazan. Patients were divided into two groups. A chemical study of oral fluid was performed for 50 people before teeth whitening and for 15 people, in the control group, after teeth whitening.

**Results.** Determined macro- and micro elements differed in quantitative content between the studied groups. Comparing the obtained data of the concentration of elements in saliva with the results of the work of other researchers, we can conclude that there is a scattering in the results according to the literature, possibly due to the different "microelement" status of the regions in which the sample donors live.

**Conclusions.** The results of the study demonstrate that both whitening systems have a pronounced effect on the chemical composition of the oral fluid, while the system based on 37% hydrogen peroxide led to a greater degree of normalization of the level of chemical elements in the oral fluid.

**Keywords:** *chemical composition of oral fluid, oral fluid, teeth whitening, aesthetic dentistry, removal of discolorations, hydrogen peroxide, carbamide peroxide*

The authors declare no conflict of interest.

**Olga A. USPENSKAYA** ORCID ID 0000-0003-2395-511X

*Grand PhD in Medical Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Therapeutic Dentistry of the Volga Region Research Medical University, Nizhny Novgorod, Russia*  
*uspenskaya.olga2011@yandex.ru*

**Leila Ya. kzy NIKULICHEVA** ORCID ID 0009-0007-7697-7714

*Postgraduate Student of the Department of Therapeutic Dentistry, Volga Region Research Medical University, Nizhny Novgorod, Russia*  
*leyla.alieva.stomatology@mail.ru*

**Correspondence address: Leila Ya. kzy NIKULICHEVA**

*Ryazan, Kasimovskoe shosse str. 69-56, index 390037*

*+7 (951) 1052878*

*leyla.alieva.stomatology@mail.ru*

### For citation:

*Uspenskaya O.A., Nikulicheva L.Ya.*

*STUDY OF THE MACRO- AND MICROELEMENT COMPOSITION OF ORAL FLUID DURING PROFESSIONAL TEETH WHITENING. Actual problems in dentistry. 2024; 1: 92-100. (In Russ.)*

*© Uspenskaya O.A. et al., 2024*

*DOI: 10.18481/2077-7566-2024-20-1-92-100*

*Received 01.02.2024. Accepted 26.02.2024*

## Введение

Эстетическая стоматология в России — сегодня одно из самых популярных и актуальных направлений стоматологии. Существует достаточное количество методов, направленных на устранение дисколоритов. Это как консервативные, в том числе косметические (отбеливание живых и девитальных зубов, микроабразия), так и ортопедические (виниры) методы лечения. Возможны сочетания этих методов [4, 11]. Но одним из основных и наиболее доступных методов достижения эстетики в стоматологии является отбеливание зубов. Профессиональное отбеливание — один из самых востребованных методов для получения белоснежной улыбки. Эта процедура считается достаточно несложной.

Среди ученых и практикующих врачей-стоматологов имеются разногласия об эффективности и безопасности применения данного метода устранения дисколорита зубов. При этом отбеливание зубов с каждым годом становится все более безопасной процедурой. Риски и степень побочных эффектов напрямую связаны с концентрацией перексидного отбеливающего компонента, длительностью воздействия отбеливающего агента, а также кратностью проводимой процедуры [1]. Несмотря на большое количество публикаций об отбеливании зубов и возможных изменениях в твердых тканях [2, 13, 14], многие вопросы в клинической практике остаются открытыми [3]. Пациенты, особенно работающие на вредном производстве, также заинтересованы белоснежной улыбке и нередко прибегают к осветлению зубов. Повышаются эстетические запросы к себе, в том числе и под влиянием различных средств массовой информации. При анализе предыдущих лет наблюдается тенденция к повышенному спросу на профессиональное отбеливание зубов. Несмотря на большое количество работ на тему отбеливания, у врачей-стоматологов нет единого мнения по вопросу безопасности этих методов и их действию в полости рта у рабочих [6], имеющих профессиональные вредности. Дисколорит зубов или изменение цвета коронок естественных зубов — это часто встречающаяся патология, которая является актуальной проблемой стоматологии из-за несовершенства существующих методов лечения.

За последние годы распространенность дисколоритов в мировой популяции составляет около 75% [5, 6, 12]. В настоящее время с целью устранения дисколоритов широкое распространение получили различные виды отбеливания [12]. В то же время нет единого мнения по вопросу о безопасности методов отбеливания, и этим объясняется необходимость проведения дополнительных исследований [7, 10]. Поверхностный слой эмали отличается от глубоких слоев большей минерализацией, плотностью, твердостью, резистентностью к кариесу, более высоким содержанием микроэлементов, в том числе фторида. Поверхностный слой эмали менее подвержен действию кислот,

чем ее внутренние участки. При декальцинации эмали, вызванной атакой органических кислот, происходит изменение формы, размеров и ориентации кристаллов гидроксиапатита [3]. По исследованиям многих ученых выявлено, что основным условием поступления в эмаль зуба различных ионов и анионов является разность осмотических давлений межклеточных жидкостей пульпы и ротовой жидкости на поверхности зуба. Так как ротовая жидкость значительно богаче фосфатами, ионами кальция и другими ионами, чем интерстициальные жидкости (эмалевая жидкость), ионы перемещаются из нее в эмаль зуба. Процесс этот сложный и может изменяться под воздействием многих факторов: концентрации веществ, ферментативной активности, уровня pH, размера молекулы и др. [2]. Поэтому при изучении процесса профессионального отбеливания зубов неизбежно встает вопрос о том, какую роль в этом играет ротовая жидкость [3] и ее химический состав. Следовательно, анализ динамики химического состава ротовой жидкости при использовании различных отбеливающих систем является актуальной задачей современной стоматологии.

**Цель работы** — изучение динамики химического состава ротовой жидкости при применении разных отбеливающих систем.

## Материалы и методы исследования

Клинические и лабораторные исследования проводились на базе кафедры терапевтической стоматологии ФГБОУ ВО «ПИМУ» МЗ России, АНО «Центр Биотической Медицины» доктора А.В. Скального (Москва), ГБУ РО «Стоматологическая поликлиника № 1» (Рязань).

В исследовании приняли участие 50 пациентов обоего пола от 23 до 45 лет, сотрудников авиационного ремонтного завода г. Рязани, которые работали там от 3 до 5 лет и подвергались воздействию вредных производственных факторов; группу контроля составили 15 человек из г. Рязань, практически здоровых, не работающих на вредных производствах, не подвергавшихся процедуре отбеливания зубов. Все пациенты подписали информированное добровольное согласие.

Пациенты были распределены на две группы по 25 человек в каждой в зависимости от используемой отбеливающей системы. Критериями включения пациентов в обследование являлись: дисколорит зубов, согласие на исследование, практически здоровые пациенты в возрасте от 23 до 45 лет.

Критерии исключения: наличие тяжелой соматической патологии (сахарный диабет, заболевания почек и печени и другие) в стадии декомпенсации, иммунодефицитные состояния, острые инфекционные заболевания, онкология, беременность, лактация, постменопауза, алкогольная и наркотическая зависимость, курение, отказ от участия в исследовании.

В каждой группе пациентам проводилось профессиональное отбеливание зубов:

- 1-я группа — отбеливание зубов проводилось с помощью системы химической активации с 37% концентрацией перекиси водорода (Amazing White Universal Extra 37% + activator agent, химической активации, США) (25 человек);
- 2-я группа — отбеливание зубов выполнялось системой химической активации с 35% концентрацией перекиси карбамида (Система профессионального отбеливания в клинических условиях (35%), Омега-Дент, Россия) (25 человек)
- 3-я группа — контрольная (отбеливание не проводилось) (15 человек).

Химическое исследование ротовой жидкости выполняли у 50 человек до процедуры профессионального отбеливания зубов, а также после отбеливания — и у 15 человек контрольной группы. Химический анализ включал определение Железа (Fe), Золота (Au), Кадмия (Cd), Калия (K), Кальция (Ca), Кобальта (Co), Магния (Mg), Марганца (Mn), Меди (Cu), Молибдена (Mo), Мышьяка (As), Никеля (Ni), Ртуты (Hg), Свинца (Pb), Селена (Se), Серебра (Ag), Таллия (Tl), Цинка (Zn) в ротовой жидкости. Химическое исследование ротовой жидкости проводили до процедуры профессионального отбеливания и непосредственно после

отбеливания. Ротовую жидкость собирали путем сплевывания в стерильные вакуумные пробирки в утренние часы натощак.

Данное исследование было одобрено Этическим комитетом Приволжского исследовательского медицинского университета и соответствует требованиям Хельсинкской декларации (2013). Всем обследуемым до процедуры отбеливания были выполнены профессиональная гигиена полости рта и санация полости рта.

Определение химических элементов в ротовой жидкости осуществляли методами атомно-эмиссионной спектроскопии (ИСП-АЭС) и масс-спектрометрии с индуктивно- связанной плазмой (ИСП-МС).

Для статистической оценки данных применяли методы описательной статистики, метод рангового критерия Фридмана, критерий Вилкоксона, критерий знаков в случаях изучения двух зависимых выборок, однофакторный дисперсный анализ независимых выборок.

### Результаты и их обсуждение

В таблице 1 приведены результаты исследования ротовой жидкости у обследуемых. В ней представлено, что перечень определяемых макроэлементов и микроэлементов различается количественным содержанием между исследуемыми группами. Так, в слюне добровольцев 1 и 2 групп исследования регистрировалось

Таблица 1

Уровень химических элементов в ротовой жидкости в норме и при отбеливании  
Table 1. The level of chemical elements in the oral fluid is normal even during bleaching

Химические элементы (мкг/мл)	1 группа		2 группа		контроль	норма
	до отбеливания	после отбеливания	до отбеливания	после отбеливания		
K	1119,0 ± 131,0	758,3 ± 172,7*	1139,4 ± 126,0	889,6 ± 173,4*	751 ± 154,5	500–1000
Ca	112,20 ± 13,05	73,1 ± 10,05*	110,0 ± 13,2	73,55 ± 18,4*	59 ± 8,5	40–80
Mg	14,92 ± 7,5	12,08 ± 3,02	14,0 ± 6,0	16,68 ± 4,1	10,5 ± 2,81	5–15
Fe	0,751 ± 0,12	0,649 ± 0,3	0,711 ± 0,1	1,232 ± 0,9*	0,4 ± 0,25	0,2–0,6
Zn	1,496 ± 0,62	1,692 ± 1,2	1,841 ± 0,5	1,370 ± 0,5*	0,63 ± 0,45	0,25–1
Cu	0,072 ± 0,02	0,106 ± 0,16	0,082 ± 0,01	0,083 ± 0,04	0,05 ± 0,03	0,02–0,06
Se	0,081 ± 0,008	0,03 ± 0,02*	0,111 ± 0,1	0,02 ± 0,006*	0,03 ± 0,02	0,02–0,04
Mn	0,098 ± 0,06	0,067 ± 0,02	0,108 ± 0,06	0,146 ± 0,07	0,063 ± 0,017	0,025–0,1
Co	0,001 ± 0,0005	0,001 ± 0,0004	0,001 ± 0,0003	0,001 ± 0,0004	0,0009 ± 0,0005	0,0003–0,0015
Mo	0,002 ± 0,0008	0,002 ± 0,0009	0,002 ± 0,001	0,004 ± 0,002	0,003 ± 0,0008	0,001–0,005
Ni	0,02 ± 0,01	0,010 ± 0,006*	0,02 ± 0,01	0,035 ± 0,03*	0,015 ± 0,007	0–0,03
Ag	0,001 ± 0,0004	0,0015 ± 0,001*	0,001 ± 0,0003	0,003 ± 0,002*	0,0005 ± 0,0002	0–0,001
Au	0,0009 ± 0,0004	0,001 ± 0,0003*	0,001 ± 0,0003	0,001 ± 0,0005	0,0005 ± 0,0002	0–0,001
As	0,011 ± 0,006	0,012 ± 0,007	0,012 ± 0,003	0,016 ± 0,001	0,01 ± 0,004	0–0,02
Hg	0,001 ± 0,0006	0,002 ± 0,0005*	0,001 ± 0,0006	0,002 ± 0,004	0,0005 ± 0,0003	0–0,001
Pb	0,003 ± 0,0005	0,007 ± 0,004*	0,004 ± 0,0005	0,003 ± 0,0008*	0,0025 ± 0,0003	0–0,005
Cd	0,005 ± 0,004	0,001 ± 0,0002*	0,004 ± 0,003	0,003 ± 0,004	0,0005 ± 0,0002	0–0,001
Tl	0,0005 ± 0,0003	0,0002 ± 0,0003*	0,0003 ± 0,0003	0,0004 ± 0,0005	0,0005 ± 0,0003	0–0,001

\*  $p < 0,05$

статистически значимое увеличение содержания калия, кальция, железа, цинка, меди селена и кадмия по сравнению с нормой и группой контроля. Для ионов магния, марганца, кобальта, молибдена, никеля, серебра, золота, мышьяка, ртути, свинца и таллия значимых отличий не выявлено. В содержании микроэлементов (марганца) наблюдаются различия в 1 и 2 группах наблюдения (во 2-й группе отмечалось повышенное содержание марганца по сравнению с нормой). Возможно влияние ряда факторов на концентрацию элементов в слюне, в частности, увеличение количества зубов, пораженных кариесом, а также большое количество пломб коррелирует с повышенной концентрацией ионов меди, цинка ( $Cu — 0,072 \pm 0,02$  в 1-й группе и  $0,082 \pm 0,01$  во 2-й группе,  $Zn — 1,496 \pm 0,62$  в 1-й группе обследуемых и  $1,841 \pm 0,5$  во 2-й группе обследуемых). Изучение разнообразных факторов влияния позволяет более корректно и правильно определять нормальные диапазоны концентраций макро- и микроэлементов в слюне в каждом конкретном случае. В проведенных ранее исследованиях было обнаружено, что средняя концентрация ионов меди, свинца в ротовой жидкости значимо выше среди пациентов с кариесом. По нашим исследованиям, ионы меди достоверно повышены по сравнению с контрольной группой (1-я группа —  $0,072 \pm 0,02$ ; 2-я группа —  $0,082 \pm 0,0$ ,  $p < 0,05$ ), однако ионы свинца во всех группах остаются в пределах нормы. Регистрировалось увеличение уровня марганца во 2-й группе по сравнению с нормой и контролем ( $0,108 \pm 0,06$ ). Концентрация ионов марганца и меди и цинка у лиц, связанных с профессиональными вредностями, повышена по сравнению с контрольной группой ( $p < 0,05$ ); что согласуется с данными других исследователей, которые также регистрировали повышение уровней марганца и меди у сварщиков [5].

Сравнивая полученные данные о концентрации элементов в слюне с результатами работ других исследователей, можно заключить, что для многих элементов наблюдается разброс результатов, возможно, обусловленный различным «микроэлементным» статусом регионов, в которых проживают доноры проб, а также наличием заболеваний желудочно-кишечного тракта, высоким уровнем кариозных поражений, наличием вредных привычек, в частности курения; так, вероятность обнаружения в ротовой жидкости свинца и кадмия выше у курящих [5, 6]. Нами было зарегистрировано увеличение уровня кальция в обеих группах по сравнению с контрольной группой, тогда как содержание магния во всех группах оставалось в пределах нормы. В нашем исследовании во всех группах содержание ионов серебра, свинца оказалось в пределах нормы, однако было значительно выше значений в контрольной группе; вместе с тем, содержание ионов кадмия значительно превышало и норму, и контроль.

Таким образом, проведенное исследование выявило значительные отклонения уровня ряда химических элементов в ротовой жидкости у лиц, связанных с воздействием профессиональных вредностей, по сравнению с контролем.

Процедура отбеливания системами на основе 37% перекиси водорода и 35% перекиси карбамида привела к изменению микро- и макроэлементного состава ротовой жидкости. В двух группах, которым проводилось отбеливание, отмечалось уменьшение количества калия (в 1-й группе  $758,3 \pm 172,7$  и во 2 группе  $889,6 \pm 173,4$ ) и кальция (1-я группа —  $73,1 \pm 10,05$ , 2-я группа —  $73,55 \pm 18,4$ ) по сравнению с результатами до отбеливания ( $p < 0,05$ ). При всех видах отбеливания отмечалась динамика к снижению концентрации калия, кальция, селена, ртути, кадмия. Концентрация кальция снизилась после отбеливания в обеих группах ( $p < 0,05$ ), тогда как исследования Гильмиярова Э.М. с соавт. (2019 г.) выявили повышение уровня кальция. В литературе имеются данные о том, что отбеливающие системы могут влиять на показатели минерального обмена в твердых тканях зуба, приводить к снижению концентрации кальция, магния, меди, цинка и других металлов [4].

Разберем содержимое граф:

- (1) первая графа — названия переменных;
- (2) вторая графа — выборочное среднее до проведения отбеливания (первая строка) и после проведения отбеливания;
- (3) третья графа — выборочные стандартные отклонения до отбеливания и после отбеливания;
- (4) четвертая графа — объем каждой из выборок;
- (5) пятая графа — выборочное среднее статистики  $d$ ;
- (6) шестая графа — выборочное стандартное отклонение статистики  $d$ ;
- (7) седьмая графа — наблюдаемое значение статистики критерия  $t$ ;
- (8) восьмая графа — число степеней свободы статистики  $t$ ;
- (9) девятая графа —  $p$  уровень — найденная оценка вероятности ошибки первого рода;
- (10) десятая и одиннадцатая графы — границы 95% доверительного интервала математического ожидания статистики  $d$ .

Выделение красным цветом содержимого таблицы означает, что различие оценок математических ожиданий велико, оно не может быть объяснено только случайностью наблюдений: наблюдаемое значение статистики принадлежит критической области.

Необходимый результат — проверка гипотезы о значении математического ожидания. Проверяемая гипотеза  $H_0$ : математическое ожидание калия до и после отбеливания (содержание калия до и после отбеливания) — отбеливание привело к уменьшению содержания калия. Различие оценок математических ожиданий велико и не может быть объяснено только случайностью наблюдений, наблюдаемое значение

Таблица 2

Изменение уровня химических элементов в ротовой жидкости до и после отбеливания с помощью системы химической активации с 37% концентрацией перекиси водорода

Table 2. Changing the level of chemical elements in the oral fluid before and after bleaching using a chemical activation system with a 37% concentration of hydrogen peroxide

Элемент	Источник	<i>t</i> -тест зависимых выборок. Значимые различия на уровне $p < ,05$ отмечены красным										Вывод
		Средняя	SD	N	d	SD (d)	t	df	p	Дов. инт (л)	Дов. Инт (np)	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
K	ИД	1119,500	131,0									
K	+37% H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	758,3	172,7	20	361,2	190,3	8,4	19	0,000000	270,2	448,3	Значимое отличие
Ca	ИД	112,2	13,05									
Ca	+37% H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	73,1	10,05	20	39,1	16,6	10,5	19	0,000000	31,3	46,8	Значимое отличие
Mg	ИД	14,92	7,5									
Mg	+37% H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	12,08	3,02	20	2,84	7,4	1,8	19	0,082	-0,43	6,5	Незначимо
Fe	ИД	0,751	0,12									
Fe	+37% H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	0,649	0,3	20	0,102	0,4	1,2	19	0,23	-0,07	0,3	Незначимо
Zn	ИД	1,496	0,62									
Zn	+37% H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	1,692	1,2	20	-0,196	1,21	-0,6	19	0,59	-0,72	0,4	Незначимо
Cu	ИД	0,072	0,02									
Cu	+37% H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	0,106	0,16	20	-0,034	0,2	-1,07	19	0,3	-0,11	0,04	Незначимо
Se	ИД	0,081	0,08									
Se	+37% H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	0,03	0,02	20	0,051	0,09	2,4	19	0,03	0,006	0,09	Значимое отличие
Mn	ИД	0,098	0,06									
Mn	+37% H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	0,067	0,02	20	0,031	0,07	1,99	19	0,06	-0,002	0,06	Незначимо
Co	ИД	0,001	0,0005									
Co	+37% H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	0,001	0,0004	20	0,0	0,0	1,6	19	0,1	-0,0	0,00	Незначимо
Mo	ИД	0,0016	0,0007									
Mo	+37% H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	0,002	0,0009	20	-0,0004	0,0004	-5,5	19	0,00	-0,00	-0,00	Значимое отличие
Ni	ИД	0,02	0,01									
Ni	+37% H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	0,010	0,006	20	0,01	0,009	4,2	19	0,00	0,004	0,01	Значимое отличие
Ag	ИД	0,001	0,0004									
Ag	+37% H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	0,0015	0,001	20	-0,0005	0,00	-2,7	19	0,01	-0,001	-0,00	Значимое отличие
Au	ИД	0,0009	0,0004									
Au	+37% H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	0,001	0,0003	20	-0,0001	0,00	-4,05	19	0,00	-0,00	-0,00	Значимое отличие
As	ИД	0,011	0,006									
As	+37% H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	0,012	0,007	20	-0,001	0,009	-0,26	19	0,80	-0,005	0,004	Незначимо
Hg	ИД	0,001	0,0006									
Hg	+37% H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	0,002	0,0005	20	-0,001	0,000	-4,04	19	0,00	-0,00	-0,00	Значимое отличие
Pb	ИД	0,003	0,0005									
Pb	+37% H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	0,007	0,004	20	-0,004	0,004	-3,13	19	0,006	-0,005	-0,00	Значимое отличие
Cd	ИД	0,005	0,004									
Cd	+37% H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	0,001	0,0002	20	0,004	0,004	3,5	19	0,003	0,001	0,005	Значимое отличие
Tl	ИД	0,0005	0,0003									
Tl	+37% H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	0,0002	0,0003	20	0,0003	0,0004	2,25	19	0,04	0,00	0,00	Значимое отличие

**Изменение уровня химических элементов в ротовой жидкости до и после отбеливания с помощью системы химической активации с 35% концентрацией перекиси карбамида**

**Table 2. Changing the level of chemical elements in the oral fluid before and after bleaching using a chemical activation system with a 35% concentration of carbamide peroxide**

Элемент	Источник	35% CO(NH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> t-тест зависимых выборок. Значимое различие на уровне $p < 0,05$ выделено красным										Вывод
		Средняя	SD	N	d	SD (d)	t	df	p	Доп. инт. (л)	Доп. инт. (n)	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
K	ИД	1139,4	126,0									
K	+35% CO(NH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub>	889,6	173,4	20	249,8	210,8	5,3	19	0,000	150,4	348,0	Различия значимы
Ca	ИД	110,0	13,2									
Ca	+35% CO(NH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub>	73,55	18,4	20	36,45	22,7	7,1	19	0,000	25,3	46,6	Различия значимы
Mg	ИД	14,0	6,0									
Mg	+35% CO(NH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub>	16,68	4,1	20	-2,68	7,4	-1,6	19	0,1	-6,1	0,8	Различия не значимы
Fe	ИД	0,711	0,1									
Fe	+35% CO(NH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub>	1,232	0,9	20	-0,521	0,95	-2,5	19	0,02	-0,9	-0,08	Различия значимы
Zn	ИД	1,841	0,5									
Zn	+35% CO(NH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub>	1,370	0,5	20	0,471	0,7	2,4	19	0,03	0,05	0,7	Различия значимы
Cu	ИД	0,082	0,04									
Cu	+35% CO(NH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub>	0,083	0,04	20	-0,001	0,03	-0,9	19	0,4	-0,02	0,00	Различия не значимы
Se	ИД	0,111	0,1									
Se	+35% CO(NH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub>	0,02	0,006	20	0,091	0,13	2,9	19	0,01	0,02	0,14	Различия значимы
Mn	ИД	0,108	0,06									
Mn	+35% CO(NH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub>	0,146	0,07	20	-0,038	0,11	-1,63	19	0,12	-0,09	0,01	Различия не значимы
Co	ИД	0,001	0,0003									
Co	+35% CO(NH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub>	0,001	0,0004	20	0,00	0,00	0,3	19	0,8	-0,00	0,00	Различия не значимы
Mo	ИД	0,002	0,001									
Mo	+35% CO(NH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub>	0,004	0,002	20	-0,002	0,003	-3,0	19	0,008	-0,003	-0,00	Различия значимы
Ni	ИД	0,02	0,01									
Ni	+35%CO(NH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub>	0,035	0,03	20	-0,015	0,04	-2,22	19	0,04	-0,03	-0,00	Различия значимы
Ag	ИД	0,001	0,0003									
Ag	+35% CO(NH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub>	0,003	0,002	20	-0,002	0,002	-4,08	19	0,00	-0,003	-0,00084	Различия значимы
Au	ИД	0,001	0,0003									
Au	+35% CO(NH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub>	0,001	0,0005	20	-0,00	0,00	-0,8	19	0,42	-0,000	0,00	Различия не значимы
As	ИД	0,012	0,003									
As	+35% CO(NH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub>	0,016	0,001	20	-0,004	0,01	-1,2	19	0,2	-0,009	0,002	Различия не значимы
Hg	ИД	0,001	0,0006									
Hg	+35% CO(NH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub>	0,0021	0,004	20	-0,0011	0,004	-1,22	19	0,24	-0,003	0,00	Различия значимы
Pb	ИД	0,004	0,0005									
Pb	+35% CO(NH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub>	0,003	0,0008	20	0,00	0,001	5,5	19	0,00	0,00	0,002	Различия значимы
Cd	ИД	0,004	0,003									
Cd	+35% CO(NH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub>	0,003	0,004	20	0,001	0,006	1,3	19	0,21	-0,001	0,004	Различия не значимы
Tl	ИД	0,0003	0,0003									
Tl	+35% CO(NH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub>	0,0004	0,0005	20	0,000001	0,0006	0,02	19	0,99	-0,00	0,00	Различия не значимы

статистики принадлежит критической области. Следовательно, гипотеза о равенстве математических ожиданий отвергается, влияние отбеливания на уровень калия значимо. Содержание кальция, селена, таллия, никеля и молибдена в ротовой жидкости значительно снижалось, тогда как уровень серебра, золота, ртути, свинца, молибдена значительно повышался после проведения отбеливания. Таким образом, отбеливание привело к изменению содержания этих макро- и микроэлементов в слюне.

Необходимый результат — задача проверки гипотезы о значении математического ожидания. Проверяемая гипотеза  $H_0$ : математическое ожидание калия до и после отбеливания (содержание калия до и после отбеливания) — отбеливание привело к уменьшению содержания калия. Различие оценок математических ожиданий велико, не может быть объяснено только случайностью наблюдений, наблюдаемое значение статистики принадлежит критической области. Следовательно, гипотеза о равенстве математических ожиданий отвергается, влияние отбеливания на содержание калия значимо. Содержание кальция, цинка, селена, свинца в ротовой жидкости значительно снизилось, тогда как уровни железа, молибдена, никеля, серебра значительно возросли после проведения отбеливания. Таким образом, отбеливание привело к разноплановому изменению содержания макро- и микроэлементов в ротовой жидкости.

### Заключение

Результаты проведенного исследования по изучению динамики химического состава ротовой жидкости при применении отбеливающих систем на основе 37% перекиси водорода и 35% перекиси карбамида демонстрируют, что обе отбеливающие системы оказывают выраженное действие на изменение химического состава ротовой жидкости по сравнению с группой контроля. Содержание ряда химических элементов в ротовой жидкости при использовании обеих отбе-

ливающих систем достоверно отличается от контроля и нормы, при этом одноименные химические элементы у 1 и 2 групп наблюдения незначительно отличаются друг от друга. Отмечено, что исходные уровни серебра, золота, ртути, свинца, находясь в пределах нормальных значений, были значительно выше уровней в группе контроля. Были зарегистрированы изменения уровней ряда химических элементов в ротовой жидкости после отбеливания системой химической активации на основе 37% перекиси водорода. Отбеливание приводило к снижению концентрации калия, кальция, селена, таллия, кадмия и никеля. Важным является то, что после проведения отбеливания уровни калия, селена, марганца, никеля и мышьяка приблизились к значениям группы контроля и находились в пределах нормы, а уровни Au, Cd, Ca, Co, Mg, Tl, находясь в пределах нормы, были выше контроля, вместе с тем, уровни Fe, Zn, Cu, Pb, Ag после отбеливания превышали как норму, так и контроль, уровень же молибдена был ниже контроля, но в пределах нормы. Отбеливание зубов с помощью системы химической активации на основе 35% перекиси карбамида приводило к снижению уровней калия, кальция, цинка, селена и свинца, тогда как уровни железа, молибдена, никеля, ртути и серебра значительно увеличивались. Вместе с тем, уровень свинца приблизился к контрольным и нормальным значениям, а уровни калия, кальция, находясь в границах нормы, были выше значений в контроле, тогда как уровни цинка, железа, никеля, молибдена, свинца, серебра после отбеливания были выше нормальных и контрольных значений.

### Выводы

Процедура профессионального отбеливания привела к изменению содержания указанных макро- и микроэлементов в слюне, при этом система на основе 37% перекиси водорода приводила в большей степени к нормализации уровня химических элементов в ротовой жидкости.

### Литература/References

1. Бадальян С.А., Дегтев И.А., Казумян С.В., Борисов В.В., Севбитов А.А. Системы отбеливания зубов. Международный научно-исследовательский журнал. 2021;5(107):2:78-82. [S.A. Badalyan, I.A. Degtev, S.V. Kazumyan, V.V. Borisov, A.A. Sevbitov. Teeth whitening systems. International Scientific Research Journal. 2021;5(107):2:78-82. (In Russ.)]. DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2021.107.5.049>
2. Бондарик Е.А. Безопасность и эффективность отбеливания зубов. Медицинский журнал. 2010;2(32):4-12. [E.A. Bondaryk. The safety and efficacy of tooth-whitening. Medical journal. 2010;2(32):4-12. (In Russ.)]. <https://rep.bsmu.by/bitstream/handle/BSMU/2614/Безопасность%20и%20эффективность%20отбеливания%20зубов.Image.Marked.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
3. Ганичева О.В., Шевченко Е.А., Успенская О.А. Отбеливание зубов с последующей реминерализующей терапией: сравнительная характеристика отбеливающих систем и средств реминерализации. Modern technologies in medicine. 2018;10(2):146-150. [O.V. Ganicheva, E.A. Shevchenko, O.A. Uspenskaya. Teeth whitening with subsequent remineralizing therapy: comparative characteristics of whitening systems and remineralization agents. Modern technologies in medicine. 2018;10(2):146-150. (In Russ.)]. DOI: 10.17691/stm2018.10.2.17
4. Орехова Л.Ю., Акулович А.В., Лобода Е.С. и др. Влияние различных методов клинического отбеливания зубов на изменение чувствительности эмали, по данным Yearple Probe, и на пульпу зубов по результатам доплеровской флоуметрии. Пародонтология. 2018;23(2(87)):46-52. [L.Yu. Orekhova, A.V. Akulovich, E.S. Loboda et al. Influence differentsh methodological clinical observations of Zubov on changes in sensitivities, on data, and on Pulpu Zubov on results of Doppler flowmeters. Periodontology. 2018;23(2(87)):46-52. (In Russ.)]. DOI: 10.25636/PMP.1.2018.2.8
5. Савинов С.С., Анисимов А.А. Влияние условий отбора образцов слюны человека на результаты определения макро- и микроэлементов. Журнал аналитической химии. 2020;75(4):327-332. [S.S. Savinov, A.A. Anisimov. The influence of the conditions for sampling human saliva on the results of determining macro- and microelements. Journal of Analytical Chemistry. 2020;75(4):327-332. (In Russ.)]. doi: 10.31857/S0044450220040143
6. Сарф Е.А., Макарова Н.А., Бельская Л.В. Определение макро- и микроэлементного состава слюны работников ТЭЦ. Экология человека. 2022;29(4):285-295. [E.A. Sarf, N.A. Makarova, L.V. Belskaya. Determination of the macro- and microelement composition of saliva of CHP workers. Human ecology. 2022;29(4):285-295. (In Russ.)]. <https://doi.org/10.17816/humecol04698>
7. Успенская О.А., Никуличева Л.Я., Афанасенкова Н.Ю. Изучение морфологии зуба при использовании разных отбеливающих систем. Актуальные вопросы стоматологии. 2023;782-786. [O.A. Uspenskaya, L.Ya. Nikulicheva, N.Yu. Afanassenkova. The study of tooth morphology using different whitening systems. Topical issues of dentistry. 2023:782-786. (In Russ.)]. <https://elibrary.ru/item.asp?id=50766539>

8. Успенская О.А., Трефилова О.В., Элларян Л.К., Кузнецова А.Д. Структурные изменения в твердых тканях депульпированного зуба при проведении внутрикоронкового отбеливания. CATHEDRA. Стоматологическое образование. 2019;68:26-29. [O.A. Uspenskaya, O.V. Trefilova, L.K. Ellaryan, A.D. Kuznecova. Structural changes in the hard tissues of a pulpless tooth during intracoronal bleaching. CATHEDRA. Dental education. 2019;68:26-29. (In Russ.)]. DOI: 10.17116/stomat20209903111
9. Успенская О.А., Трефилова О.В. Выраженность гиперестезии зубов при проведении профессионального и домашнего отбеливания зубов. Клиническая стоматология. 2019;3(91):28-30. [O.A. Uspenskaya, O.V. Trefilova. The severity of dental hyperesthesia during professional and home teeth whitening. Clinical dentistry. 2019;3(91):28-30. (In Russ.)]. DOI: 10.37988/1811-153X\_2019\_3\_28
10. Успенская О.А., Трефилова О.В. Влияние отбеливания на биохимический состав ротовой жидкости и гистологическое строение твердых тканей зубов. Стоматология. 2018;5:27-30. [O.A. Uspenskaya, O.V. Trefilova. The effect of bleaching on the biochemical composition of oral fluid and the histological structure of hard dental tissues. Dentistry. 2018;5:27-30. (In Russ.)]. DOI: 10.17116/стоматолог20189705127
11. Фазылова Ю.В., Блашкова С.Л., Крикун Е.В. Современные методы лечения дисколоритов зубов. Международный научно-исследовательский журнал. 2022;2(116);2:160-163. [Yu.V. Fazylova, S.L. Blashkova, E.V. Krikun. Modern methods of treatment of dental discoloritis. International Scientific Research Journal. 2022;2(116);2:160-163. (In Russ.)]. <https://doi.org/10.23670/IRJ.2022.116.2.061>
12. Чиркова Н.В., Богатырева Ю.А., Картавцева Н.Г. и др. Профилактика гиперестезии зубов при лечении дисколоритов витальных зубов. Системный анализ и управление в биомедицинских системах. 2017;3(16):586-589. [N.V. Chirkova, Yu.A. Bogatyreva, N.G. Kartavceva et al. Prevention of dental hyperesthesia in the treatment of discoloration of vital teeth. System analysis and control in biomedical systems. 2017;3(16):586-589. (In Russ.)]. DOI:10.18411/spc-18-01-2018-16
13. Pretty I.A., Ellwood R.P., Brunton P.A., Aminian A. Vital tooth bleaching in dental practice: 1. Professional bleaching // Dent Update. – 2006;33(5):288-304. DOI: 10.12968/denu.2006.33.5.288
14. Goldberg M., Kulkarni A.B., Young M., Boskey A. Dentin structure composition and mineralization // Front Biosci. – 2011;E3(2):711-735. DOI: 10.2741/e281

DOI: 10.18481/2077-7566-2024-20-1-101-106

УДК: 616.314-053

## СТРУКТУРА ЗАБОЛЕВАНИЙ ПАРОДОНТА У ПАЦИЕНТОВ ПСИХИАТРИЧЕСКОГО СТАЦИОНАРА В ВОЗРАСТНОМ АСПЕКТЕ

Ильина Р. Ю.<sup>1</sup>, Мухамеджанова Л. Р.<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Казанская государственная медицинская академия — филиал Российской медицинской академии непрерывного профессионального образования, г. Казань, Россия

<sup>2</sup> Чувашский государственный университет им. И. Н. Ульянова, г. Чебоксары, Россия

### Аннотация

В литературе представлены сведения о высокой распространенности заболеваний пародонта и твердых тканей зуба у пациентов психиатрического стационара. Обсуждается связь между микробиотой пародонта и психиатрической патологией и необходимостью поддержания здоровья полости рта среди данной группы больных.

**Целью исследования** являлось изучение структуры заболеваний пародонта у пациентов психиатрического стационара в различных возрастных группах.

**Материал и методы исследования.** В РКПБ им. В.Н. Бехтерева (г. Казань) в период с 2014 по 2018 г. был проведен осмотр полости рта 200 пациентов (95 женщины и 105 мужчин) в возрасте от 35 до 65 лет (средний возраст  $56,26 \pm 6,74$  г.). В анкете фиксировался возраст пациента, пол, диагноз основного заболевания, зубная формула, заполнялась стандартная пародонтограмма. Путем последовательных измерений определялась максимальная глубина пародонтального кармана.

**Результаты исследования.** У 100% пациентов психиатрического стационара было выявлено поражение тканей пародонта, из них у 86,5% — в форме хронического пародонтита. Максимальное количество больных с пародонтитом выявлено в возрастной группе 51–60 лет. Наибольшее количество удаленных зубов — у пациентов в возрасте более 70 лет. Выявлена прямая сильная корреляционная зависимость между возрастом и количеством удаленных зубов ( $r_p = 0,923$ ;  $p < 0,001$ ).

Максимальная глубина пародонтального кармана была также в возрастной группе 51–60 лет и составила  $4,25 \pm 1,14$  мм. Выявлена прямая сильная корреляционная зависимость между глубиной пародонтального кармана и количеством удаленных зубов. Чем глубже у пациента патологические карманы, тем больше зубов подвергается удалению ( $r_p = 0,892$ ).

**Выводы.** Результаты исследования свидетельствуют о необходимости разработки программ обучения пациентов и персонала психиатрических стационаров с целью улучшения качества жизни больных и общего состояния здоровья.

**Ключевые слова:** пациенты с психиатрической патологией, хронический пародонтит, удаления зубов, стоматологический статус, микробиота пародонта

Авторы заявили об отсутствии конфликта интересов.

Роза Юрьевна ИЛЬИНА ORCID ID 0000-0001-8534-1282

к.м.н., доцент кафедры челюстно-лицевой хирургии и хирургической стоматологии Казанской государственной медицинской академии — филиала Российской медицинской академии непрерывного профессионального образования, г. Казань, Россия  
ilroza@yandex.ru

Любовь Рустемовна МУХАМЕДЖАНОВА ORCID ID 0000-0003-0752-6497

д.м.н., профессор, зав. кафедрой терапевтической, детской стоматологии и ортодонтии Казанской государственной медицинской академии — филиала Российской медицинской академии непрерывного профессионального образования, г. Казань; профессор кафедры пропедевтики стоматологических заболеваний и новых технологий, Чувашский государственный университет им. И. Н. Ульянова, г. Чебоксары, Россия  
lr71@bk.ru

Адрес для переписки: Роза Юрьевна ИЛЬИНА

420127, г. Казань, ул. Максимова, д. 1А, кв. 25

+7 (917) 2554387

ilroza@yandex.ru

### Образец цитирования:

Ильина Р. Ю., Мухамеджанова Л. Р.

СТРУКТУРА ЗАБОЛЕВАНИЙ ПАРОДОНТА У ПАЦИЕНТОВ ПСИХИАТРИЧЕСКОГО  
СТАЦИОНАРА В ВОЗРАСТНОМ АСПЕКТЕ. Проблемы стоматологии. 2024; 1: 101-106.

© Ильина Р. Ю. и др., 2024

DOI: 10.18481/2077-7566-2024-20-1-101-106

Поступила 26.02.2024. Принята к печати 20.03.2024

DOI: 10.18481/2077-7566-2024-20-1-101-106

## STRUCTURE OF PERIODONTAL DISEASES IN AGE-RELATED PSYCHIATRIC INPATIENT

Ilyina R.J.<sup>1</sup>, Muchamedzhanova L.R.<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Kazan State Medical Academy, branch of the Russian Medical Academy of Continuing Professional Education, Kazan, Russia

<sup>2</sup> Chuvash State University named after I.N. Ulyanov, Cheboksary, Russia

### Annotation

The literature provides information on the high prevalence of periodontal diseases and hard tooth tissues in patients in a psychiatric hospital. The relationship between periodontal microbiota and psychiatric pathology and the need to maintain oral health among this group of patients is discussed.

**The aim of the investigation** was the study of the structure of periodontal diseases in patients of a psychiatric hospital, in various age groups.

**Material and methods of research.** In the Republican Clinical Psychiatric Hospital named after V.N. Bekhterev (Kazan) in the period from 2014 to 2018, 200 patients (95 women and 105 men) aged 35 to 65 years (average age  $56,26 \pm 6,74$ ) were examined. The questionnaire recorded the patient's age, sex, diagnosis of the underlying disease, dental formula, a standard periodontal diagram was filled in. The maximum depth of the periodontal pocket was determined by sequential measurements.

**The results of the study.** In 100% of patients in a psychiatric hospital, periodontal tissue damage was detected, of which 86.5% in the form of chronic periodontitis. The maximum number of patients with periodontitis was detected in the age group of 51–60 years. The largest number of teeth removed in patients over 70 years of age. There was a direct strong correlation between age and the number of teeth removed ( $r_p = 0.923$ ;  $p < 0.001$ ).

The maximum depth of the periodontal pocket was also in the age group of 51–60 years and amounted to  $4,25 \pm 1,14$  mm. A direct strong correlation of the depth of the periodontal pocket with the number of teeth removed was revealed. The deeper the patient has pathological pockets, the more teeth are removed ( $r_p = 0.892$ ).

**Conclusions.** The results of the study suggest the need to develop training programs for patients and psychiatric hospital staff to improve the quality of life of patients and general health.

**Keywords:** patients with psychiatric pathology, chronic periodontitis, tooth removal, dental status, periodontal microbiota

The authors declare no conflict of interest.

**Roza Ju. ILYINA** ORCID ID 0000-0001-8534-1282

PhD in Medical sciences, Associate Professor of the Department of Maxillofacial and Surgical Dentistry, Kazan State Medical Academy, branch of the Russian Medical Academy of Continuing Professional Education, Kazan, Russia  
ilroza@yandex.ru

**Lubov R. MUCHAMEDZHANOVA** ORCID ID 0000-0003-0752-6497

Grand PhD in Medical sciences, Professor; Head of the Department of Therapeutic, Pediatric Dentistry and Orthodontics, Kazan State Medical Academy, branch of the Russian Medical Academy of Continuing Professional Education, Kazan; Professor of the Department of Propaedeutics of Dental Diseases and New Technologies, Chuvash State University named after I.N. Ulyanov, Cheboksary, Russia  
lr71@bk.ru

**Correspondence address: Roza Ju. ILYINA**

420127, Kazan, Maksimova str., 1A–25

+7 (917) 2554387

ilroza@yandex.ru

### For citation:

Ilyina R.J., Muchamedzhanova L.R.

STRUCTURE OF PERIODONTAL DISEASES IN AGE-RELATED PSYCHIATRIC INPATIENT. *Actual problems in dentistry.* 2024; 1: 101-106. (In Russ.)

© Ilyina R.J. et al., 2024

DOI: 10.18481/2077-7566-2024-20-1-101-106

Received 26.02.2024. Accepted 20.03.2024

По данным Американской ассоциации пародонтологов, распространенность пародонтита среди взрослого населения составляет 29,4%, а тяжелого пародонтита — 9,8% [5]. В России распространенность заболевания зависит от региона проживания, наличия соматической патологии и колеблется от 60 до 98% [3]. В наших предыдущих исследованиях мы отмечали высокую распространенность воспалительно-деструктивных заболеваний пародонта среди пациентов психиатрического стационара, где основной причиной удаления зубов у психически больных являлся хронический генерализованный пародонтит и его обострение — в 47,2% случаев всех удалений [2].

Многими зарубежными исследователями отмечено неудовлетворительное состояние гигиены рта, часто сочетающееся с воспалительными заболеваниями пародонта, у пациентов психиатрического стационара [4, 11, 18]. В проведенном систематическом обзоре и метаанализе Ченг Д.Х. с соавторами выявил значительную зависимость между депрессией и пародонтитом (OR (отношение шансов) = 3,72, 95% ДИ (доверительный интервал): 2,45–9,52 и OR = 1,70, 95% ДИ: 1,01–2,83 соответственно). В то же время, в исследовании Тонга С. (2023) опровергается генетически обусловленная связь между психиатрической патологией и заболеваниями пародонта [15]. Анализ показал, что генетически зависимый пародонтит не был причинно связан с 10-ю основными психическими расстройствами ( $p > 0,089$ ) [15].

По мнению многих авторов, связь между пародонтитом и нервно-психическими заболеваниями является двунаправленной, т. е. как само состояние депрессии влияет на здоровье рта, так и мультибактериальная инфекция рта оказывает токсическое влияние на структуры головного мозга. Пациенты с депрессией и стрессом чаще всего имеют сниженный уровень самообслуживания из-за отсутствия мотивации. И непосредственно микробиота поддесневой зубной бляшки, ассоциированная с заболеваниями пародонта, вызывает системное хроническое воспаление, постоянно выделяя в окружающие ткани воспалительные цитокины [12].

В последние годы были проведены исследования, доказывающие дистантное воздействие пародонтопатогенных бактерий на органы и ткани. К реализации системного воздействия причастны практически все представители микробиоты поддесневой зубной бляшки. Механизм дистантного воздействия пародонтопатогенов детально описан в работе Ди Гиулини и заключается в образовании наружных мембранных везикул. Эти везикулы способны «доставлять» компоненты бактериальной клетки на значительные от нее расстояния и воздействовать на окружающую их биосреду [7].

Большое число исследователей считает снижение функциональной активности слюнных желез (гипосаливацию) ключевым фактором в развитии заболеваний

пародонта и твердых тканей зубов у пациентов психиатрического стационара [10, 14, 16]. Так, в работах Элгас А. и соавторов (2013) была проведена оценка состояния рта между группами пациентов на приеме препаратов, вызывающих гипосаливацию, и пациентами, которые принимали препараты, вызывающие сиалорею — чрезмерное выделение слюны. При этом было выявлено, что гигиенические индексы, отражающие накопление зубного налета, и индексы кровоточивости при зондировании были достоверно выше в группе пациентов на приеме препаратов, вызывающих гипосаливацию. Исследователи пришли к выводу, что существует высокий риск инициации и прогрессирования заболеваний пародонта среди пациентов с шизофренией, и еще более высокий риск развития заболеваний пародонта, вызванных приемом лекарственных препаратов, снижающих скорость выделения слюны [9].

Исследователи из Малайзии — Вей М.С. с соавторами (2016) — провели оценку состояния рта у пациентов психиатрического стационара. Авторы отметили, что среднее количество разрушенных зубов с отсутствующими пломбами составило  $20,5 \pm 9,9$ , что почти вдвое больше, чем у населения в целом. По мнению авторов, высокий индекс КПУ у пациентов с психиатрической патологией был ассоциирован как с более старшим возрастом ( $p < 0,001$ ), так и с длительностью течения основного заболевания ( $p = 0,048$ ). Только 1% исследуемых имел клинически интактный пародонт. Максимальное число лиц с кариесом и заболеваниями пародонта отмечалось в возрастной группе от 45 до 64 лет. Авторы считают, что необходимо обучать медицинский персонал психиатрических госпиталей уходу за ротовой полостью пациентов, бороться с возникновением гипосаливации путем назначения специальных средств (эмоллиентов) и направлять к стоматологу пациентов с выявленной при осмотре патологией [17].

Моралес-Чавес М.С. (2014) обнаружил у 56,92% пациентов психиатрического стационара кариес хотя бы одного зуба, у 29,23% — гингивит и у 56,92% — пародонтит. Среди наиболее распространенных парадисфункциональных привычек были выявлены курение, бруксизм, онихофагия и прикусывание щеки (хронические механические самоиндуцированные травмы — морсикации) [13].

Исследователи отмечают, что пациентам психиатрического стационара,отягощенным хроническим генерализованным пародонтитом, врачи-стоматологи в большинстве случаев проводят удаление зубов, а не лечение воспалительно-деструктивного процесса в пародонте. В исследованиях Дениса Ф. (2020) отмечается, что профессиональная гигиена рта у пациентов психиатрического стационара проводится в два раза реже, чем среди обычного населения без психиатрической патологии [6].

Таким образом, проведенный анализ литературных источников свидетельствует об активном изучении проблемы состояния рта у пациентов психиатрического

стационара. В отечественной литературе отсутствуют сведения о структуре заболеваний пародонта пациентов, находящихся на госпитализации в психиатрическом стационаре, в зависимости от возраста, что явилось целью нашего исследования и дальнейшего анализа.

**Цель исследования** — изучение структуры заболеваний пародонта у пациентов психиатрического стационара в возрастном аспекте.

**Материал и методы исследования.** С целью диагностики заболеваний пародонта у психически больных нами был проведен клинический осмотр ротовой полости пациентов, находившихся на плановой санации у врачей-стоматологов в РКПБ им. В.Н. Бехтерева (г. Казань) в период с 2014 по 2018 г. Было обследовано 200 пациентов (95 женщин и 105 мужчин) в возрасте от 35 до 65 лет (средний возраст составил  $56,26 \pm 6,74$ ). Наблюдаемые нами пациенты проходили лечение по поводу шизофрении (F20) (118 чел.; 59%); органических психических расстройств, психозов (F09) (15 чел.; 7,5%); расстройств личности и поведения, обусловленных болезнью, повреждением или дисфункцией головного мозга (F07) (45 чел.; 22,5%); невротических расстройств (F40–48) (22 чел.; 11%).

В разработанной нами анкете фиксировался возраст пациента, пол, диагноз основного заболевания, зубная формула, заполнялась пародонтограмма. При заполнении пародонтограммы определялись следующие параметры: отсутствующие зубы и пораженные кариесом, степень подвижности зубов, наличие кровоточивости десен, величина рецессии корней и глубина пародонтального кармана.

Для измерения глубины пародонтальных карманов использовались градуированные пародонтальные зонды с шагом 1 мм (Legrin, Пакистан). Глубина пародонтального кармана определялась как расстояние между краем десны и клинически зондируемым дном кармана. В данном исследовании нами было принято

решение о пренебрежении влиянием факторов, воздействующих на точность пародонтометрии (неровностей резорбированного цемента, очагов гиперцементоза, естественных изгибов корня, глубоких поддесневых кариозных полостей). Измерение проводилось на четырех поверхностях зубов: вестибуломедиальной, вестибулодистальной, язычномедиальной и язычнодистальной у каждого имеющегося зуба. Данные заносились в пародонтограмму пациента. При анализе результатов выбиралось максимальное значение глубины кармана (из четырех полученных значений), которое вносилось в базу данных SPSS-16 for Windows. По каждому пациенту определялось среднее значение глубины пародонтального кармана по формуле:

$$M (\text{глубина кармана}) = \frac{\text{Сумма значений всех исследованных зубов}}{\text{Количество исследованных зубов}}$$

Проведенное исследование одобрено Комитетом по Этике ГБОУ ДПО КГМА Минздрава России от 6.05.2013 г. (Протокол № 4/05).

Для статистической обработки полученных результатов использовали пакет статистических программ SPSS 13.0: сравнение распределений выборок с нормальным (тест Колмогорова–Смирнова. При нормальном распределении значений в исследуемых группах были определены их средние арифметические величины (M), стандартные ошибки (m). Определение статистической значимости различий выборок между собой проводили с использованием параметрического критерия Стьюдента и критерия Фишера. Статистически значимым принимали значение ошибки  $p \leq 0,05$ . При множественных сравнениях принимали поправку Бонферрони (Стентон Гланц, 1999). Для определения корреляционных взаимоотношений использовался коэффициент корреляции Пирсона.

**Результаты исследования.** Проведенный анализ полученных результатов показал высокую распростра-

Таблица

**Заболевания пародонта и количество удаленных зубов у больных психиатрического стационара в различных возрастных группах**  
Table. Periodontal diseases and number of teeth removed in psychiatric inpatient patients in different age groups

№	Возрастные группы (года)	Формы заболеваний пародонта (%)*		Количество удаленных зубов (M ± m)
		гингивит	пародонтит	
1	18–30	12 (44,4%)	10 (5,8%)	5,16 ± 2,11
2	31–40	8 (29,6%)	25 (14,5%)	6,62 ± 2,07
3	41–50	5 (18,5%)	24 (13,9%)	12,33 ± 3,36
4	51–60	2 (7,4%)	47 (27,2%)	13,52 ± 4,02
5	61–70	-	36 (20,8%)	18,45 ± 4,81
6	более 70 лет	-	31 (17,9%)	20,77 ± 4,25
	<b>Всего:</b>	<b>27 (100%)</b>	<b>173 (100%)</b>	-
P – статистическая значимость результатов		$p_{1-2} < 0,05$ ; $p_{1-3}$ , $p_{1-4} < 0,01$ ; остальные различия недостоверны.	$p_{1-4} < 0,001$ ; $p_{1-2}$ , $p_{1-3}$ , $p_{2-4}$ , $p_{3-4} < 0,05$ ; $p_{1-5}$ , $p_{1-6} < 0,05$ ; остальные различия недостоверны.	$p_{1-6} < 0,05$ ; остальные различия недостоверны.

\* процентное отношение от общего числа пациентов с гингивитом и пародонтитом

ненность генерализованного гингивита среди молодой возрастной группы пациентов психиатрического стационара — в группе 18–30 лет (табл.). В настоящее время гингивит трактуется как воспалительное заболевание краевого пародонта, протекающее без потери зубодесневого прикрепления либо при незначительном апикальном его сдвиге [1]. Поэтому высокая распространенность данной патологии может интерпретироваться как предиктор деструктивного процесса в пародонте. Уже при дебюте психиатрического заболевания у пациентов молодого возраста обнаруживаются первые признаки воспалительного поражения пародонта.

В этой же возрастной группе появляются пациенты с признаками генерализованного пародонтита (5,8%); с увеличением возраста число пациентов с данной патологией закономерно увеличивается (табл.), достигая максимума в группе пациентов от 51 до 60 лет. Высокая распространенность пародонтита среди населения без психиатрической патологии также приходится на эту возрастную группу, когда каждое второе удаление зуба связано с клинически выраженной деструкцией альвеолярной кости и потерей зубоальвеолярного прикрепления [2].

Затем, количество диагностированных случаев пародонтита с увеличением возраста пациентов значительно снижается, что связано с постепенным удалением зубов с третьей степенью подвижности и возникновением у больных частичной вторичной адентии зубного ряда. Данная тенденция подтверждается средним количеством удаленных зубов у одного пациента (табл.). Имеется прямая сильная корреляционная зависимость между возрастом пациентов и количеством удаленных зубов ( $r_p = 0,923$ ;  $p < 0,001$ ). В возрастной группе пациентов более 70 лет количество удаленных зубов составляет 20,77, т. е. у данных пациентов отсутствует большая часть зубов во рту и они нуждаются в протезировании.

Основными признаками развития пародонтита являются образование пародонтального кармана, кровоточивость, подвижность различной степени (I, II, III) и рентгенологически определяемая утрата костной ткани альвеолярного отростка [1]. В связи с этим определение глубины пародонтального кармана рассматривается как важный клинический признак, широко применяющийся при скрининговых исследованиях.

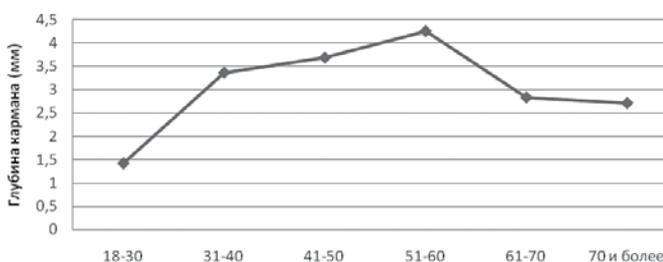


Рис. Средняя глубина пародонтального кармана у пациентов РКПБ в разных возрастных группах

Fig. Mean periodontal pocket depth in SCPD patients in different age groups

При анализе различия значений глубины пародонтального кармана у пациентов РКПБ было выявлено максимальное их увеличение у пациентов в возрастной группе 51–60 лет (рис.). При этом средняя глубина составила  $4,25 \pm 1,14$  мм, что достоверно отличалось от показателей в группе 18–30 лет ( $p = 0,0036$ ), в группе 61–70 ( $p = 0,0413$ ) и в группе пациентов старше 70 лет ( $p = 0,0084$ ).

Резкое увеличение значений глубины пародонтального кармана от  $1,42 \pm 0,81$  мм в группе 18–30 лет к  $3,36 \pm 1,2$  мм в группе 31–40 лет ( $p < 0,01$ ) может быть связано с отсутствием лечения, адекватной гигиены ротовой полости, что, в конечном итоге, привело к распространению воспалительного процесса и деструкции костной ткани. Также нельзя исключить из причин прогрессирования процесса увеличение длительности течения основного заболевания и срока госпитализации пациентов. При этом увеличивается дозировка принимаемых психотропных препаратов, возрастает риск возникновения побочных эффектов, влияющих на метаболизм костной ткани и закономерно отражающихся на состоянии пародонта.

У пациентов в группах 61–70 и более 70 лет снижение глубины пародонтального кармана может быть связано с уменьшением количества зубов, пародонт которых вовлечен в воспалительно-деструктивный процесс. Наше предположение подтверждается наличием прямой сильной корреляционной зависимости между значениями глубины пародонтального кармана и количеством удаленных зубов. Чем больше значения глубины пародонтальных карманов, тем большее количество зубов подвергается удалению ( $r_p = 0,892$ ;  $p = 0,0046$ ). Данная тенденция, к сожалению, показывает отсутствие необходимого комплексного лечения генерализованного пародонтита и дальнейшего ведения пациентов с целью устранения воспалительного процесса в пародонте.

По данным нашего исследования, у 86,5% пациентов психиатрического стационара были выявлены различные степени тяжести хронического генерализованного пародонтита. У остальных 13,5% пациентов выявлялись признаки гингивита, что, в итоге, свидетельствовало о 100% поражении тканей пародонта воспалительным процессом у пациентов с психиатрической патологией.

Пациенты психиатрического стационара в стадии ремиссии основного психиатрического заболевания имеют хорошую приверженность и мотивацию к лечению и наличие свободного доступа для регулярных визитов к стоматологу. Однако существенные проблемы, связанные с отсутствием организации пародонтологической помощи такому контингенту пациентов, приводят к превалированию хирургической помощи, т. к. стоматологу в плане профилактики системного влияния одонтогенной инфекции предпочтительнее удалить зуб, нежели заниматься регулярной санацией пародонтального очага и про-

водить контроль качества индивидуальной гигиены рта пациентом.

В настоящее время нет рандомизированных контролируемых исследований, показывающих, как воздействие на пародонтальную микробиоту может улучшить состояние психического здоровья. Большинство исследователей придерживается мнения о том, что комплексное лечение воспалительно-деструктивных заболеваний пародонта способствует поддержанию здоровья полости рта у пациентов, отягощенных системной патологией. Данные изменения могут происходить за счет снижения активности воспалительного процесса и опосредованных связей между ротовой полостью и кишечником, микробиотой и ЦНС, также они могут потенциально влиять на состояние психического здоровья [8].

В настоящее время во многих странах разрабатываются и внедряются образовательные программы для улучшения здоровья ротовой полости у пациентов с психиатрической патологией (например, Therapeutic Educational Programme in Oral Health (ТЕРОН) во Франции). Результаты данных внедрений могут быть использованы для улучшения качества жизни в области здоровья рта и разработки соответствующих стратегий для междисциплинарного подхода к лечению стоматологических заболеваний, а также обучения лиц, осу-

ществляющих уход за пациентами с психиатрической патологией [6].

**Выводы.** У 100% пациентов психиатрического стационара было выявлено поражение пародонта, из них у 86,5% — в форме хронического генерализованного пародонтита. Максимальное число больных с пародонтитом выявлено в возрастной группе 51–60 лет. Наибольшее количество удаленных зубов обнаружено у пациентов в возрасте более 70 лет. Установлена прямая сильная корреляционная зависимость между возрастом и количеством удаленных зубов ( $r_p = 0,923$ ;  $p < 0,001$ ).

Максимальные значения глубины пародонтального кармана были зафиксированы также в возрастной группе 51–60 лет и составили  $4,25 \pm 1,14$  мм. Выявлена прямая сильная корреляционная зависимость между значениями глубины пародонтального кармана и количеством удаленных зубов. Чем выше значения глубины пародонтального кармана, тем большее количество зубов подвергается удалению ( $r_p = 0,892$ ). Результаты исследования свидетельствуют о необходимости разработки программ обучения пациентов и персонала психиатрических стационаров с целью улучшения качества жизни больных и общего состояния их здоровья.

## Литература/References

1. Елизова Л.А., Атрушкевич В.Г., Орехова Л.Ю. Новая классификация заболеваний пародонта. Пародонтит. Пародонтология. 2021;26(1):80-82. [L.A. Elizova, V.G. Atrushkevich, L.Yu. Orekhova. New classification of periodontal diseases. Periodontitis. Periodontology. 2021;26(1):80-82. (In Russ.)]. <https://www.parodont.ru/jour/article/view/433>
2. Ильина Р.Ю., Мухамеджанова Л.Р. Причины удаления зубов у пациентов психиатрического стационара. Проблемы стоматологии. 2023;19(3):69-74. [R.Yu. Il'ina, L.R. Muhamedzhanova. Reasons for tooth extraction in psychiatric hospital patients. Actual Problems in dentistry. 2023;19(3):69-74. (In Russ.)]. <https://doi.org/10.18481/2077-7566-2023-19-3-69-74>
3. Стрельникова Н.В., Антонова А.А., Туркутюков В.Б., Шаповаленко Е.С. Эпидемиология неспецифических пародонтитов, вызванных бактериями рода *Leptotrichia*, при хроническом и рецидивирующем течении инфекции. ТМЖ. 2018;4(74):34-39. [N.V. Strel'nikova, A.A. Antonova, V.B. Turkutyukov, E.S. Shapovalenko. Epidemiology of nonspecific periodontitis caused by bacteria of the genus *Leptotrichia* in chronic and recurrent infection. TMG. 2018;4(74):34-39. (In Russ.)]. <https://cyberleninka.ru/article/n/epidemiologiya-nespetsificheskikh-parodontitov-vyzvannyh-bakteriyami-roda-leptotrichia-pri-hronicheskom-i-retsidiviruyuschem>
4. Araújo MM, Martins CC, Costa LC, Cota LO, Faria RL, Cunha FA, et al. Association between depression and periodontitis: a systematic review and meta-analysis. J Clin Periodontol. 2016; 43: 216–28. DOI: <https://doi.org/10.1111/jcpe.12510>
5. Bernabe E., Marcenes W., Hernandez C.R., Bailey J., Abreu L.G., Alipour V. et al. Global, regional, and national levels and trends in burden of oral conditions from 1990 to 2017: a systematic analysis for the global burden of disease 2017 study // J Dent Res. – 2020;99:362-373. DOI: 10.1177/0022034520908533.
6. Denis F., Millot I., Abello N., Carpentier M., Peteuil A., Soudry-Faure A. Study protocol: a cluster randomized controlled trial to assess the effectiveness of a therapeutic educational program in oral health for persons with schizophrenia // Int J Ment Health Syst. – 2016;5:10-65. DOI: 10.1186/s13033-016-0096-0.
7. DiGiulio D.B., Romero R., Amogan H.P. et al. Microbial prevalence, diversity and abundance in amniotic fluid during preterm labor: a molecular and culture-based investigation // PLoS One. – 2008;3(8):e3056. DOI: 10.1371/journal.pone.0003056.
8. Dominy S.S., Lynch C., Ermini F., Benedyk M., Marczyk A., Konradi A. et al. *Porphyromonas gingivalis* in Alzheimer's disease brains: evidence for disease causation and treatment with small-molecule inhibitors // Sci Adv. – 2019;5:23-44. DOI: 10.1126/sciadv.aau3333
9. Eltas A., Kartalci S., Eltas S.D. et al. An assessment of periodontal health in patients with schizophrenia and taking antipsychotic medication // Int J Dent Hyg. – 2013;11:78-83. DOI 10.1111/j.1601-5037.2012.00558.x
10. Fluegge K. Correspondence: Periodontal Health among Non-Hospitalized Chronic Psychiatric Patients in Mangaluru City-India // J Clin Diagn Res. – 2017;11(1):83-31. DOI: 10.7860/JCDR/2017/24900.9208.
11. Liu F., Wen Y.F., Zhou Y., Lei G., Guo Q.Y., Dang Y.H. et al. A meta-analysis of emotional disorders as possible risk factors for chronic periodontitis // Medicine (Baltimore). – 2018;97:114-134. DOI: 10.1097/md.00000000000011434
12. Martínez M., Postolache T.T., García-Bueno B. et al. The role of the oral microbiota related to periodontal diseases in anxiety, mood and trauma- and stress-related disorders // Front Psychiatry. – 2021;12:81-41. DOI: 10.3389/fpsy.2021.814177
13. Morales-Chávez M.C., Rueda-Delgado Y.M., Peña-Orozco D.A. Prevalence of bucco-dental pathologies in patients with psychiatric disorders // J Clin Exp Dent. – 2014;6(1):87-111. DOI: 10.4317/jced.51147.
14. Tang W.K., Sun F.C., Ungvari G.S., O'Donnell D. Oral health of psychiatric in-patients in Hong Kong // Int J Soc Psychiatry. – 2004;50(2):186-191. DOI: 10.1177/0020764004043134.
15. Tong S., Lyu Y., Huang W., Zeng R., Jiang R., Lian Q., Leung F.W., Sha W., Chen H. Genetically predicted causal associations between periodontitis and psychiatric disorders // BMJ Ment Health. – 2023;26(1):300-864. DOI: 10.1136/bmjment-2023-300864.
16. Torales J., Barrios I., González I. Oral and dental health issues in people with mental disorders // Medwave. – 2017;17(8):70-145. DOI: 10.5867/medwave.2017.08.7045.
17. Wey M.C., Loh S., Doss J.G., Abu Bakar A.K., Kisely S. The oral health of people with chronic schizophrenia: A neglected public health burden // Aust N Z J Psychiatry. – 2016;50(7):685-694. DOI: 10.1177/0004867415615947.
18. Zheng D.X., Kang X.N., Wang Y.X., Huang Y.N., Pang C.F., Chen Y.X. et al. Periodontal disease and emotional disorders: a meta-analysis // J Clin Periodontol. – 2021;48:180-204. DOI: 10.1111/jcpe.13395

DOI: 10.18481/2077-7566-2024-20-1-107-113

УДК: 616.314-005.1

## ВЛИЯНИЕ ИРРИГАТОРА НА ВЫРАЖЕННОСТЬ ВОСПАЛИТЕЛЬНЫХ ПРОЦЕССОВ В ТКАНЯХ ПАРОДОНТА У ПАЦИЕНТОВ НА АНТИКОАГУЛЯНТНОЙ ТЕРАПИИ

Кайгородов В. А., Нуриева Н. С., Тезиков Д. А.

Южно-Уральский государственный медицинский университет, г. Челябинск, Россия

### Аннотация

**Предмет.** Антикоагулянтная терапия назначается при оперативных вмешательствах в области сердца и сосудов, фибрилляции предсердий, тромбозах и тромбозах различной этиологии, инфаркте миокарда, новой коронавирусной инфекции. Для данной группы пациентов характерно снижение физической и социальной активности, мотивации заботы о состоянии собственного здоровья. Как следствие, неудовлетворительная гигиена полости рта может стать причиной кровоточивости десны, часто ошибочно принимаемой за побочное действие принимаемого антикоагулянта. Без должного внимания процесс рискует перейти в тяжелые стадии развития пародонтита, оказывающего прямое влияние на течение сердечно-сосудистых заболеваний.

Особенно важно поддержание уровня личной гигиены полости рта. Дополнительным средством, кроме зубной щетки и зубной пасты, является ирригатор — аппарат, создающий пульсирующую струю воды, которая под давлением вымывает и удаляет пищевые остатки и мягкий зубной налет.

**Цель.** Оценить влияние ирригатора на выраженность воспалительных процессов в тканях пародонта у пациентов на антикоагулянтной терапии.

**Методология.** Обследовано 30 пациентов (15 используют варфарин, 15 — новые оральные антикоагулянты) по следующим признакам: жалобы на кровоточивость десны, степень кровоточивости десны по Мюллерману, индекс гигиены, объективный пародонтальный индекс (ОПИ — патент № 265521 от 2018 г). Признаки оценивались статистическими методами до профессиональной гигиены полости рта и после 1,5 месяцев использования ирригаторов ОМЮ-350, ОМЮ-450, ОМЮ-560, для поддержания личной гигиены и профилактики.

**Результаты и их обсуждение.** Жалобы на кровоточивость десны из 16 обследуемых остались у 4 пациентов. Средний показатель индекса гигиены снизился на 48,7%, показатель объективного пародонтального индекса — на 42,9%. У большей части пациентов кровоточивость прошла либо снизилась ее интенсивность.

**Выводы.** Доказано положительное влияние ирригаторов как дополнительного средства личной гигиены на ткани пародонта и улучшение здоровья полости рта у пациентов.

**Ключевые слова:** антикоагулянтная терапия, кровоточивость десны, гигиена полости рта, ирригатор, стоматология

Авторы заявили об отсутствии конфликта интересов.

**Вячеслав Александрович КАЙГОРОДОВ** ORCID ID 0000-0003-2703-9039  
аспирант 3-го года обучения кафедры Ортопедической стоматологии и ортодонтии, Южно-Уральский государственный медицинский университет, г. Челябинск, Россия  
blackknight189006@gmail.com

**Наталья Сергеевна НУРИЕВА** ORCID ID 0000-0002-5656-2286  
д.м.н., проректор по стратегическому развитию, науке и инновациям, профессор кафедры Ортопедической стоматологии и ортодонтии, Южно-Уральский государственный медицинский университет, г. Челябинск, Россия  
natakira@mail.ru

**Дмитрий Александрович ТЕЗИКОВ** ORCID ID 0009-0007-2056-155X  
к.м.н., доцент кафедры Ортопедической стоматологии и ортодонтии, Южно-Уральский государственный медицинский университет, г. Челябинск, Россия  
tezia\_tooth@mail.ru

Адрес для переписки: Дмитрий Александрович ТЕЗИКОВ  
454092, Россия, г. Челябинск, ул. Воровского, 64  
+7 (904) 9708901  
tezia\_tooth@mail.ru

### Образец цитирования:

Кайгородов В. А., Нуриева Н. С., Тезиков Д. А.  
ВЛИЯНИЕ ИРРИГАТОРА НА ВЫРАЖЕННОСТЬ ВОСПАЛИТЕЛЬНЫХ ПРОЦЕССОВ В ТКАНЯХ ПАРОДОНТА  
У ПАЦИЕНТОВ НА АНТИКОАГУЛЯНТНОЙ ТЕРАПИИ. Проблемы стоматологии. 2024; 1: 107-113.

© Кайгородов В. А. и др., 2024  
DOI: 10.18481/2077-7566-2024-20-1-107-113

Поступила 07.02.2024. Принята к печати 03.03.2024

DOI: 10.18481/2077-7566-2024-20-1-107-113

## INFLUENCE OF IRRIGATOR ON THE SEVERITY OF INFLAMMATORY PROCESSES IN PERIODONTAL TISSUE IN PATIENTS UNDER ANTICOAGULANT THERAPY

Kaigorodov V.A., Nurieva N.S., Tezikov D.A.

*South Ural State Medical University, Chelyabinsk, Russia*

### Annotation

**Introduction.** Anticoagulant therapy is prescribed for surgical interventions in the heart and blood vessels, atrial fibrillation, thromboembolism and thrombophlebitis of various etiologies, myocardial infarction, new coronavirus infection. This group of patients is characterized by a decrease in physical and social activity, and motivation to care about their own health. As a result, poor oral hygiene can cause gum bleeding, which is often mistaken for a side effect of the anticoagulant being taken. Without proper attention, the process risks moving into severe stages of the development of periodontitis, which has a direct impact on the course of cardiovascular diseases.

Maintaining a level of personal oral hygiene is especially important. An additional tool, in addition to a toothbrush and toothpaste, is an irrigator - a device that creates a pulsating stream of water, which under pressure washes and removes food debris and soft plaque.

**Aim.** To evaluate the effect of the irrigator on the severity of inflammatory processes in periodontal tissues in patients on anticoagulant therapy.

**Methodology.** 30 patients were examined (15 using warfarin, 15 using new oral anticoagulants) according to the following criteria: complaints of bleeding gums, degree of gum bleeding according to Mullemann, hygiene index, objective periodontal index (OPI – patent No. 265521 of 2018). Signs were assessed by statistical methods before professional oral hygiene and after 1.5 months of using irrigators OMIO-350, OMIO-450, OMIO-560 to maintain personal hygiene and prevention.

**Results and its discussion.** After using the irrigator, complaints of bleeding gums remained in 4 patients out of 16 examined. The average hygiene index decreased by 48.7%, the objective periodontal index decreased by 42.9%. In most patients, bleeding disappeared or decreased in intensity.

**Conclusions.** The positive effect of irrigators, as an additional means of personal hygiene, on periodontal tissue and improvement of oral health in patients has been proven.

**Keywords:** *anticoagulant therapy, gum bleeding, oral hygiene, irrigator, dentistry*

The authors declare no conflict of interest.

**Vyacheslav A. KAYGORODOV** ORCID ID 0000-0003-2703-9039

*3<sup>rd</sup> year Postgraduate Student of the Department of Orthopedic Dentistry and Orthodontics, South Ural State Medical University, Chelyabinsk, Russia  
blacknight189006@gmail.com*

**Natalya S. NURIEVA** ORCID ID 0000-0002-5656-2286

*Grand PhD in Medical Sciences, Vice-Rector for Strategic Development, Science and Innovation, Professor of the Department of Orthopedic Dentistry and Orthodontics, South Ural State Medical University, Chelyabinsk, Russia  
natakpa@mail.ru*

**Dmitry A. TEZIKOV** ORCID ID 0009-0007-2056-155X

*PhD in Medical Sciences, Associate Professor of the Department of Orthopedic Dentistry and Orthodontics, South Ural State Medical University, Chelyabinsk, Russia  
tezia\_tooth@mail.ru*

**Correspondence address: Dmitry A. TEZIKOV**

*454092, Russia, Chelyabinsk, Vorovskogo 64*

*+7 (904) 9708901*

*tezia\_tooth@mail.ru*

### For citation:

*Kaigorodov V.A., Nurieva N.S., Tezikov D.A.*

*INFLUENCE OF IRRIGATOR ON THE SEVERITY OF INFLAMMATORY PROCESSES IN PERIODONTAL TISSUE IN PATIENTS UNDER ANTICOAGULANT THERAPY. Actual problems in dentistry. 2024; 1: 107-113. (In Russ.)*

*© Kaigorodov V.A. et al., 2024*

*DOI: 10.18481/2077-7566-2024-20-1-107-113*

*Received 07.02.2024. Accepted 03.03.2024*

## Введение

Основа гигиены полости рта на сегодняшний день заключается в использовании мануальной или электрической зубной щетки и зубной пасты. Но этого недостаточно для поддержания хорошего уровня гигиены из-за формирования большого объема зубного налета в межзубных промежутках и последующего раздражения десен. Это приводит к болезням пародонта [1].

Полезным изобретением современности является ирригатор, используемый для профилактики и лечения заболеваний пародонта и с целью оптимизации гигиенического эффекта [8]. Это аппарат, образующий тонкую пульсирующую струю воды. Под давлением она вымывает и удаляет пищевые остатки и мягкий зубной налет на гладких и проксимальных поверхностях зуба, массирует и стимулирует десну, улучшая кровоснабжение [5, 15]. Процедура ирригации не зависит от индивидуальных навыков пациента в вопросе личной гигиены [23]. Однако важно помнить, что ирригатор является дополнительным методом по уходу за полостью рта и не может заменить основные средства: зубную щетку и нить [11].

При правильном использовании ирригатора и выполнении простейших рекомендаций врача у пациентов с неудовлетворительной гигиеной полости рта [13], пациентов, проходящих стационарное лечение [22], беременных [4], пациентов, проходящих ортодонтическое лечение [18], и пациентов, имеющих ортопедические конструкции (зубные протезы [6, 16] и протезы на имплантатах [21]) — доказано снижение степени тяжести заболеваний пародонта: уменьшение

или исчезновение отека, гиперемии и кровоточивости [12, 17].

Кровоточивость десны характерна для пациентов с сердечно-сосудистыми заболеваниями как осложнение антикоагулянтной терапии (рис. 1).

Чаще это касается классической терапии на варфарине (антагонисте витамина К), так как принято считать, что новые оральные антикоагулянты лишены данного недостатка [9].

Это справедливо не для каждого случая.

Часто пациенты на антикоагулянтной терапии просят сменить препарат, надеясь на улучшение состояния. Однако кровоточивость десны как следствие пародонтита может быть вызвана большим количеством причин: соматические заболевания [2, 14], потеря зубов [7], наследственность, воздействие лекарственных препаратов [3] и прочее.

У пациентов на антикоагулянтной терапии снижены физическая и социальная активность, мотивация заботиться о состоянии собственного здоровья. В результате мы находим банальную причину кровоточивости десны: это неудовлетворительная гигиена полости рта пациента вследствие незнания базовых основ личной гигиены полости рта и отказа от посещения стоматолога для проведения мероприятий по профессиональной гигиене, или низкой мотивации к посещению специалиста, или самолечения. Последнее не только снижает уровень жизни пациента [19], но и исключает возможность своевременной диагностики заболеваний полости рта, в частности ЗНО челюстно-лицевой области [10].

Соматические заболевания распространены среди всего населения и приводят к разрушению зубочелюстной системы, включая пародонт. При этом характерно хроническое течение генерализованного пародонтита.

Роль и усилия врачей-стоматологов в стабилизации данного патологического процесса неоспоримы.

Исходя из контекста, нам важно понять, какое влияние на здоровье полости рта может оказать использование ирригаторов у пациентов на фоне антикоагулянтной терапии — при условии влияния пародонтального статуса на сердечно-сосудистые заболевания [20].

**Цель.** Оценить влияние ирригатора на выраженность воспалительных процессов в тканях пародонта у пациентов на антикоагулянтной терапии.

**Материалы и методы исследования.** Было обследовано 30 пациентов (12 мужчин и 18 женщин) в возрасте от 36 до 84 лет (средний возраст  $66,03 \pm 13,16$  лет) на классической антикоагулянтной терапии с варфарином под контролем МНО (15 человек) и на антикоагулянтной терапии с использованием новых оральных антикоагулянтов (15 человек).



Рис. 1. Кровоточивость десны у пациентов на антикоагулянтной терапии

Fig. 1. Bleeding gums in patients on anticoagulant therapy

Пациентам была проведена профессиональная гигиена полости рта. Для оценки влияния ирригаторов на состояние пародонта были выданы ирригаторы OMIO-350 TRAVELLER, OMIO-450 HANDY, OMIO-560 CORDLESS, отличающиеся дизайном, объемом резервуаров для заполнения жидкостью, количеством насадок. Все устройства являются портативными. Мощность моделей идентична. Имеется разница в максимальном давлении воды при использовании, однако этот режим не рекомендован данной категории пациентов как стоматологами, так и производителями из-за вероятности травмы десны по типу «водяного ножа».

Пациентам были даны следующие рекомендации по использованию аппарата:

- Использование ирригатора каждый раз после чистки зубов зубной щеткой с зубной пастой;
- Заполнение резервуара для жидкостей проточной водой;
- Время ирригации всей полости рта 2 минуты;
- Постепенное увеличение напора до индивидуального комфорта.

Каждый пациент был оценен по следующим показателям до и после применения ирригатора:

- Индекс гигиены;
- Жалобы на кровоточивость десны;
- Степень кровоточивости десны по Мюллерману;
- Объективный пародонтальный индекс (ОПИ — патент № 265521 от 2018 г.) — синтез самоанкетирования пациента и клинического осмотра полости рта стоматологом.

Повторное исследование проводилось через 1,5 месяца.

Исследование проводилось на базе Федерального центра сердечно-сосудистой хирургии г. Челябинска, Поликлиники ГКБ № 11 на Дзержинского, г. Челябинск.

Для расчета статистики использовали программы Microsoft Excel 2010, IBM SPSS Statistics 20. Данные обзора литературы получены с электронных ресурсов eLIBRARY, PubMed.

## Результаты исследования

Жалобы на кровоточивость десны предъявили 53,3% обследуемых (16 человек). Из них 62,5% относятся к группе принимающих варфарин. Со слов пациентов, кровоточивость десны соотносили с побочным эффектом препарата и не обращались к специалисту, считая это вынужденным состоянием, либо просили лечащего врача сменить антикоагулянт (группа НОАК) и не получали ожидаемого результата.

Однако в процессе исследования было выявлено, что кровоточивость десны не зависит от типа принимаемого антикоагулянта ( $p = 0,217$ , U Манна–Уитни), а значит, смена препарата не может стать решением проблемы. В то же время, диаграмма Тьюки (Box Plot) показывает зависимость степени кровоточивости десны по Мюллерману от типа принимаемого антикоагулянта (рис. 2). Интенсивность, вероятно, выше у пациентов, принимающих варфарин, согласно медианам.

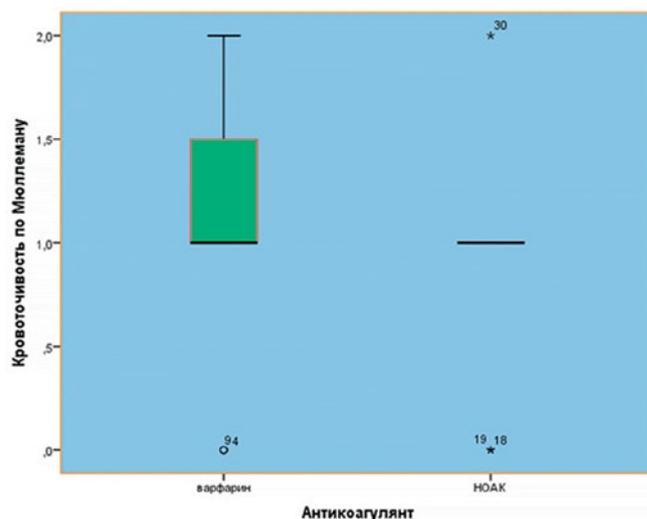


Рис. 2. Зависимость степени кровоточивости десны от принимаемого антикоагулянта

Fig. 2. Dependence of the degree of gum bleeding on the anticoagulant taken

Таблица 1

Жалобы на кровоточивость десны и интенсивность кровоточивости по Мюллерману у пациентов до применения ирригатора  
Table 1. Complaints about bleeding gums and the intensity of bleeding according to Mullermann in patients before using the irrigator

				Антикоагулянт	
				варфарин	НОАК
				Количество	Количество
По Мюллерману	нет	Кровоточивость десны	есть	0	0
			нет	2	3
	1 степень	Кровоточивость десны	есть	7	6
			нет	2	5
	2 степень	Кровоточивость десны	есть	3	0
			нет	1	1
	3 степень	Кровоточивость десны	есть	0	0
			нет	0	0

При клиническом осмотре произведена оценка интенсивности кровоточивости десны по Мюллерману: 66,7% (20 человек) имеют 1-ю степень, по 16,7% (по 5 человек) — не имеют кровоточивости десны либо имеют 2-ю степень. Распределение по группам в зависимости от антикоагулянта представлено в таблице 1.

Усредненный пациент на антикоагулянтной терапии имеет индекс гигиены (ИГ), равный  $1,7 \pm 0,4$ , что соответствует высокому уровню, неудовлетворительной гигиене, и значение объективного пародонтального индекса (ОПИ), равное  $1,48 \pm 0,61$ , соответствующее легкой степени тяжести пародонтита.

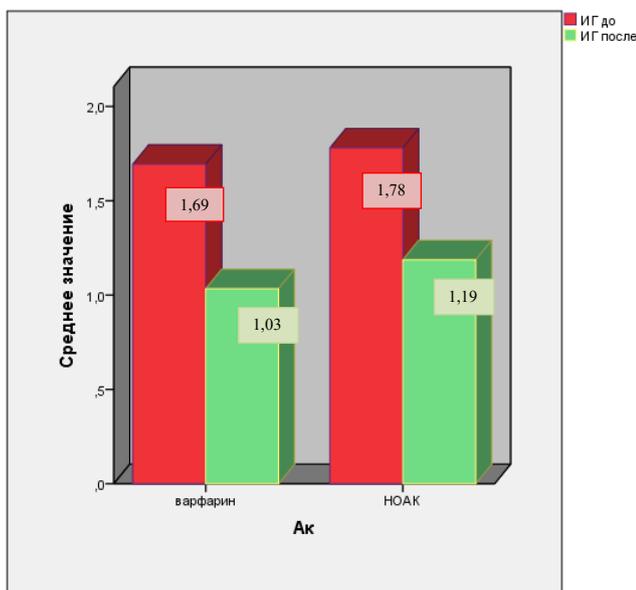


Рис. 3. Среднее значения уровня гигиены полости рта (ИГ) до и после применения ирригатора  
Fig. 3. Average values of the level of oral hygiene (OH) before and after use of the irrigator

Исходя из статистических данных, степень кровоточивости десны меняется прямо пропорционально значению ОПИ ( $a = 0,470$ ,  $p = 0,009$ , корреляция Пирсона). ОПИ, в свою очередь, имеет высокую зависимость от уровня гигиены полости рта ИГ ( $a = 0,695$ ,  $p < 0,001$ , корреляция Пирсона).

Повторная оценка, как было сказано выше, проводилась через 1,5 месяца после первичного обследования и инструктажа по использованию ирригатора. Пациенты независимо от возраста исправно выполняли рекомендации — самостоятельно или под наблюдением близких.

Были получены следующие результаты.

Жалобы на кровоточивость десны предъявили 13,3% обследуемых (4 человека из 30). Интенсивность кровоточивости десны по Мюллерману 1 степени имеют 43,3% обследуемых (13 человек). Распределение по группам в зависимости от антикоагулянта представлено в таблице 2.

Усредненный пациент после использования ирригатора имеет индекс гигиены (ИГ), равный  $0,9 \pm 0,6$  (снижение на 48,7% (рис. 3)), что соответствует среднему уровню, удовлетворительной гигиене, и значение объективного пародонтального индекса (ОПИ), равное  $1,11 \pm 0,46$  (снижение на 42,9% (рис. 4)), соответствующее легкой степени тяжести пародонтита. Степень кровоточивости десны также имеет высокую корреляцию с ИГ и ОПИ ( $p < 0,01$ ).

Результат парного t-теста показал, что средние значения ОПИ и ИГ по отдельности течение полутора месяцев статистически значимы до и после применения ирригатора ( $p < 0,05$ ).

Таблица 2

Жалобы на кровоточивость десны и интенсивность кровоточивости по Мюллерману у пациентов после применения ирригатора  
Table 2. Complaints about bleeding gums and the intensity of bleeding according to Mullemann in patients after using an irrigator

		Антикоагулянт			
		варфарин		НОАК	
		Количество		Количество	
По Мюллерману	нет	Кровоточивость десны	есть	0	0
			нет	7	10
	1 степень	Кровоточивость десны	есть	2	2
			нет	6	3
	2 степень	Кровоточивость десны	есть	0	0
			нет	0	0
	3 степень	Кровоточивость десны	есть	0	0
			нет	0	0

## Заключение

Исходя из полученных данных, можно говорить о следующем:

- жалобы на кровоточивость десны не зависят от типа принимаемого антикоагулянта, однако их интенсивность вероятно выше на варфарине;
- степень выраженности воспалительных процессов в тканях пародонта у пациентов на антикоагулянтной терапии зависит от уровня гигиены полости рта;
- применение ирригаторов ОМЮ-350, ОМЮ-450, ОМЮ-560 в течение полутора месяцев положительно сказалось на состоянии пародонта и поддержании удовлетворительного уровня гигиены.

Использование ирригаторов как инструмента личной гигиены для абсолютного большинства пациентов оказалось новым шагом. При условии низкой мотивации пациентов к заботе о собственном здоровье задачей врача-стоматолога стала просветительская работа в вопросах пародонтального статуса и его прямого влияния на сердечно-сосудистые заболевания.

Использование ОПИ (объективного пародонтального индекса) — в частности, самоанкетирование пациентов — позволило им глубже, в прямом и переносном смысле, взглянуть на проблемы в полости рта. Кровоточивость, изменения цвета десны вследствие воспалительных процессов, наличие зубного налета и камня, степень оголения корней зубов — яркая и доказательная картина для любого человека.

Ради улучшения уровня здоровья (это победа над скепсисом и низкой мотивацией заботы о себе) пациенты приняли ирригаторы и через 1,5 месяца использования отметили следующее: жалобы на кровоточивость десны либо снижение интенсивности патологического процесса отсутствовали, десны приобрели нормальный и здоровый оттенок (рис. 5), в полости рта появилось «ощущение чистоты» и исчезновение неприятного запаха.

В плане практического использования ирригаторов, в особенности ОМЮ-350, пациенты отмечают портативность устройства, компактность и эргономичную форму, наличие переносного футляра, наличие большого количества насадок, включая насадку для чистки языка и для несъемных ортопедических конструкций, удобство регулировки мощности напора струи плавным поворотом колесика, а не путем переключения режимов.

Пациенты изменили свое отношение к личной гигиене, поняли, что для достижения лучшего резуль-

тата необходима регулярная профессиональная гигиена и санация полости рта. Это особенно важно для пациентов со средней и тяжелой степенью тяжести пародонтита.

Использование ирригатора должно стать стандартом в личной гигиене пациента, что станет гарантом здоровья, способствуя профилактике развития и распространения заболеваний пародонта.

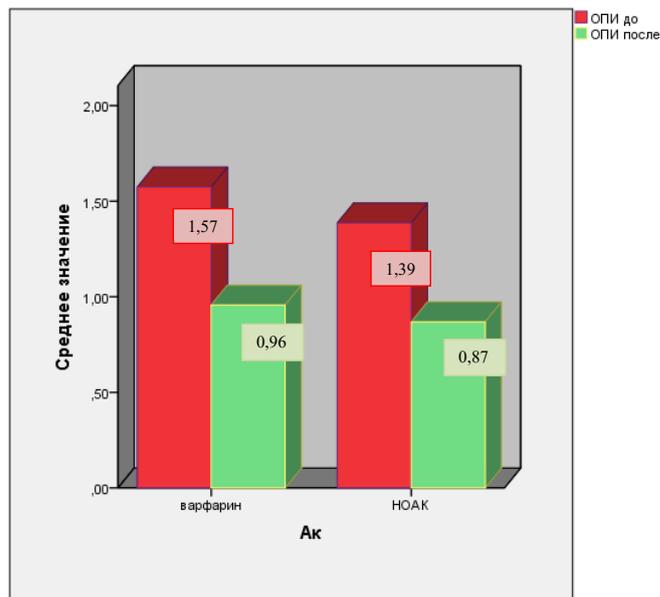


Рис. 4. Среднее значения объективного пародонтального индекса (ОПИ) до и после применения ирригатора  
Fig. 4. Average values of the objective periodontal index (OPI) before and after use of the irrigator



Рис. 5. Состояние десны у пациента на антикоагулянтной терапии до и после применения ирригатора  
Fig. 5. Condition of the gums in a patient on anticoagulant therapy before and after using the irrigator

## Литература/References

1. Астахова М.И., Аскарлова Н.Г. Ирригатор в профилактике кариеса и гингивита. Вестник научных конференций. 2018;10-4(38):14-15. [M.I. Astakhova, N.G. Askarova. Irrigator in the prevention of caries and gingivitis. Bulletin of scientific conferences. 2018;10-4(38):14-15. (In Russ.). <https://ukonf.com/doc/cn.2018.10.04.pdf>
2. Ашуров Г.Г., Исмоилов А.А. Результаты оценки состояния тканей пародонта у больных с общесоматической патологией. Научно-практический журнал ТИПМЖ. 2012;4:10-12. [G.G. Ashurov, A.A. Ismoilov. Results of assessing the condition of periodontal tissues in patients with general somatic pathology. Scientific and practical journal of TIRPMK. 2012;4:10-12. (In Russ.). <https://www.vestnik-ipovszrt.tj/?p=1054>
3. Бельдиев С.Н., Медведева И.В., Платонов Д.Ю. Лекарственные взаимодействия новых пероральных антикоагулянтов: внутри и вне ячеек таблицы. Рациональная фармакотерапия в кардиологии. 2017;13(5):716-724. [S.N. Beldiev, I.V. Medvedeva, D.Yu. Platonov. Drug interactions of new oral anticoagulants: inside and outside the cells of the table // Rational pharmacotherapy in cardiology. 2017;13(5):716-724. (In Russ.). DOI 10.20996/1819-6446-2017-13-5-716-724.

4. Большедворская Н.Е., Казанкова Е.М., Цветкова А.В. Использование орального ирригатора при воспалительных заболеваниях пародонта у беременных. Инновационные технологии в практической стоматологии. Материалы X региональной научно-практической конференции. Иркутск, 19 декабря 2018 года. [N.E. Bolshedvorskaya, E.M. Kazankova, A.V. Tsvetkova. Use of an oral irrigator for inflammatory periodontal diseases in pregnant women // Innovative technologies in practical dentistry. Materials of the X regional scientific and practical conference. Irkutsk, December 19, 2018. (In Russ.). [https://www.ismu.baikal.ru/ismu/page\\_dept.php?id=1687&cat=publ&year=2018](https://www.ismu.baikal.ru/ismu/page_dept.php?id=1687&cat=publ&year=2018)
5. Доржиева З.В., Молоков В.Д. Ирригатор для полости рта. Инновационные технологии в практической стоматологии. Материалы X региональной научно-практической конференции, Иркутск, 19 декабря 2018 года. Иркутск : Иркутский научный центр хирургии и травматологии. 2018:116-121. [Z.V. Dorzhieva, V.D. Molokov. Oral irrigator. Innovative technologies in practical dentistry. Materials of the X regional scientific and practical conference. Irkutsk, December 19, 2018. Irkutsk : Irkutsk Scientific Center for Surgery and Traumatology. 2018:116-121. (In Russ.). [https://www.ismu.baikal.ru/ismu/page\\_dept.php?id=1687&cat=publ&year=2018](https://www.ismu.baikal.ru/ismu/page_dept.php?id=1687&cat=publ&year=2018)
6. Жильцова Е.С., Воробьева М.В., Щербакова Т.А. Преимущества применения ирригатора у лиц, пользующихся зубными протезами. Эффективная клиническая практика: проблемы и возможности современного врача. Сборник материалов международной научно-практической конференции. Курск, 12 мая 2017 года. Курск : Курский государственный медицинский университет. 2017:217-225. [E.S. Zhiltsova, M.V. Vorobyova, T.A. Shcherbakova. Advantages of using an irrigator in persons using dentures. Effective clinical practice: problems and opportunities of the modern doctor. Collection of materials from the international scientific and practical conference, Kursk, May 12, 2017. Kursk : Kursk State Medical University. 2017:217-225. (In Russ.). <https://elibrary.ru/item.asp?id=29965625>
7. Жулев Е.Н., Архангельская Е.П. Изучение состояния тканей пародонта у пациентов с частичной потерей зубов с помощью индексной оценки. Медико-фармацевтический журнал Пульс. 2020;22(2):26-31. [E.N. Zhulev, E.P. Arkhangel'skaya. Study of the condition of periodontal tissues in patients with partial loss of teeth using index assessment. Medical and pharmaceutical journal Pulse. 2020;22(2):26-31. (In Russ.). DOI 10.26787/nydha-2686-6838-2020-22-2-26-31.
8. Зангионова А.Т.Б., Дауров М.Г. Ирригаторы. Как выбрать ирригатор? Наука в современном мире. Сборник научных трудов по материалам XXX Международной научно-практической конференции, Анапа, 09 февраля 2022 года. Анапа : Общество с ограниченной ответственностью «Научно-исследовательский центр экономических и социальных процессов» в Южном Федеральном округе. 2022:56-59. [A.T.B. Zangionova, M.G. Daurov. Irrigators. How to choose an irrigator? Science in the modern world. A collection of scientific papers based on the materials of the XXX International Scientific and Practical Conference, Anapa, February 09, 2022. – Anapa: Limited Liability Company “Research Center for Economic and Social Processes” in the Southern Federal District. 2022:56-59. (In Russ.). <https://elibrary.ru/item.asp?id=48059149>
9. Канат К.Б., Мусаев А.О., Мамажакып У.Ч. и др. Современные аспекты антикоагулянтной терапии во врачебной клинической практике. Обзор литературы. Вестник Кыргызско-Российского Славянского университета. 2020;20(5):131-136. [K.B. Kanat, A.O. Musakeev, U.Ch. Mamazhakyp et al. Modern aspects of anticoagulant therapy in medical clinical practice. Literature review. Bulletin of the Kyrgyz-Russian Slavic University. 2020;20(5):131-136. (In Russ.). <http://vestnik.krsu.edu.kg/archive/153/6501>
10. Кипарисова Д.Г., Кипарисов Ю.С., Нуриева Н.С. Влияние фактора гигиены полости рта на развитие новообразований орофарингеальной зоны. Опухоли головы и шеи. 2015;5(2):39-44. [D.G. Kiparisova, Yu.S. Kiparisov, N.S. Nurieva. The influence of the oral hygiene factor on the development of neoplasms of the oropharyngeal zone. Tumors of the head and neck. 2015;5(2):39-44. (In Russ.). <https://cyberleninka.ru/article/n/vliyaniye-faktora-gigieny-polosti-rta-na-razvitiye-novoobrazovaniy-orofaringealnoy-zony>
11. Кузьмина Э.М., Лапатина А.В., Абдусаламова Б.Ф., Царев В.Н. Эффективность применения портативных ирригаторов для профилактики воспалительных заболеваний пародонта. Dental Forum. 2021;3(82):8-13. [E.M. Kuzmina, A.V. Lapatina, B.F. Abdusalomova, V.N. Tsarev. Efficiency of using portable irrigators for the prevention of inflammatory periodontal diseases. Dental Forum. 2021;3(82):8-13. (In Russ.). <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=46630467>
12. Лапатина А.В., Паздникова Н.К., Бени В.Н. Оценка эффективности применения ирригатора для ухода за полостью рта у взрослых пациентов. Dental Forum. 2016;2:43-47. [A.V. Lapatina, N.K. Pazdnikova, V.N. Benya. Evaluation of the effectiveness of using an irrigator for oral care in adult patients. Dental Forum. 2016;2:43-47. (In Russ.). [http://www.dental-forum.ru/index.php?menu\\_id=150](http://www.dental-forum.ru/index.php?menu_id=150)
13. Назаров А.А., Гейдарли А.З. Эффективность ирригатора и средств индивидуальной самостоятельной гигиены полости рта в удалении зубного налета. Молодежь, наука, медицина. Тезисы 68-й Всероссийской межвузовской студенческой научной конференции с международным участием, Тверь, 20-21 апреля 2022 года. Тверь : Государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования Тверская государственная медицинская академия Министерства здравоохранения Российской Федерации. 2022:189. [A.A. Nazarov, A.Z. Heydarli. Efficiency of an irrigator and personal oral hygiene products in removing dental plaque. Youth, science, medicine. Abstracts of the 68th All-Russian Interuniversity Student Scientific Conference with international participation, Tver, April 20-21, 2022. Tver : State budgetary educational institution of higher professional education Tver State Medical Academy of the Ministry of Health of the Russian Federation. 2022:189. (In Russ.). <https://elibrary.ru/item.asp?id=49505044>
14. Недельская Л.А. Зависимость состояния тканей пародонта, гигиены полости рта от сахарного диабета. Forcipe. 2019;2:791-792. [L.A. Nedelskaya. Dependence of the condition of periodontal tissues, oral hygiene on diabetes mellitus. Forcipe. 2019;2:791-792. (In Russ.). <https://cyberleninka.ru/article/n/zavisimost-sostoyaniya-tkaney-parodonty-gigieny-polosti-rta-ot-saharnogo-diabeta>
15. Оганнисян Т.А. Ирригатор для полости рта. Центральный научный вестник. 2017;2:16(33):5-6. [T.A. Ogannisyan. Oral irrigator. Central Scientific Bulletin. 2017;2:16(33):5-6. (In Russ.). <https://elibrary.ru/item.asp?id=29906379>
16. Ожоган З.Р., Обидняк В.З., Мизюк Л.В., Панченко В.И. Современные методы гигиены полости рта у пациентов с несъемными конструкциями протезов. Современная стоматология. 2016;5(84):66. [Z.R. Ozhogan, V.Z. Obidnyak, L.V. Mizyuk, V.I. Panchenko. Modern methods of oral hygiene in patients with fixed dentures. Modern dentistry. 2016;5(84):66. (In Russ.). <https://elibrary.ru/item.asp?id=28358836>
17. Рабинович Э.М., Ахмадуллина Э.С. Применение ирригатора при заболеваниях пародонта у лиц молодого возраста. Исторические вехи развития стоматологической службы Республики Башкортостан. Сборник научных трудов, посвященный 100-летию юбилею со дня образования Республики Башкортостан, Уфа, 11-12 апреля 2019 года. Уфа : Башкирский государственный медицинский университет. 2019:203-207. [E.M. Rabinovich, E.S. Akhmadullina. The use of an irrigator for periodontal diseases in young people. Historical milestones in the development of the dental service of the Republic of Bashkortostan. Collection of scientific papers dedicated to the 100th anniversary of Education of the Republic of Bashkortostan, Ufa, April 11-12, 2019. Ufa : Bashkir State Medical University. 2019:203-207. (In Russ.). <https://elibrary.ru/item.asp?id=38017304>
18. Романенко И.Г., Горобец С.М., Морозов А.Л., Горобец О.В. Применение ирригаторов в комплексном лечении заболеваний пародонта у детей с несъемной ортодонтической аппаратурой. Вестник физиотерапии и курортологии. 2017;23(1):846. [I.G. Romanenko, S.M. Gorobets, A.L. Morozov, O.V. Gorobets. The use of irrigators in the complex treatment of periodontal diseases in children with fixed orthodontic appliances. Bulletin of physiotherapy and balneology. 2017;23(1):846. (In Russ.). <https://cyberleninka.ru/article/n/primeneniye-irrigatorov-v-kompleksnom-lechenii-zabolevaniy-parodonty-u-detey-s-nesemnoy-ortodonticheskoy-apparaturoy/viewer>
19. Тимохова Е.С., Грицкевич Е.Р. Влияние стоматологического статуса полости рта на уровень качества жизни. Сахаровские чтения 2018 года: экологические проблемы XXI века. Материалы 18-й международной научной конференции: в 3 частях, Минск, 17-18 мая 2018 года. Минск : Информационно-вычислительный центр Министерства финансов Республики Беларусь. 2018:349-350. [E.S. Timokhova, E.R. Gritskovich. The influence of the dental status of the oral cavity on the level of quality of life. Sakharov readings 2018: environmental problems of the 21st century. Materials of the 18th international scientific conference: in 3 parts, Minsk, May 17-18, 2018. Minsk : Information and Computing Center of the Ministry of Finance of the Republic of Belarus. 2018:349-350. (In Russ.). <https://elib.bsu.by/handle/123456789/199738>
20. Трухан Д.И., Трухан Л.Ю. Взаимотношения болезней пародонта и сердечно-сосудистых заболеваний. Международный журнал сердца и сосудистых заболеваний. 2016;4(11):15-24. [D.I. Trukhan, L.Yu. Trukhan. Relationship between periodontal diseases and cardiovascular diseases. International Journal of Heart and Vascular Diseases. 2016;4(11):15-24. (In Russ.). <https://cyberleninka.ru/article/n/vzaimootnosheniya-bolezney-parodonty-i-serdechno-sosudistykh-zabolevaniy>
21. Утюж С.А., Юмашев А.В., Адмакин О.И., Лущков Р.М. Использование ирригатора у пациентов с ортопедическими конструкциями, опирающимися на дентальные имплантаты. Клиническая стоматология. 2017;2(82):47-49. [A.S. Utyuzh, A.V. Yumashev, O.I. Admakin, R.M. Lushkov. The use of an irrigator in patients with orthopedic structures supported by dental implants. Clinical dentistry. 2017;2(82):47-49. (In Russ.). <https://elibrary.ru/item.asp?id=29276236>
22. Честных Е.В., Зиньковская Е.П., Курицына И.Ю. Применение струйного ирригатора у психоневрологических больных в условиях стационара. Евразийский союз ученых. 2015;5-5(14):32-35. [E.V. Chestnykh, E.P. Zinkovskaya, I.Yu. Kuritsyna. The use of a jet irrigator in psychoneurological patients in a hospital setting. Eurasian Union of Scientists. 2015;5-5(14):32-35. (In Russ.). <https://elibrary.ru/item.asp?id=27315959>
23. Чен Ю.О. Обучение индивидуальной гигиене и использование ирригатора как важный этап в профилактике заболеваний пародонта. Фундаментальная наука и клиническая медицина - человек и его здоровье : XXIII Международная медико-биологическая конференция молодых исследователей, посвященная 25-летию медицинского факультета СПбГУ. Материалы научной конференции, Санкт-Петербург, 26 сентября 2020 года. Том XXIII. Санкт-Петербург : Общество с ограниченной ответственностью Издательский дом «Сциентиа». 2020:214-215. [Yu.O. Chen. Training in individual hygiene and the use of an irrigator as an important stage in the prevention of periodontal diseases. Basic science and clinical medicine - man and his health: XXIII International Medical and Biological Conference of Young Researchers dedicated to 25th anniversary of the Faculty of Medicine of St. Petersburg State University. Proceedings of the scientific conference, St. Petersburg, September 26, 2020. Volume XXIII. St. Petersburg : Limited Liability Company Publishing House “Scientia”. 2020:214-215. (In Russ.). <https://elibrary.ru/item.asp?id=44013818>

DOI: 10.18481/2077-7566-2024-20-1-114-121

УДК: 616.31-083

## ИЗУЧЕНИЕ СТРУКТУРЫ ПОВЕРХНОСТИ ЭМАЛИ ЗУБОВ ПОСЛЕ ОБРАБОТКИ ВОЗДУШНО-ПОРОШКОВЫМИ СИСТЕМАМИ РАЗЛИЧНЫХ ПОКОЛЕНИЙ

Петров А. А., Вашнева В. Ю., Лобода Е. С., Орехова Л. Ю., Мордовина А. М., Прохорова О. В., Андреев Д. И., Пачкория М. Г.

Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет имени академика И. П. Павлова, г. Санкт-Петербург, Россия

### Аннотация

**Предмет исследования.** На сегодняшний день существует множество различных воздушно-порошковых систем (ВПС) для проведения профессиональной гигиены полости рта (ППГР). Проблема выбора порошка для проведения ППГР до сих пор остается актуальной.

**Цель:** оценить влияние различных воздушно-порошковых систем на структуру эмали зубов.

**Методология.** Исследование состояло из двух частей: экспериментальной и клинико-лабораторной. Экспериментальная часть заключалась в выделении экспериментальных групп, их последующей обработке в зависимости от активного компонента ВПС (бикарбонат натрия, карбонат кальция, их смесь, глицин, трегалоза) и в изучении с помощью сканирующей электронной микроскопии. Клинико-лабораторное исследование направлено на изучение времени, затраченного на удаление мягкого пигментированного зубного налета, степени очищения поверхности зубов, количества порошка, необходимого для проведения ППГР, а также распыления порошка во время процедуры, травматического воздействия данных систем на структуру эмали зубов посредством интерпретации показателей индекса чувствительности зубов Л.Ю. Ореховой — С.Б. Улитовского (Индекс СЗ О-У, %), и изучением показателей средней линейной (Vas) скорости кровотока в тканях пародонта с помощью метода ультразвуковой доплерографии.

**Результаты.** Наибольшим повреждающим воздействием на структуру эмали зубов обладают порошки со смесью бикарбоната натрия и карбоната кальция, а наименьшим — порошки с трегалозой и глицином. На основании клинического исследования было выявлено, что порошки на основе трегалозы и глицина оказывают меньшее повреждающее воздействие как на эмаль зубов, так и на ткани пародонта, что подтверждается показателями индекса чувствительности зубов Л.Ю. Ореховой — С.Б. Улитовского и результатами ультразвуковой доплерографии.

**Выводы.** Проведенное исследование позволяет рекомендовать врачам-стоматологам терапевтического профиля, пародонтологам, а также гигиенистам стоматологическим использовать в своей клинической практике ВПС на основе глицина и трегалозы в связи с их эффективностью, безопасностью и эргономичностью.

**Ключевые слова:** воздушно-порошковые системы, карбонат кальция, бикарбонат натрия, смесь карбоната кальция и бикарбоната натрия, глицин, трегалоза, микроциркуляция

Авторы заявили об отсутствии конфликта интересов.

Александр Александрович ПЕТРОВ ORCID ID 0000-0002-8813-4577

ассистент кафедры стоматологии терапевтической и пародонтологии, Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет имени академика И. П. Павлова, г. Санкт-Петербург, Россия  
raa\_stom@mail.ru

Вероника Юрьевна ВАШНЕВА ORCID ID 0000-0001-5548-4389

к.м.н., доцент, доцент кафедры стоматологии терапевтической и пародонтологии, Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет имени академика И. П. Павлова, г. Санкт-Петербург, Россия  
veronicakrylova@yandex.ru

Екатерина Сергеевна ЛОБОДА ORCID ID 0000-0003-1094-7209

к.м.н., доцент, доцент кафедры стоматологии терапевтической и пародонтологии, Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет имени академика И. П. Павлова, г. Санкт-Петербург, Россия  
dr\_ekaterinaloboda@mail.ru

Люди́ла Юрьевна ОРЕХОВА ORCID ID 0000-0002-8026-0800

д.м.н., профессор, заведующий кафедрой стоматологии терапевтической и пародонтологии, Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет имени академика И. П. Павлова, г. Санкт-Петербург, Россия  
prof\_orekhova@mail.ru

Анастасия Михайловна МОРДОВИНА ORCID ID 0009-0001-6966-1304

студентка 5 курса, Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет имени академика И. П. Павлова, г. Санкт-Петербург, Россия  
asya.mordovina01@gmail.com

Ольга Викторовна ПРОХОРОВА ORCID ID 0000-0001-5548-4389

к.м.н., доцент, доцент кафедры стоматологии терапевтической и пародонтологии, Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет имени академика И. П. Павлова, г. Санкт-Петербург, Россия  
olga-dent@mail.ru

Данила Игоревич АНДРЕЕВ ORCID ID 0009-0007-9176-8179

студент 5 курса, Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет имени академика И. П. Павлова, г. Санкт-Петербург, Россия  
danila\_andreev01@mail.ru

Мака Гиглаевна ПАЧКОРИЯ ORCID ID 0000-0001-9471-3885

к.м.н., ассистент кафедры стоматологии терапевтической и пародонтологии, Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет имени академика И. П. Павлова, г. Санкт-Петербург, Россия  
makensia@mail.ru

Адрес для переписки: Александр Александрович ПЕТРОВ

197022, г. Санкт-Петербург, ул. Льва Толстого, д. 6–8, кафедра стоматологии терапевтической и пародонтологии  
+7 (931) 0079996  
raa\_stom@mail.ru

### Образец цитирования:

Петров А. А., Вашнева В. Ю., Лобода Е. С., Орехова Л. Ю., Мордовина А. М., Прохорова О. В., Андреев Д. И., Пачкория М. Г. ИЗУЧЕНИЕ СТРУКТУРЫ ПОВЕРХНОСТИ ЭМАЛИ ЗУБОВ ПОСЛЕ ОБРАБОТКИ ВОЗДУШНО-ПОРОШКОВЫМИ СИСТЕМАМИ РАЗЛИЧНЫХ ПОКОЛЕНИЙ. Проблемы стоматологии. 2024; 1: 114-121.

© Петров А. А. и др., 2024

DOI: 10.18481/2077-7566-2024-20-1-114-121

Поступила 19.03.2024. Принята к печати 12.04.2024

DOI: 10.18481/2077-7566-2024-20-1-114-121

## STUDY OF TOOTH ENAMEL SURFACE STRUCTURE AFTER TREATMENT WITH AIR-POWDER SYSTEMS OF DIFFERENT GENERATIONS

Petrov A.A., Vashneva V.Yu., Loboda E.S., Orekhova L.Yu., Mordovina A.M., Prokhorova O.V., Andreev D.I., Pachkoria M.G.

*Pavlov First Saint Petersburg State Medical University, Saint Petersburg, Russia*

### Annotation

**Subject.** Today, there are many different air-powder systems (APS) for professional oral hygiene (PAH). The problem of selecting a powder for performing PPGP is still relevant.

**Objectives.** The aim of the study was to evaluate the effect of different air-powder systems on the structure of tooth enamel.

**Matodology.** The study consisted of 2 parts: experimental and clinical-laboratory. The experimental part of the study consisted in the allocation of experimental groups, their subsequent processing depending on the active component of the UPP (sodium bicarbonate, calcium carbonate, their mixture, glycine, trehalose) and study by scanning electron microscopy. Clinical and laboratory research is aimed at studying the time spent on the removal of soft pigmented plaque; the degree of cleaning of the tooth surface; the amount of powder required to perform PGPR; as well as the atomization of powder during the procedure; the traumatic effect of these systems on the structure of tooth enamel by interpreting the index of tooth sensitivity of L.Yu. Orekhova – S.B. Ulitovsky (TS-O-U index, %); and studying the average linear (Vas) velocity of blood flow in periodontal tissues using the method of Doppler ultrasound.

**Results.** Powders with a mixture of sodium bicarbonate and calcium carbonate have the greatest damaging effect on tooth enamel structure, and powders with trehalose and glycine have the least damaging effect. On the basis of clinical study it was revealed that powders based on trehalose and glycine have less damaging effect both on tooth enamel and periodontal tissues, which is confirmed by the index of tooth sensitivity of L.Yu. Orekhova – S.B. Ulitovsky and the results of ultrasound Dopplerography.

**Conclusions.** The conducted research allows recommending therapeutic dentists, periodontists, as well as dental hygienists to use glycine- and trehalose-based UPDs in their clinical practice due to their effective, safe and ergonomic use.

**Keywords:** Air-powder systems, calcium carbonate, sodium bicarbonate, mixture of calcium carbonate and sodium bicarbonate, glycine, trehalose, microcirculation

The authors declare no conflict of interest.

Alexander A. PETROV ORCID ID 0000-0002-8813-4577

Assistant of the Department of the Operative Dentistry and Periodontology, Pavlov First Saint Petersburg State Medical University, Saint Petersburg, Russia  
paa\_stom@mail.ru

Veronica Yu. VASHNEVA ORCID ID 0000-0001-5548-4389

PhD in Medical sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Operative Dentistry and Periodontology, Pavlov First Saint Petersburg State Medical University, Saint Petersburg, Russia  
veronicakrylova@yandex.ru

Ekaterina S. LOBODA ORCID ID 0000-0003-1094-7209

PhD in Medical sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Operative Dentistry and Periodontology, Pavlov First Saint Petersburg State Medical University, Saint Petersburg, Russia  
dr\_ekaterinaloboda@mail.ru

Lyudmila Yu. OREKHOVA ORCID ID 0000-0002-8026-0800

Grand PhD in Medical sciences, Professor, Head of the Department of Operative Dentistry and Periodontology, Pavlov First Saint Petersburg State Medical University, Saint Petersburg, Russia  
prof\_orekhova@mail.ru

Anastasia M. MORDOVINA ORCID ID 0009-0001-6966-1304

5<sup>th</sup> year Student, Pavlov First Saint Petersburg State Medical University, Saint Petersburg, Russia  
asya.mordovina01@gmail.com

Olga V. PROKHOROVA ORCID ID 0000-0001-5548-4389

PhD in Medical sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Operative Dentistry and Periodontology, Pavlov First Saint Petersburg State Medical University, Saint Petersburg, Russia  
olga-dent@mail.ru

Danila I. ANDREEV ORCID ID 0009-0007-9176-8179

5<sup>th</sup> year Student, Pavlov First Saint Petersburg State Medical University, Saint Petersburg, Russia  
danila\_andreev01@mail.ru

Maka G. PACHKORIYA ORCID ID 0000-0001-9471-3885

PhD in Medical sciences, Assistant of the Department of Operative Dentistry and Periodontology, Pavlov First Saint Petersburg State Medical University, Saint Petersburg, Russia  
makensia@mail.ru

**Address for correspondence:** Alexander A. PETROV

197022, St. Petersburg, st. Leo Tolstoy, d. 6–8, Department of Operative Dentistry and Periodontology  
+7 (931) 007-99-96  
paa\_stom@mail.ru

### For citation:

Petrov A.A., Vashneva V.Yu., Loboda E.S., Orekhova L.Yu., Mordovina A.M., Prokhorova O.V., Andreev D.I., Pachkoria M.G.

STUDY OF TOOTH ENAMEL SURFACE STRUCTURE AFTER TREATMENT WITH AIR-POWDER SYSTEMS OF DIFFERENT GENERATIONS. *Actual problems in dentistry*. 2024; 1: 114-121. (In Russ.)

© Petrov A.A. et al., 2024

DOI: 10.18481/2077-7566-2024-20-1-114-121

Received 19.03.2024. Accepted 12.04.2024

## Введение

Поддерживающее пародонтологическое лечение является одной из важнейших частей современной пародонтологической терапии в сохранении здоровья пародонта путем удаления наддесневой и поддесневой биопленки, что предупреждает и снижает риски прогрессирования заболеваний тканей пародонта [1]. Этот вид терапии включает в себя дебридмент, удаление бактериальной биопленки, а также обучение индивидуальной гигиене полости рта. Наиболее важным этапом является дебридмент, который позволяет эффективно удалять наддесневую и поддесневую биопленку и поддерживать клинический уровень прикрепления десневого края.

С другой стороны, использование воздушно-полировочных систем (ВПС) — более новая техника, чем использование в алгоритме проведения профессиональной гигиены полости рта (ППГР) только полировочных резинок или щеток, и в последние годы она получила широкое распространение в клинической практике. Воздушно-полировочная обработка — это методика удаления пигментированного налета с помощью устройства, которое распыляет воду и абразивный порошок, например бикарбонат натрия, глицин или карбонат кальция, под определенным давлением. Такие факторы, как расстояние от наконечника прибора до зуба, угол нанесения и давление распыления, имеют решающее значение для удаления пигментированного налета, воздействуя на зуб и окружающие его ткани. Но есть и отрицательные качества использования ВПС, при которых могут определяться дегенеративные изменения в структуре эмали зубов, включая увеличение шероховатости и обесцвечивание поверхности, а также возникновение нарушения краевой адаптации на реставрационных поверхностях [2].

Устройства для воздушной полировки были введены в клиническую практику в качестве альтернативы традиционным методам удаления биопленки; их использование считается менее трудоемким, они способны эффективно удалять наддесневую и поддесневую биопленку. Кроме того, ВПС могут достигать и полировать участки, труднодоступные для ручного инструментария и ультразвукового скейлинга [3]. В качестве исходного материала для воздушной полировки использовался бикарбонат натрия, который является эффективным средством для удаления наддесневой биопленки, а воздушная полировка оказалась менее трудоемкой по сравнению с традиционными методами [1]. Однако средний размер частиц, твердость и форма порошков бикарбоната натрия, используемых в ВПС, делали их очень абразивными, что приводило к повреждению твердых тканей зубов, а иногда и к травме мягких тканей [1]. В связи с активно развивающейся отраслью стоматологии в аспекте профилактики и разработке новых видов порошков, обладающих меньшим повреждающим воздействием на структуру эмали зубов, для облегчения удаления биопленки был разработан мини-

мально абразивный порошок для воздушной полировки, состоящий из соли аминокислоты глицина [4]. По сравнению с бикарбонатом натрия, глицин менее абразивен и хорошо растворим в воде [4]. Кроме того, доказано, что глицин обладает иммуномодулирующим, противовоспалительным и цитопротекторным действием на ткани пародонта, что делает его идеальным материалом для проведения ППГР [5].

Влияние этих часто применяемых методов использования ВПС является предметом интереса многих исследователей. Исследования показывают частое использование профилометрических приборов для измерения шероховатости поверхности и сканирующих электронных микроскопов (СЭМ) для получения изображений топографии поверхности [6, 7]. Эти исследования позволили уточнить абразивное воздействие полировки на ткани зуба [8, 9]. За исключением абразивного воздействия полировки на ткани зуба, в исследованиях мало внимания уделено влиянию ВПС на ткани пародонта [10].

**Цель работы** — в экспериментальных и клинико-лабораторных условиях изучить структуру поверхности эмали зубов после обработки воздушно-порошковыми системами различных поколений.

## Материалы и методы исследования

Исследование проводилось на базе кафедры стоматологии терапевтической и пародонтологии НИИ стоматологии и челюстно-лицевой хирургии и Ботанического института им. В.Л. Комарова Российской академии наук. Само исследование состояло из двух частей: экспериментальной и клиническо-лабораторной.

В экспериментальной части проводилось изучение структуры эмали 100 зубов, удаленных по ортодонтическим показаниям. В последующем было выделено 5 групп по 20 зубов, каждая из которых была обработана воздушно-порошковыми системами различных поколений по общепринятой методике, рекомендованной фирмой-производителем. Использовались порошки с разными действующими веществами: бикарбонатом натрия, карбонатом кальция, их смесью, а также порошки на основе трегалозы и глицина. В каждой группе половина зубов (по 10 из 20-ти) обработалась полировочной пастой с индексом абразивности RDA = 27 (табл. 1, 2).

Затем были изготовлены шлифы зубов с помощью алмазного сепарационного диска путем распила и получения вертикальных шлифов толщиной 1–2 мм. После процедуры однократной обработки ВПС шлифы зубов были изучены методикой сканирующей электронной микроскопии (СЭМ) по специальной методике. Образцы помещали на поверхность металлического цилиндра, фиксировали двусторонней клейкой лентой с антистатиком и покрывали золотом в распылителе Emitech K-550 (Emitech Ltd, Эшфорд) в контролируемой атмосфере аргона при давлении  $1 \times 10^{-1}$  мбар. Ультра-

структура поверхности образцов оценена с помощью сканирующего электронного микроскопа Jeol JSM 6390LA (Япония, год выпуска 2007), работающего при ускоряющем напряжении 7 кВ и при увеличении  $\times 50$ – $\times 200$ . Оценка результатов происходила визуально и с помощью программного обеспечения EasyEDX.

В клиническо-лабораторной части исследования приняли участие 45 человек в возрасте от 18 до 25 лет, без общесоматических заболеваний, лица женского пола не были беременны. Состояние тканей пародонта — без воспалительных явлений, или наблюдался хронический генерализованный пародонтит в стадии

Таблица 1

**Характеристики активных компонентов, входящих в состав ВПС**

Table 1. Characteristics of the active components included in the composition of the UPPs

Активный компонент ВПС / характеристика ВПС Active component of APS / characteristic of APS	Бикарбонат натрия Sodium bicarbonate	Карбонат кальция Calcium carbonate	Бикарбонат натрия + карбонат кальция Sodium bicarbonate + calcium carbonate	Глицин Glycine	Трегалоза Trehalose
Размер частиц Particle size	65 мкм	60 мкм	60 мкм	65 мкм	65 мкм
Форма частиц Particle shape	Кристаллическая Crystalline	Сферическая Spherical	Сферическая Spherical	Кристаллическая Crystalline	Сферическая Spherical
Твердость частиц по шкале Мооса Hardness of particles on the Mohs scale	2,5	3	3	2	2
Растворимость Solubility	-	-	-	+	+

Таблица 2

**Численное разделение на исследуемые группы в экспериментальной части исследования**

Table 2. Numerical division into the studied groups in the experimental part of the study

Активный компонент ВПС / Использование полировочной пасты Active component of the APS / Use of polishing paste	Использование полировочной пасты Use of polishing paste	Без использования полировочной пасты Without polishing paste
ВПС на основе бикарбоната натрия (n = 20) APS based on sodium bicarbonate (n = 20)	n = 10	n = 10
ВПС на основе карбоната кальция (n = 20) APS based on calcium carbonate (n = 20)	n = 10	n = 10
ВПС на основе смесь бикарбоната натрия + карбоната кальция (n = 20) APS based on sodium bicarbonate + calcium carbonate mixture (n = 20)	n = 10	n = 10
ВПС на основе глицина (n = 20) APS based on glycine (n = 20)	n = 10	n = 10
ВПС на основе трегалозы (n = 20) APS based on trehalose (n = 20)	n = 10	n = 10

Таблица 3

**Численное разделение на исследуемые группы в клинико-лабораторной части исследования**

Table 3. Numerical division into the studied groups in the clinical and laboratory part of the study

Активный компонент ВПС Active component of the APS	I группа Group I		II группа Group II		III группа Group III
	Бикарбонат натрия Sodium bicarbonate	Глицин Glycine	Карбонат кальция Calcium carbonate	Трегалоза Trehalose	
Итого Total	N = 15		N = 15		N = 15

ремиссии, отсутствовали явления гиперестезии эмали зубов. В ходе исследования всем пациентам была проведена воздушно-абразивная обработка зубов с использованием аппарата с универсальной насадкой, рекомендованной фирмой-производителем. Предварительно полость рта пациентов была разделена на две стороны (правую и левую), в зависимости от обработки определенным средством [9]. Пациентов разделили на исследуемые группы в зависимости от вида воздушно-порошковых систем (по 15 человек в 3-х группах).

До начала исследования определяли значение клинического индекса окрашивания по Lobene (LSI) (1969) на правой и левой сторонах зубного ряда верхней и нижней челюсти. Индекс окрашивания рассчитывали путем умножения интенсивности окрашивания на степень окрашивания на каждом участке [9]. Индексы левой и правой сторон сравнили для подтверждения сходства уровня гигиены обеих сторон до и после проведения профессиональной гигиены полости рта [9].

Для интенсивности были зарегистрированы следующие оценки:

- 0 = нет пятен;
- 1 = легкое пятно;
- 2 = умеренное пятно;
- 3 = сильное пятно.

Для степени окрашивания были зарегистрированы следующие оценки:

- 0 = пятно не обнаружено;
- 1 = пятно на одну треть области;
- 2 = пятно на две трети области;
- 3 = пятно более чем на две трети области [9].

Для объективной оценки эффективности выбранных ВПС были использованы следующие показатели:

- изучение времени, затраченного на удаление мягкого пигментированного зубного налета [9]; степень очищения поверхности зубов; количество порошка, необходимого для проведения ПГПР; распыление порошка во время процедуры;
- анализ динамики показателей индекса чувствительности зубов Л.Ю. Ореховой — С.Б. Улитовского (Индекс СЗ О-У, %);

- анализ показателей средней линейной (Vas) скорости кровотока с помощью метода ультразвуковой доплерографии.

Для субъективной оценки проводилось:

- анкетирование пациентов после проведения ПГПР на предмет их ощущений во время процедуры и после нее: респонденты оценивали болевую реакцию, чувствительность зубов, ощущение гладкости зубов, а также общее состояние после профессиональной гигиены.

Критерии включения в исследование:

Экспериментальная часть:

- зубы людей, удаленные по ортодонтическим и хирургическим показаниям;
- использование воздушно-порошкового наконечника с универсальной насадкой, рекомендованной фирмой-производителем.

Клиническая часть:

- отсутствие тяжелых общесоматических заболеваний;
- состояние тканей пародонта без воспалительных заболеваний;
- отсутствие явлений гиперестезии эмали.

Критерии исключения:

Экспериментальная часть:

- различные дефекты на поверхности эмали зубов;

Клиническая часть:

- использование пародонтологических зубных паст и ополаскивателей;
- проведенная ПГПР и/или реминерализующая терапия за последние 12 месяцев;
- вредные привычки (курение).

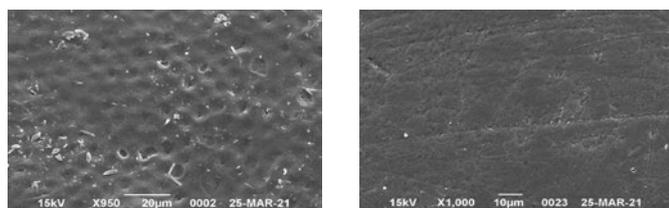
Статистическая обработка данных проводилась с применением программного пакета Statistica 10.0 (StatSoft, Inc., США). Все численные показатели представлены в виде среднего и стандартной ошибки ( $M \pm m$ ). Достоверность различий оценивали в зависимости от распределения с использованием U-критерия Манна-Уитни. Для оценки достоверности различий между изучаемыми показателями в динамике использовали t-критерий Стьюдента. Различия считали статистически значимыми при  $p < 0,05$ .

### Результаты исследования и их обсуждение

После обработки ВПС с разными активными компонентами и изучением структуры шлифов зубов человека были получены следующие результаты.

На исследуемых образцах, обработанных ВПС на основе бикарбоната натрия, имеются участки с измененной поверхностью, на которых определяются повреждения структуры эмали и углубления различной локализации (50–150  $\mu\text{m}$ ). После использования полировочной пасты определяется сглаженная ультраструктура поверхности с небольшими сколами (рис. 1).

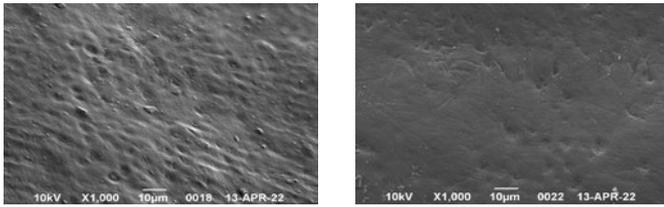
На исследуемых образцах, обработанных ВПС на основе карбоната кальция, структура поверхности эмали гладкая с небольшими участками трещин. После



*a* — обработанная ВПС на основе бикарбоната натрия;  
*a* – treated APS on the basis of sodium bicarbonate;

*b* — обработанная ВПС на основе бикарбоната натрия с использованием полировочной пасты  
*b* – treated sodium bicarbonate-based APS using polishing paste.

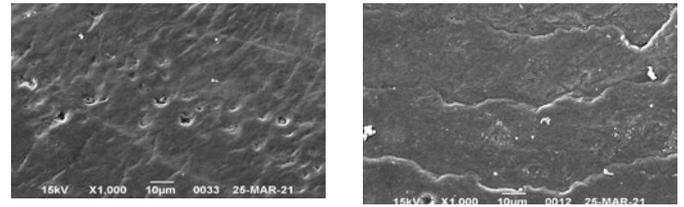
Рис. 1. Сканогрaмма. Структура поверхности эмали зубов  
Fig. 1. Scanogram. Structure of the tooth enamel surface



*a* — обработанная ВПС на основе карбоната кальция;  
*a* – treated APS on the basis of calcium carbonate;

*б* — обработанная ВПС на основе карбоната кальция с использованием полировочной пасты.  
*b* – treated calcium carbonate-based APS with the use of polishing paste.

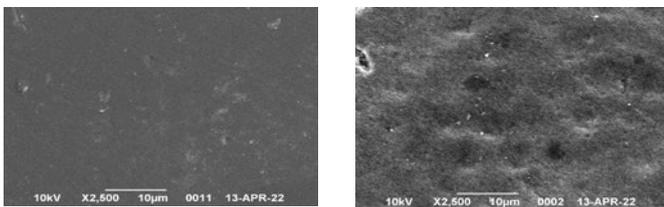
Рис. 2. Сканограмма. Структура поверхности эмали зубов  
Fig. 2. Scanogram. Structure of the tooth enamel surface



*a* — обработанная ВПС на основе смеси бикарбоната натрия и карбоната кальция;  
*a* – treated APS based on a mixture of sodium bicarbonate and calcium carbonate;

*б* — обработанная ВПС на основе смеси бикарбоната натрия и карбоната кальция с использованием полировочной пасты  
*b* – treated APS based on a mixture of sodium bicarbonate and calcium carbonate. using polishing paste

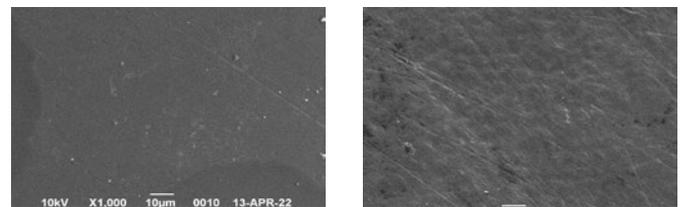
Рис. 3. Сканограмма. Структура поверхности эмали зубов  
Fig. 3. Scanogram. Structure of the tooth enamel surface



*a* — обработанная ВПС на основе глицина;  
*a* – glycine-treated APS;

*б* — обработанная ВПС на основе глицина с использованием полировочной пасты  
*b* – treated glycine-based APS using polishing paste

Рис. 4. Сканограмма. Структура поверхности эмали зубов  
Fig. 4. Scanogram. Structure of the tooth enamel surface



*a* — обработанная ВПС на основе трегалозы;  
*a* – Trehalose-treated APS;

*б* — обработанная ВПС на основе трегалозы с использованием полировочной пасты  
*b* – Trehalose-based treated APS using polishing paste

Рис. 5. Сканограмма. Структура поверхности эмали зубов  
Fig. 5. Scanogram. Structure of the tooth enamel surface

использования полировочной пасты определяется сглаженная ультраструктура поверхности с небольшими царапинами (рис. 2).

На исследуемых образцах, обработанных ВПС на основе смеси бикарбоната натрия и карбоната кальция, определяются участки с измененной поверхностью, при которых обнаружены повреждения структуры эмали и углубления различной локализации (50–150  $\mu\text{m}$ ). Однако после использования полировочной пасты наблюдается сглаженная ультраструктура поверхности с небольшими царапинами (рис. 3).

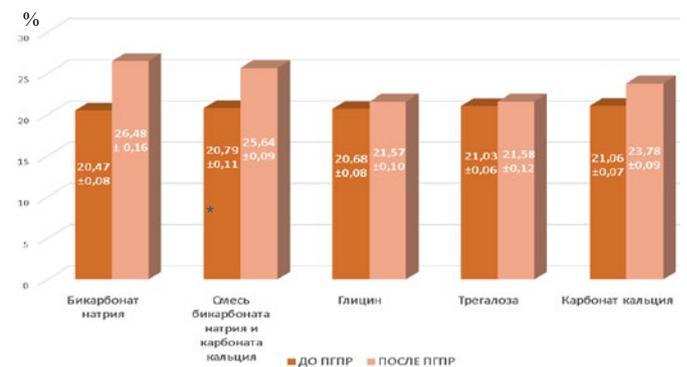
На исследуемых образцах, обработанных ВПС на основе глицина, структура поверхности эмали гладкая с отсутствием трещин. Однако после использования полировочной пасты (RDA = 27) наблюдается появление небольших царапин (рис. 4).

На исследуемых образцах, обработанных ВПС на основе трегалозы, структура поверхности эмали гладкая с отсутствием трещин. Однако после использования полировочной пасты (RDA = 27) наблюдается появление небольших царапин (рис. 5).

После проведения ПГПР статистически значимые отличия и увеличение гиперестезии зубов по данным индекса чувствительности зубов Л.Ю. Ореховой — С.Б. Улитовского определяются в группах

с активными компонентами ВПС бикарбонатом натрия и смесью бикарбоната натрия и карбоната кальция ( $20,47 \pm 0,08\%$  и  $20,79 \pm 0,11\%$  относительно  $26,48 \pm 0,16\%$  и  $25,64 \pm 0,09\%$ ) (рис. 6).

Также после проведения ПГПР наблюдается значительное увеличение показателей средней линейной (Vas) скорости кровотока в тканях пародонта при



\* Статистически значимые различия,  $p < 0,05$

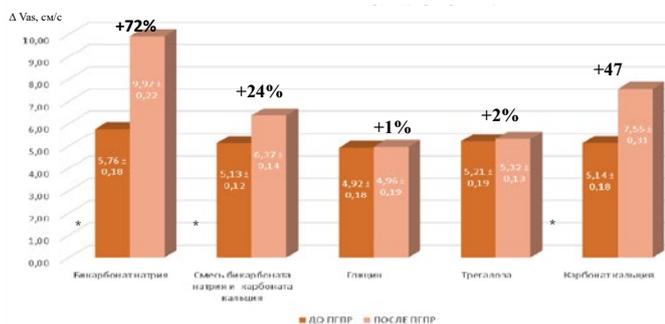
Рис. 6. Показатели индекса чувствительности зубов Л.Ю. Ореховой — С.Б. Улитовского (индекс СЗ О-У, %) до и после проведения ПГПР различными ВПС  
Fig. 6. Dental sensitivity index of L.Y. Orekhova – S.B. Ulitovskiy (NW O-U index, %) before and after PGR by different APS

использовании ВПС с активными компонентами на основе бикарбоната натрия ( $5,76 \pm 0,18$  см/с относительно  $9,92 \pm 0,22$  см/с), смеси бикарбоната натрия и карбоната кальция ( $5,13 \pm 0,12$  см/с относительно  $6,37 \pm 0,14$  см/с) и карбоната кальция ( $5,14 \pm 0,18$  см/с относительно  $7,55 \pm 0,31$  см/с) (рис. 7).

Во время проведения ПГПР значительной разницы во времени при обработке 1 сегмента среди различных ВПС обнаружено не было, однако наименьшее время на обработку потребуется при использовании ВПС на основе

трегалозы ( $6,84 \pm 0,58$  сек.). Во всех группах отмечена хорошая степень очищения поверхности зубов. Большой расход порошка при проведении ПГПР наблюдается при использовании карбоната кальция и смеси карбоната кальция и бикарбоната натрия, а наименьший расход — при использовании трегалозы. Наибольшее распыление аэрозоля от ВПС зафиксировано при использовании бикарбоната натрия, а его наименьшее образование — при использовании растворимых порошков, а именно глицина и трегалозы (табл. 4).

В целом, пациенты положительно отнеслись к проведенной ПГПР и оценили хороший очищающий эффект после, однако при использовании ВПС на основе бикарбоната натрия, карбоната кальция и их смеси респонденты отметили болевую реакцию колющего характера, а также саднение десневого края. Также респонденты отметили значительную болевую реакцию при использовании ВПС на основе бикарбоната натрия и явление гиперестезии эмали после использования нерастворимых ВПС (табл. 5).



\* Статистически значимые различия,  $p < 0,05$

Рис. 7. Средние значения линейной (Vas) скорости кровотока в тканях пародонта до и после ПГПР различными ВПС

Fig. 7. Mean linear (Vas) blood flow velocity values in periodontal tissues before and after PGP by different APS

## Выводы

1. Наибольшим повреждающим воздействием на структуру эмали зубов обладают порошки со смесью бикарбоната натрия и карбоната кальция, а наименьшим — порошки с трегалозой и глицином;

Таблица 4

## Объективная оценка использования ВПС после проведения ПГПР

Table 4. Objective assessment of APS utilization after PCI

Вопросы Questions		Воздушно-абразивное средство Air abrasive				
		Бикарбонат натрия Sodium bicarbonate	М Бикарбонат натрия + карбонат кальция Sodium bicarbonate + calcium carbonate	Глицин Glycine	Трегалоза Trehalose	Карбонат кальция Calcium carbonate
Время, потраченное на обработку 1 сегмента (мин) Time taken to process 1 segment (min)		$7,67 \pm 0,49$	$8,97 \pm 0,54$	$7,21 \pm 0,45$	<b><math>6,84 \pm 0,58</math></b>	$6,86 \pm 0,62$
Степень очищения поверхности зуба Degree of cleaning of the tooth surface	Плохое Bad	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %
	Хорошее Good	87,5 %	87,5 %	75 %	62,5 %	75 %
	Отличное Excellent	12,5 %	12,5 %	25 %	37,5 %	25 %
Количество порошка, необходимое для проведения ПГПР Amount of powder required to carry out SVCP	Большое Big	25 %	<b>50 %</b>	37,5 %	12,5 %	<b>50 %</b>
	Среднее Average	62,5 %	37,5 %	37,5 %	<b>37,5 %</b>	25 %
	Небольшое A small	12,5 %	12,5 %	25 %	<b>50 %</b>	25 %
Распыление порошка во время проведения ПГПР Powder spraying during SVCP operations	Большое Big	<b>75 %</b>	62,5 %	0 %	0 %	62,5 %
	Среднее Average	25 %	37,5 %	12,5 %	12,5 %	37,5 %
	Небольшое A small	0 %	0 %	<b>87,5 %</b>	<b>87,5 %</b>	0 %

2. После обработки зубов порошком на основе бикарбоната натрия, карбоната кальция, а также их смесью необходимо использовать полировочную пасту (RDA = 27), что делать, напротив, не рекомендуется после использования порошков на основе глицина и трегалозы;

3. На основании клинического исследования было выявлено, что порошки на основе трегалозы и глицина оказывают меньшее повреждающее воздействие как на эмаль зубов, так и на ткани пародонта, что подтверж-

дается показателями индекса чувствительности зубов Л.Ю. Ореховой — С.Б. Улитовского и результатами ультразвуковой доплерографии;

4. Значительной разницы во времени, затраченном на проведение ПГПР, не было выявлено;

5. На основании результатов анкетирования пациентов мы пришли к выводу, что наибольшей эффективностью обладают порошки на основе трегалозы и глицина.

Таблица 5

Субъективная оценка пациентов после проведения ПГПР разными ВПС

Table 4. Subjective evaluation of patients after PGPR by different APS

Вопросы Questions	Воздушно-абразивное средство Air abrasive				
	Бикарбонат натрия Sodium bicarbonate	М Бикарбонат натрия + карбонат кальция Sodium bicarbonate + calcium carbonate	Глицин Glycine	Трегалоза Trehalose	Карбонат кальция Calcium carbonate
Характеристика болевой реакции Characterization of the pain response	Колющая Stabbing	Саднение Saddening	-	-	Саднение Saddening
Болевая реакция в баллах Pain response in points	8	6	1	1	4
Была ли чувствительность во время проведения ПГПР Whether there was sensitivity at the time of the PGPR procedure	да	да	нет	нет	да
Ощущение гладкости зубов после ПГПР Feeling of smooth teeth after PGPR	Плохое Bad	12,5 %	12,5 %	12,5 %	12,5 %
	Хорошее Good	50 %	50 %	12,5 %	25 %
	Отличное Excellent	37,5 %	37,5 %	75 %	62,5 %
Общее состояние от проведения ПГПР Overall status from the implementation of the HPMP	Плохое Bad	25 %	25 %	0 %	0 %
	Хорошее Good	37,5 %	50 %	12,5 %	25 %
	Отличное Excellent	37,5 %	25 %	87,5 %	75 %

Литература/References

- Zhu M., Zhao M., Hu B., Wang Y., Li Y., Song J. Efficacy of glycine powder air-polishing in supportive periodontal therapy: a systematic review and meta-analysis // J Periodontal Implant Sci. – 2021;51(3):147-162. doi: 10.5051/jpis.1902340117.
- Okumuş Ö., Orbak R., Özkan Karasu Y., Gül P. The Evaluation of Different Polishing Techniques' Effects on the Post-operative External Staining of Enamel in Primary and Permanent Tooth // Cureus. – 2023;15(5):e39690. doi:10.7759/cureus.39690
- Sun K., Gui G., Wang F. Evaluation of the efficacy of subgingival air-polishing during periodontal maintenance phase // Jiangsu Medical Journal. – 2016;42:2268-2270. doi: 10.5051/jpis.1902340117
- Bozbay E., Dominici F., Gokbuget A.Y., Cintan S., Guida L., Aydin M.S. et al. Preservation of root cementum: a comparative evaluation of power-driven versus hand instruments // Int J Dent Hyg. – 2018;16:202-209. doi: 10.1111/ihd.12249
- Schaumann T., Kraus D., Winter J., Wolf M., Deschner J., Jäger A. Potential immune modularly role of glycine in oral gingival inflammation // Clin Dev Immunol. – 2013;2013:808367. DOI: 10.1155/2013/808367
- Camboni S., Donnet M. Tooth surface comparison after air polishing and rubber cup: a scanning electron microscopy study // J Clin Dent. – 2016;27:13-18. https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28390211/
- Оксас Н.С. Сравнительная оценка использования воздушно-абразивных средств на основе карбоната кальция и гидрокарбоната натрия в комплексном лечении воспалительных заболеваний пародонта : дисс. ... канд. Мед. Наук. Санкт-Петербург, 2008:155. [N.S. Oksas. Comparative evaluation of the use of air-abrasive means on the basis of calcium carbonate and sodium hydrogen carbonate in the complex treatment of inflammatory periodontal diseases: specialty : diss. candidate of medical sciences. St. Petersburg, 2008:155. (In Russ. J)]. https://www.elibrary.ru/item.asp?id=15878320
- Орехова Л.Ю., Лобода Е.С., Нейцберг Д.М., Боева П.А., Березкина И.В. Сравнительная оценка изменений ультраструктуры поверхности эмали зубов и дентальных имплантатов при использовании воздушно-абразивных методик деконтаминации поверхности различными типами абразивов в процессе проведения профессиональной гигиены. Пародонтология. 2019;24(2):133-139. [L.Yu. Orekhova, E.S. Loboda, D.M. Neizberg, P.A. Boeva, I.V. Berezkina. Comparative estimation of the changes in the ultrastructure of the tooth enamel surface and dental implants at the use of the air-abrasive techniques of the surface decontamination by different types of abrasives in the process of the professional hygiene. Periodontology. 2019;24(2):133-139. (In Russ. J)]. https://doi.org/10.33925/1683-3759-2019-24-2-133-139
- Орехова Л.Ю., Лобода Е.С., Березкина И.В., Боева П.А., Рачина Д.В. Сравнительная оценка клинической эффективности воздушно-абразивных средств различных поколений в комплексной профилактике основных стоматологических заболеваний. Стоматология детского возраста и профилактика. 2020;20(4):296-302. [L.Yu. Orekhova, E.S. Loboda, I.V. Berezkina, P.A. Boeva, D.V. Rachina. Comparative assessment of clinical effectiveness of air-abrasives of different generations in complex prevention of major dental diseases. Stomatology of pediatric age and prophylaxis. 2020;20(4):296-302. (In Russ. J)]. https://doi.org/10.33925/1683-3031-2020-20-4-296-302
- Петров А.А. Оптимизация диагностики заболеваний пародонта и тактики проведения профессиональной гигиены полости рта у лиц молодого возраста при различных видах курения : дисс. ... канд. Мед. Наук. Санкт-Петербург, 2023:204. [A.A. Petrov. Optimization of diagnostics of periodontal diseases and tactics of professional oral hygiene in young people at different types of smoking : diss. ... candidate of medical sciences. St. Petersburg, 2023:204. (In Russ. J)]. https://www.elibrary.ru/item.asp?id=59960563

DOI: 10.18481/2077-7566-2024-20-1-122-126

УДК: 616.311:57.083+616.98-02:578.834.1-06

## СРАВНЕНИЕ ИНДЕКСА БИОРАЗНООБРАЗИЯ ПАРОДОНТАЛЬНЫХ ПРОСТРАНСТВ У ПАЦИЕНТОВ В ПОСТКОВИДНОМ ПЕРИОДЕ

Цинеккер Д. Т.<sup>1</sup>, Модина Т. Н.<sup>2</sup>, Хусаинов И. Х.<sup>1</sup>, Цинеккер Д. А.<sup>1</sup>, Гануми С.-М.<sup>1</sup>, Мамаева Е. В.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Казанский государственный медицинский университет, г. Казань, Россия

<sup>2</sup> Институт усовершенствования врачей ФБГУ «Национальный медико-хирургический Центр имени Н. И. Пирогова», г. Москва, Россия

### Аннотация

**Актуальность.** Совершенствование диагностики и оказания пародонтологической помощи пациентам с хроническим пародонитом в сочетании с герпетическими и кандидозными поражениями является актуальной целью многих современных исследований. Пандемия COVID-19 и постковидный синдром достаточно существенно изменили взгляд врачей-стоматологов на диагностику и лечение указанных коморбидных и ассоциативных заболеваний.

**Цель:** сравнение индекса биоразнообразия Шеннона исследуемых групп.

**Материалы и методы.** Нами было проведено одноцентровое рандомизированное проспективное клиничко-микробиологическое контролируемое открытое исследование в целях определения коморбидности герпеса и ассоциации кандидоза и хронического генерализованного пародонита, обследован 61 пациент (в возрасте от 18 до 19 лет).

**Результаты.** В целом, хочется подчеркнуть, что чем меньше мы фиксируем индекс биоразнообразия Шеннона, тем более здоровым является исследуемое пространство, в нашем случае пародонтальное, так как меньшее биоразнообразие — это сформированное устойчивое микробное сообщество, способствующее сохранению постоянства и защите от условно-патогенных и патогенных форм. В заключение необходимо отметить, что патогенез COVID-19 поистине интересен и уникален, а данных об изменении спектра пародонтопатогенной и нормальной микробиоты при рассматриваемой патологии практически нет, поэтому применение метагеномного анализа орального микробиома на фоне перенесенной коронавирусной инфекции расширит представления о течении указанных коморбидных заболеваний. Лечебные мероприятия с целью снижения вирусной нагрузки в тканях пародонта могут способствовать не только снижению количества возможных ниш для жизнедеятельности вируса, но и укреплению тканей пародонта, препятствуя развитию коморбидных и ассоциативных форм заболеваний.

**Ключевые слова:** пародонит, COVID-19, герпетический стоматит, кандидозный стоматит, биоразнообразие

**Благодарность.** Посвящаем данную статью нашему наставнику, другу и руководителю Модиной Тамаре Николаевне! Светлая память!

Авторы заявили об отсутствии конфликта интересов.

Дарья Тиловна ЦИНЕККЕР ORCID ID 0000-0001-6635-0941

ассистент, аспирант кафедры стоматологии детского возраста, Казанский государственный медицинский университет, г. Казань, Россия  
daschaz@inbox.ru

Тамара Николаевна МОДИНА ORCID ID 0000-0002-2036-9464

д.м.н., профессор кафедры челюстно-лицевой хирургии и стоматологии, Институт усовершенствования врачей ФБГУ «Национальный медико-хирургический Центр имени Н. И. Пирогова», г. Москва, Россия  
tmodina@mail.ru

Ирек Хайдарович ХУСАИНОВ ORCID ID 0000-0003-2466-6440

аспирант кафедры биохимии и клинической лабораторной диагностики, Казанский государственный медицинский университет, г. Казань, Россия  
i@khusainovirek.ru

Дина Айдаровна ЦИНЕККЕР ORCID ID 0000-0002-8366-5731

к.м.н., доцент кафедры стоматологии детского возраста, Казанский государственный медицинский университет, г. Казань, Россия  
dzinecker@mail.ru

Сэба-Мария ГАНУМИ ORCID 0009-0009-1788-1303

студент, Казанский государственный медицинский университет, г. Казань, Россия  
Sebatariya73@gmail.com

Елена Владимировна МАМАЕВА ORCID ID 0000-0002-4087-2212

д.м.н., профессор кафедры стоматологии детского возраста, Казанский государственный медицинский университет, г. Казань, Россия  
tataeva49.49@mail.ru

Адрес для переписки: Дарья Тиловна ЦИНЕККЕР

420029, Россия, г. Казань, ул. Заря, 7а, кв. 50

+7 (967) 3434390

daschaz@inbox.ru

### Образец цитирования:

Цинеккер Д. Т., Модина Т. Н., Хусаинов И. Х., Цинеккер Д. А., Гануми С.-М., Мамаева Е. В.

СРАВНЕНИЕ ИНДЕКСА БИОРАЗНООБРАЗИЯ ПАРОДОНТАЛЬНЫХ ПРОСТРАНСТВ У ПАЦИЕНТОВ В ПОСТКОВИДНОМ ПЕРИОДЕ. Проблемы стоматологии. 2024; 1: 122-126.

© Цинеккер Д. Т. и др., 2024

DOI: 10.18481/2077-7566-2024-20-1-122-126

Поступила 30.01.2024. Принята к печати 19.02.2024

DOI: 10.18481/2077-7566-2024-20-1-122-126

## COMPARISON OF THE SHANNON BIODIVERSITY INDEX OF STUDY GROUPS

Tsinekker D.T.<sup>1</sup>, Modina T.N.<sup>2</sup>, Khusainov I.K.<sup>1</sup>, Tsinekker D.A.<sup>1</sup>, Ganumi S.-M.<sup>1</sup>, Mamaeva E.V.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Kazan State Medical University, Kazan, Russia

<sup>2</sup> Institute for Advanced Medical Studies of the Federal State Institution National Medical and Surgical Center named after N.I. Pirogov

### Annotation

**Relevance.** Improving the diagnosis and provision of periodontal care to patients with chronic periodontitis in combination with herpetic and candidal lesions is an urgent goal of many modern studies. The COVID-19 pandemic, and the post-COVID syndrome, have sufficiently changed the view of dentists on the diagnosis and treatment of these comorbid and associative diseases.

**Purpose:** comparison of the Shannon biodiversity index of the studied groups.

**Materials and methods.** We conducted a single-center, randomized, prospective, clinical-microbiological, controlled, open study to determine the comorbidity of herpes and candida infections with chronic generalized periodontitis; 61 patients (aged 18 to 19 years) were examined.

**Results:** In general, I would like to emphasize that the less we record the Shannon biodiversity index, the healthier the space under study, in our case the periodontal area, is. Since less biodiversity is a formed stable microbial community, contributing to the preservation of constancy and protection from opportunistic and pathogenic forms. In conclusion, I would like to note that the pathogenesis of COVID-19 is truly interesting and unique, and there is practically no data on changes in the spectrum of periodontopathogenic and normal microbiota in the pathology under consideration, therefore the use of metagenomic analysis of the oral microbiome against the background of a coronavirus infection will expand the understanding of the course of these comorbid diseases. Therapeutic measures aimed at reducing the viral load in periodontal tissues can help not only reduce the number of possible niches for the life of the virus, but also strengthen periodontal tissues, preventing the development of comorbid and associative forms of diseases.

**Keywords:** periodontitis, COVID-19, stomatitis herpeticiformis, candida infection, biodiversity

**Gratitude.** We dedicate this article to our mentor, friend and leader Modina Tamara Nikolaevna! Rest in peace!

The authors declare no conflict of interest.

**Daria T. TSINEKKER** ORCID ID 0000-0001-6635-0941

Assistant, Postgraduate Student, Department of Pediatric Dentistry, Kazan State Medical University, Kazan, Russia  
daschaz@inbox.ru

**Tamara N. MODINA** ORCID ID 0000-0002-2036-9464

Grand PhD in Medical sciences, Professor of the Department of Maxillofacial Surgery and Dentistry, Institute for Advanced Medical Studies of the Federal State Institution National Medical and Surgical Center named after N.I. Pirogov, Moscow, Russia  
tnmodina@mail.ru

**Irek K. KHUSAINOV** ORCID ID 0000-0003-2466-6440

Postgraduate Student of the Department of Biochemistry and Clinical Laboratory Diagnostics, Kazan State Medical University, Kazan, Russia  
i@khusainovirek.ru

**Dina A. TSINEKKER** ORCID ID 0000-0002-8366-5731

PhD in Medical sciences, Associate Professor, Department of Pediatric Dentistry, Kazan State Medical University, Kazan, Russia  
dzinecker@mail.ru

**Seba-Mariya GANUMI** ORCID 0009-0009-1788-1303 5th year student of Kazan Medical University, Kazan, Russia

Sebamariya73@gmail.com

**Elena V. MAMAIEVA** ORCID ID 0000-0002-4087-2212

Grand PhD in Medical sciences, Professor of the Department of Pediatric Dentistry, Kazan State Medical University, Kazan, Russia  
mamaeva49.49@mail.ru

**Address for correspondence: Daria T. TSINEKKER**

Kazan, 420029, Zarya street 7a-50

+7 (967) 3434390

daschaz@inbox.ru

### For citation:

Tsinekker D.T., Modina T.N., Khusainov I.K., Tsinekker D.A., Ganumi S.-M., Mamaeva E.V.

COMPARISON OF THE SHANNON BIODIVERSITY INDEX OF STUDY GROUPS. *Actual problems in dentistry*. 2024; 1: 122-126. (In Russ.)

© Tsinekker D.T. et al., 2024

DOI: 10.18481/2077-7566-2024-20-1-122-126

Received 30.01.2024. Accepted 19.02.2024

## Введение

**Актуальность.** Совершенствование диагностики и оказания пародонтологической помощи пациентам с хроническим пародонтитом в сочетании с герпетическими и кандидозными поражениями является актуальной целью многих современных исследований. Пандемия COVID-19 и постковидный синдром достаточно существенно изменили взгляд врачей-стоматологов на диагностику и лечение указанных коморбидных и ассоциативных заболеваний. При COVID-19 нейродегенеративные реакции изменяют локальный иммунитет и микробиом в сторону увеличения количества условно-патогенной флоры на фоне цитокинового шторма, а постковидный период стимулирует прогрессирование патологических процессов у коморбидных пациентов с пародонтитом и герпетическими поражениями [5–7].

Биоразнообразие (биологическое разнообразие) — разнообразие различных форм жизни, начиная от генов и заканчивая человеком, а также количественный и качественный показатель разнообразности биологических видов в популяции или нише обитания. Биологическое разнообразие организовано на трех уровнях: генетическое — характеристика генетического разнообразия аллелей в организме, видовое — разнообразие, касающееся видов в популяции, экологическое — совокупная характеристика видов, родов, семейств, отрядов, классов, типов и даже царств различных живых форм в нише обитания [1, 2].

Основные концепции, связанные с биоразнообразием, например, преамбула и конвенция ООН от 1992 г. были развиты только в конце XX века, это связано с технической возможностью изучения генофонда различных экологических ниш. Вследствие этого изучение биоразнообразия является актуальной задачей до сих пор [3].

Одной из наиболее удобных и результативных форм расчета биологического разнообразия является общепринятый индекс биологического разнообразия Шеннона. Данный индекс направлен на численное определение разнообразия видов и разнородности видов живых объектов в популяции. Формула индекса Шеннона содержит в себе логарифмическое исчисление, где минимальное значение равно нулю, а большее стремится к бесконечности. Так как в живом организме нет ниш, где преобладают монокультуры, использование индекса Шеннона для расчета является обоснованным и актуальным [4].

В начале 2022 года новая коронавирусная инфекция (COVID-19) стала неотъемлемой частью повседневной жизни людей всех стран мира. За последние 2 года в отечественной и зарубежной литературе приводятся многочисленные данные о том, что у людей, страдающих или перенесших COVID-19, независимо от штамма вируса, были диагностированы обострения хронических заболеваний полости рта, в частности слизистой оболочки. В постковидном периоде из сто-

матологических проблем чаще может встречаться гипосаливия, воспалительная патология пародонта, хейлиты, стоматиты, а также кандидоз и гиперестезия твердых тканей зубов. В то же время в литературе отсутствуют научно обоснованные рекомендации по уходу за полостью рта для пациентов, перенесших новую коронавирусную инфекцию (COVID-19) [5–7].

**Цель** — сравнение индекса биоразнообразия Шеннона исследуемых групп.

## Материалы и методы

Нами было проведено одноцентровое рандомизированное проспективное клиничко-микробиологическое контролируемое открытое исследование в целях определения коморбидности герпеса и хронического генерализованного пародонтита, обследовано 61 пациент (в возрасте от 18 до 19 лет).

1. Первая основная группа: 25 пациентов с хроническим генерализованным пародонтитом и герпетическими поражениями в постковидном периоде.

1.1. Первая подгруппа — 13 пациентов с хроническим генерализованным пародонтитом и герпесом губ в постковидном периоде.

1.2. Вторая подгруппа — 12 пациентов с хроническим генерализованным пародонтитом и герпетическим стоматитом в постковидном периоде.

2. Вторая основная группа: 13 пациентов с хроническим генерализованным пародонтитом и кандидозными поражениями.

3. Третья группа сравнения: 23 пациента, не инфицированные новой коронавирусной инфекцией, не вакцинированные.

3.1. Первая подгруппа — 11 условно здоровых пациентов с интактным пародонтом.

3.2. Вторая подгруппа — 12 пациентов с хроническим генерализованным пародонтитом.

Отбор образцов биоматериала (проб) проводили после профессиональной гигиены рта и изоляции зубов, с использованием стерильных бумажных штифтов. Пробы в экспериментальных группах были получены из пародонтальных пространств. Нами было получено свидетельство о регистрации объекта интеллектуальной собственности на термин «Пародонтальные пространства» в Банке интеллектуальной собственности и информационных ресурсов ФГБОУ ВО ИГМА Минздрава России. Видом объекта интеллектуальной собственности явился термин, соответствующая запись № 10.22 от 21.12.2022.

Комплекс используемых в работе диагностических мероприятий включал анализ микроорганизмов, выделенных из пародонтальных пространств:

1. Зубодесневой борозды у условно здоровых лиц молодого возраста с интактным пародонтом,

2. Пародонтального кармана у пациентов после перенесенной новой коронавирусной инфекции COVID-19 с генерализованным пародонтитом и с герпесом на губах,

3. Пародонтального кармана пациентов после перенесенной новой коронавирусной инфекции COVID-19 с генерализованным пародонтитом и с герпетиформным стоматитом,

4. Пародонтального кармана пациентов после перенесенной новой коронавирусной инфекции COVID-19 с генерализованным пародонтитом и с кандидозным стоматитом.

Метагеномный профиль определен с использованием спектрофотометра Nanodrop ND-2000 (Wilmington), наборов для анализа Quant-iT dsDNA HS и секвенатора MiSeq (Illumina).

Фрагменты бактериальных генов 16S рPHK амплифицировали со штрихкодированными праймерами Bakt\_341F ('5-CCT ACG GGN GGC WGC AG-3') и Bakt\_805R ('5-GAC TAC HVG GGT ATC TAA TCC-3') с использованием Phusion High-Fidelity ДНК-полимеразы (Thermo Fisher Scientific, США) в трех повторах для каждого образца. Полученный ампликон для каждого образца объединяли и очищали с использованием гранул Agencourt AMPure XP (Beckman Coulter, США). Количество ДНК определяли с помощью набора для анализа Quant-iT dsDNA HS. Секвенирование проводили на секвенаторе MiSeq (Illumina, США).

Статистическая обработка результатов исследования выполнена на персональном компьютере IBM с процессором Core 2 Duo с использованием стандартных статистических программ. Сравнение биоразнообразия исследуемых групп проведено с применением индекса Шеннона. Расчет индекса Шеннона проводится по формуле:

$$H' = - \sum p_i \ln p_i,$$

где  $p_i = n_i/N$  – доля  $i$ -го вида в биотопе,  $n_i$  – численность  $i$ -го вида (экз.),  $N$  – общая численность птиц,  $\ln$  – натуральный логарифм.

Исследование проводили в соответствии с утвержденной инструкцией по экспериментам с участием человека в качестве субъекта и в соответствии с требованиями Локального Этического Комитета ФГБОУ ВО Казанский ГМУ МЗ РФ (выписка из протокола № 9 от 22 ноября 2016 г.).

### Результаты исследования и их обсуждение

Было интересно оценить результаты сравнения биоразнообразия пациентов групп с интактным пародонтитом условно здоровых пациентов, хроническим пародонтитом до новой коронавирусной инфекции и после коронавирусной инфекции (пародонтит и герпетические поражения (герпес губ и герпетиформный стоматит), пародонтит и кандидозные поражения).

По результатам метагеномного исследования пациентов всех исследуемых групп была составлена сводная таблица индекса биоразнообразия Шеннона исследуемых групп (рис.).

В диаграмме распределение групп исследования были использованы несколько другие обозначения, которые облегчили анализ результатов и интерпретацию данных. Кроме того, в диаграмме группы представлены таким образом, чтобы наглядно была видна разница полученных результатов.

*Group 1* — вторая основная группа: 13 пациентов с хроническим генерализованным пародонтитом и кандидозными поражениями.

*Group 2* — вторая подгруппа: 12 пациентов с хроническим генерализованным пародонтитом.

*Group 3* — первая подгруппа: 13 пациентов с хроническим генерализованным пародонтитом и герпесом губ в постковидном периоде.

*Group 4* — вторая подгруппа: 12 пациентов с хроническим генерализованным пародонтитом и герпетиформным стоматитом в постковидном периоде.

*Intact* — первая подгруппа: 11 условно здоровых пациентов с интактным пародонтитом.

Выявлено, что минимальное медианное значение индекса Шеннона соответствовало 5.1 и принадлежало пациентам с интактным пародонтитом, чего и следовало ожидать. Крайние значения индекса Шеннона составили 5.9 и 4.5, что соответствовало разбросу биологического разнообразия у единичных пациентов (отдельные лица молодого возраста) (*Intact*). Достаточно низкий показатель биоразнообразия у группы с интактным пародонтитом (*Intact*) может свидетельствовать о стабильном микробном сообществе, обеспечивающем устойчивое состояние в микробиомном пейзаже тканей пародонта.

У пациентов с пародонтитом при отсутствии постковидного синдрома (*Group 2*) отмечался высокий уровень биоразнообразия в границах индекса Шеннона от 5.7 до 6.3 и иммунный ответ, соответственно, тоже, что допускало наличие микробиоты как патогенной, так и нормальной. Проявления дисбиоза в такой нише, как пародонтит, являются доказанной аксиомой, которую подтвердили наши исследования.

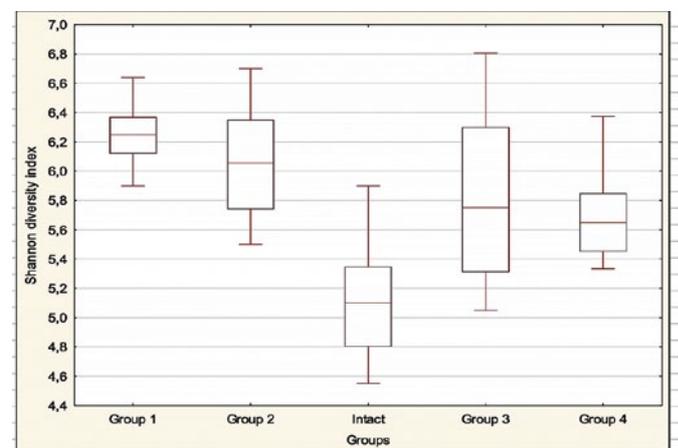


Рис. Сводная таблица индекса биоразнообразия Шеннона исследуемых групп

Fig. Summary table of the Shannon biodiversity index of the studied groups

У пациентов с пародонтитом и герпесом губ (*Group 3*) зафиксирован самый большой разброс значений индекса биоразнообразия относительно других исследуемых. Крайние значения у единичных пациентов составили 6.8 и 5.1, что свидетельствует о большом разнообразии видов микробного пейзажа, в данном случае, по причине сниженного иммунитета как после новой коронавирусной инфекции, так и на фоне развития герпетических поражений в постковидном периоде. Обилие видов характеризует возможности для жизненного цикла различных микроорганизмов при несбалансированном иммунном ответе на фоне нестабильной микрофлоры.

У пациентов с пародонтитом и герпетическим стоматитом (*Group 4*) индекс биоразнообразия Шеннона получился относительно небольшой, с крайними значениями от 5.5 до 5.9. Данные числовые характеристики свидетельствуют о меньшем разнообразии микробного пейзажа в тканях пародонта у пациентов этой группы. Обнаруженные числовые характеристики приводят к увеличению численности и разнообразия микробных популяций.

Возможно, наличие герпетических высыпаний в обеих группах патогенетически связано с пародонтитом, что определяет их коморбидность и одновременное возникновение.

Причиной указанных процессов может быть несостоятельность иммунного ответа и сдвига микрофлоры, так как герпетические поражения, с одной стороны, занимают площадь поверхности слизистой, которая была бы нишей для жизнедеятельности бактерий из нормофлоры. Кроме того, важно межклеточное взаимодействие, дополнительно стимулирующее увеличение пародонтопатогенов и сдерживание нормофлоры. А наличие герпетических поражений во рту свидетельствует о косвенной общей иммуносупрессии в организме, проявляющейся в виде прямой иммуносупрессии в тканях пародонта. Таким образом, проводится явная параллель между влиянием вирусного компонента и биологическим разнообразием микрофлоры пародонтальных пространств.

В группе пациентов с пародонтитом и кандидозными поражениями в постковидном периоде (*Group 1*) показан самый максимальный числовой показатель

биоразнообразия. По нашему мнению, это может быть связано с наличием грибов рода *Candida*. Известно, что *Candida* способна подавлять развитие большинства микроорганизмов нормальной микрофлоры и существовать в симбиозе с условно патогенными микроорганизмами, в данном случае с пародонтопатогенами. Постковидное состояние наших пациентов определяет ситуацию в полости рта, снижение иммунного ответа как местного, так и общего.

Возможно, наличие грибковых поражений в экспериментальной группе связано с пародонтитом и определяется как ассоциация — случайное сочетание нескольких заболеваний в одном организме.

Биоразнообразие в группе (*Group 1*) было высоким и иммунный ответ, соответственно, тоже, что способствовало присутствию микрофлоры как патогенной, так и нормальной. Грибы рода *Candida* приводили к повышению факторов патогенности в такой нише, как ткани пародонта, и к дисбиозу.

### Вывод

В целом, хочется подчеркнуть, что чем меньший индекс биоразнообразия Шеннона мы фиксируем, тем более здоровым является исследуемое пространство, в данном случае пародонтальное, так как меньшее биоразнообразие — это сформированное устойчивое микробное сообщество, способствующее сохранению постоянства и защите от условно-патогенных и патогенных форм.

В заключение хочется отметить, что патогенез COVID-19 интересен и уникален, а данных об изменении спектра пародонтопатогенной и нормальной микрофлоры при рассматриваемой патологии практически нет, поэтому применение метагеномного анализа орального микробиома на фоне перенесенной коронавирусной инфекции расширит представления о течении указанных коморбидных заболеваний. Лечебные мероприятия с целью снижения вирусной нагрузки в тканях пародонта могут способствовать не только уменьшению количества возможных ниш для жизнедеятельности вируса, но и укреплению тканей пародонта, препятствуя развитию коморбидных и ассоциативных форм заболеваний.

### Литература/References

1. Naatela T. A biodiversity hypothesis // *Allergy*. – 2019;74(8):1445-1456. doi: 10.1111/all.13763.
2. Gao L., Xu T., Huang G., Jiang S., Gu Y., Chen F. Oral microbiomes: more and more importance in oral cavity and whole body // *Protein Cell*. – 2018;9(5):488-500. doi: 10.1007/s13238-018-0548-1.
3. Zhang Y., Wang X., Li H., Ni C., Du Z., Yan F. Human oral microbiota and its modulation for oral health // *Biomed Pharmacother*. – 2018;99:883-893. doi: 10.1016/j.biopha.2018.01.146.
4. Пла Л. Биоразнообразие: вывод на основе индекса Шеннона и богатства. *Interscience*. 2006;31(8):583-590. [L. Pla. Biodiversity: inference from Shannon index and richness. *Interscience*. 2006;31(8):583-590. (In Russ.)]. <https://extras.springer.com/?query=978-94-007-2647-5>
5. Цинеккер Д.Т. и др. Коморбидность пародонтита и герпеса в постковидном периоде. *Клиническая стоматология*. 2023;26(1):98-104. [D.T. Zinecker et al. Comorbidity of periodontitis and herpes in the post-Covid period. *Clinical dentistry*. 2023;26(1):98-104. (In Russ.)]. doi: 10.37988/1811-153X\_2023\_1\_98
6. Цинеккер Д.Т. и др. SARS-COV-2 в полости рта и обострение хронической пародонтальной патологии у пациентов с новой коронавирусной инфекцией (Covid-19). *Проблемы стоматологии*. 2021;17(1):60-65. [D.T. Zinecker et al. SARS-COV-2 in the oral cavity and exacerbation of chronic periodontal pathology in patients with new coronavirus infection (Covid-19). *Problems of dentistry*. 2021;17(1):60-65. (In Russ.)]. doi: 10.18481/2077\_7566\_20
7. Цинеккер Д.Т. и др. Особенности микробиома полости рта при ассоциации пародонтита и кандидоза в постковидном периоде. *Клиническая стоматология*. 2023;26(3):38-44. [D.T. Zinecker et al. Features of the oral microbiome in the association of periodontitis and candidiasis in the post-Covid period. *Clinical dentistry*. 2023;26(3):38-44. (In Russ.)]. doi: 10.37988/1811-153X\_2023\_3\_38

DOI: 10.18481/2077-7566-2024-20-1-127-132

УДК: 616.314-089.843

## МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ НАПРЯЖЕНИЙ В СТЕНКАХ КОНУСНЫХ ИМПЛАНТАТОВ ИЗ СПЛАВА ВТ6

Аванисян В. М.<sup>1</sup>, Долгалев А. А.<sup>1</sup>, Стоматов Д. В.<sup>2</sup>, Сергеев Ю. А.<sup>1</sup>, Чониашвили Д. З.<sup>3</sup>, Акрамов М. Л.<sup>4</sup>, Гезуев Г. К.<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Ставропольский государственный медицинский университет, г. Ставрополь, Россия

<sup>2</sup> Пензенский институт усовершенствования врачей — филиал Российской медицинской академии непрерывного профессионального образования, г. Пенза, Россия

<sup>3</sup> Северо-Осетинский государственный университет имени Коста Левановича Хетагурова, г. Владикавказ, Россия

<sup>4</sup> ООО «СК-ХОЛДИНГ», г. Москва, Россия

<sup>5</sup> ООО «ДЕНТА-СИТИ», г. Грозный, Россия

### Аннотация

Сегодня междисциплинарный подход к решению проблем имплантологии является ключом к эффективному использованию внутрикостных дентальных имплантаций. Возможности доклинического моделирования состояния костной ткани и будущего имплантационного и протезного ложа позволяют оценить возможные риски отторжения имплантатов, рассчитать необходимое усилие затяжки винтов в имплантационных системах и спрогнозировать точки приложения и распределения напряжений дентальных имплантационных материалов. Учитывая последнее, стремление к совершенствованию моделирования позволит получить предсказуемый результат лечения. В данном исследовании была изучена математическая модель распределения напряжения на стенке конусного имплантата с учетом физических свойств материала ВТ6, проведена оценка на примере компьютерных моделей с заданными характеристиками сплава, вычислены показатели распределения по Мизесу. Стоит отметить, что сплав ВТ6 имеет очень высокое качество благодаря легирующим добавкам. В данный титановый сплав входит алюминий, который благоприятно влияет на прочность имплантатов, а также ванадий, способный повысить прочность металла и сделать его более пластичным. Титановый сплав ВТ6 имеет характеристики, которые сопоставимы со свойствами нержавеющей стали, за счет чего рассматривается как инертный металл для использования в полости рта. Новизна предлагаемой модели заключается в том, что она оперирует минимально возможным набором входных данных и обеспечивает адекватные оценки наиболее значимых выходных параметров, которые необходимы для практического применения. Полученные аналитические результаты иллюстрируются примерами расчета эквивалентных напряжений в имплантатах и перимплантационной ткани для реальных конструкций будущего ортопедического протеза.

**Ключевые слова:** математическая модель, моделирование костной ткани, запас прочности, напряжение по Мизесу, имплантационные системы, кортикальная кость

Данная работа выполнена в рамках программы «Старт-2» Фонда содействия инновациям по Договору № 4981ГС2/70566, Проект № 70566, Заявка № С2-300791 в рамках реализации проекта «Разработка, изготовление и испытания опытного образца внутрикостных имплантатов из сплавов высокой прочности с биосовместимыми покрытиями для челюстно-лицевой хирургии и хирургической стоматологии».

Авторы заявили об отсутствии конфликта интересов.

**Вазген Михайлович АВАНИСЯН** ORCID ID 0000-0002-0316-5957

врач-стоматолог, ординатор 2 года обучения, Ставропольский государственный медицинский университет, г. Ставрополь, Россия  
avanvaz@yandex.ru

**Александр Александрович ДОЛГАЛЕВ** ORCID ID 0000-0002-6352-6750

д.м.н., профессор кафедры стоматологии общей практики, стоматологии детской Ставропольского государственного медицинского университета, г. Ставрополь, Россия  
dolgalev@dolgalev.pro

**Дмитрий Владимирович СТОМАТОВ** ORCID ID 0000-0002-3271-971X

к.м.н., доцент кафедры стоматологии общей практики, стоматологии терапевтической и стоматологии детской, Пензенский институт усовершенствования врачей — филиал Российской медицинской академии непрерывного профессионального образования, г. Пенза, Россия  
grekstom@mail.ru

**Юрий Андреевич СЕРГЕЕВ** ORCID ID 0000-0002-6183-2586

врач-стоматолог-ортопед, ассистент кафедры фармакологии, Ставропольский государственный медицинский университет, г. Ставрополь, Россия  
serg\_yuriy@mail.ru

**Давид Зурабович ЧОНИАШВИЛИ** ORCID ID 0000-0003-4218-1359

к.м.н., доцент кафедры терапевтической, хирургической и детской стоматологии с курсом имплантологии, декан медицинского факультета, Северо-Осетинский государственный университет имени Коста Левановича Хетагурова (СОГУ); главный врач Клинико-диагностического центра стоматологии СОГУ, г. Владикавказ, Россия  
davidchoniashvili@mail.ru

**Максим Леонидович АКРАМОВ** ORCID ID 0009-0007-3021-7496

врач-стоматолог-ортопед, стоматолог-хирург, стоматолог-терапевт, ООО «СК-ХОЛДИНГ», г. Москва, Россия  
aurymdent@yandex.ru

**Гималай Казбекович ГЕЗУЕВ** ORCID ID 0009-0009-8612-4234

врач-стоматолог-ортопед, стоматолог-хирург, ООО «ДЕНТА-СИТИ», г. Грозный, Россия  
denta\_city@mail.ru

**Адрес для переписки:** Юрий Андреевич СЕРГЕЕВ

355017, г. Ставрополь, ул. Мира, 310, кафедра общей и детской стоматологии  
+7 (906) 4401889  
serg\_yuriy@mail.ru

### Образец цитирования:

Аванисян В. М., Долгалев А. А., Стоматов Д. В., Сергеев Ю. А., Чониашвили Д. З., Акрамов М. Л., Гезуев Г. К.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ НАПРЯЖЕНИЙ В СТЕНКАХ

КОНУСНЫХ ИМПЛАНТАТОВ ИЗ СПЛАВА ВТ6. Проблемы стоматологии. 2024; 1: 127-132.

© Аванисян В. М. и др., 2024

DOI: 10.18481/2077-7566-2024-20-1-127-132

Поступила 28.02.2024. Принята к печати 03.04.2024

DOI: 10.18481/2077-7566-2024-20-1-127-132

## MATHEMATICAL MODELING OF STRESS DISTRIBUTION IN THE WALLS OF CONE IMPLANTS MADE OF VT6 ALLOY

Avanisyan V.M.<sup>1</sup>, Dolgalev A.A.<sup>1</sup>, Stomatov D.V.<sup>2</sup>, Sergeev Yu.A.<sup>1</sup>, Choniashvili D.Z.<sup>3</sup>, Akramov M.L.<sup>4</sup>, Gezuyev G.K.<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Stavropol State Medical University, Stavropol, Russia

<sup>2</sup> Penza Institute of Advanced Medical Training – branch of the Russian Medical Academy of Continuing Professional Education, Penza, Russia

<sup>3</sup> North Ossetian State University named after Kosta Levanovich Khetagurov, Vladikavkaz, Russia

<sup>4</sup> SK-HOLDING LLC, Moscow, Russia

<sup>5</sup> DENTA-CITY LLC, Grozny, Russia

### Annotation

Today, an interdisciplinary approach to solving the problems of implantology is the key to the effective use of intraosseous dental implants. The possibilities of preclinical modeling of the state of bone tissue and the future implantation and prosthetic beds allow us to assess the possible risks of implant rejection, calculate the necessary tightening force of screws in implantation systems and predict the points of application and stress distribution of dental implantation materials, taking into account the latter, the desire to improve modeling will allow us to obtain a predictable treatment result. In this study, a mathematical model of the stress distribution on the walls of a conical implant was investigated, taking into account the physical properties of the VT 6 material, an assessment was carried out using the example of computer models with embedded alloy characteristics, and the Mises distribution indicators were calculated. It is worth noting that the VT6 alloy has a very high quality, thanks to alloying additives. This titanium alloy includes aluminum, which has a beneficial effect on the strength of implants, as well as vanadium, which can increase the strength of the metal and make it more ductile. Titanium alloy VT6 has characteristics that are comparable to those of stainless steel, due to which it is considered as an inert metal for use in the oral cavity. The novelty of the proposed model lies in the fact that it operates with the minimum possible set of input data and provides adequate estimates of the most significant output parameters that are necessary for practical application. The obtained analytical results are illustrated by examples of calculating equivalent stresses in implants and peri-implant tissue for real structures of the future orthopedic prosthesis.

**Keywords:** mathematical model, bone tissue modeling, safety margin, Mises stress, implantation systems, cortical bone

The authors declare no conflict of interest.

**Vazgen M. AVANISYAN** ORCID ID 0000-0002-0316-5957

Dentist, 2<sup>nd</sup> year Resident, Stavropol State Medical University, Stavropol, Russia  
avanvaz@yandex.ru

**Alexander A. DOLGALEV** ORCID ID 0000-0002-6352-6750

Grand PhD in Medical sciences, Professor, Department of General Dentistry and Pediatric Dentistry, Stavropol State Medical University, Stavropol, Russia  
dolgalev@dolgalev.pro

**Dmitry V. STOMATOV** ORCID ID 0000-0002-3271-971X

PhD, Associate Professor of the Department of General Practice Dentistry, Therapeutic Dentistry and Pediatric Dentistry, Penza Institute of Advanced Medical Training – branch of the Russian Medical Academy of Continuing Professional Education, Penza, Russia  
grekstom@mail.ru

**Yuri A. SERGEYEV** ORCID ID 0000-0002-6183-2586

Prosthodontist, Assistant of the Department of Pharmacology, Stavropol State Medical University, Stavropol, Russia  
serg\_yuriy@mail.ru

**David Z. CHONIASHVILI** ORCID ID 0000-0003-4218-1359

PhD in Medical Sciences, Associate Professor of the Department of Therapeutic, Surgical and Pediatric Dentistry with Implantology Course, Dean of the Faculty of Medicine, Kosta Khetagurov North Ossetian State University (SOGU), Chief Physician of the Clinical Diagnostic Center of Dentistry SOGU, Vladikavkaz, Russia  
davidchoniashvili@mail.ru

**Maxim L. AKRAMOV** ORCID ID 0009-0007-3021-7496

Prosthodontist, Dental Surgeon, Dental Therapist, LLC SK-HOLDING, Moscow, Russia  
aurymdent@yandex.ru

**Gimalai K. GEZUEV** ORCID ID 0009-0009-8612-4234

Prosthodontist, Dental Surgeon, DENTA-CITY LLC, Grozny, Russia  
denta\_city@mail.ru

**Correspondence address: Yuriy A. SERGEEV**

355017, General and Pediatric Dentistry Department, 310 Mira St., Stavropol, Russia  
+7 (906) 4401889  
serg\_yuriy@mail.ru

### For citation:

Avanisyan V.M., Dolgalev A.A., Stomatov D.V., Sergeev Yu.A., Choniashvili D.Z., Akramov M.L., Gezuyev G.K. MATHEMATICAL MODELING OF STRESS DISTRIBUTION IN THE WALLS OF CONE IMPLANTS MADE OF VT6 ALLOY. Actual problems in dentistry. 2024; 1: 127-132. (In Russ.)

© Avanisyan V.M. et al., 2024

DOI: 10.18481/2077-7566-2024-20-1-127-132

Received 28.02.2024. Accepted 03.04.2024

## Введение

Зубные имплантаты широко используются при лечении пациентов с частичной или полной адентией. Эффективность протезирования наряду со стабильностью уровня кости и поддержанием здоровья мягких тканей вокруг зубных имплантатов являются ключевыми факторами долгосрочного успеха имплантологической терапии [1, 5]. Соединения имплантат–абатмент являются самыми слабыми точками имплантата, которые могут повлиять на незначительную потерю костной массы [1, 6].

Протезирование на имплантатах стало методом выбора для лечения пациентов с отсутствующими зубами из-за механических, биологических и эстетических преимуществ. Биомеханическое поведение имплантатов отличается от естественных зубов из-за отсутствия периодонтальной связки. Отсутствие периодонтальной связки приводит к тому, что окклюзионные усилия непосредственно передаются на имплантат и окружающую кость в зубных протезах с опорой на имплантат. Биологически такая прямая передача напряжения может привести к потере костной массы в перимплантной области [7, 10, 11]. Это может повлиять на долгосрочный клинический успех протезирования

на имплантатах. Титановый сплав ВТ6, из которого сделаны имплантаты, модели которых использовались в данном исследовании, имеет очень высокое качество благодаря легирующим добавкам. В титановый сплав входит алюминий, который благоприятно влияет на прочность имплантатов, а также ванадий, способный повысить прочность металла и сделать его более пластичным. Титановый сплав ВТ6 имеет характеристики, сопоставимые со свойствами нержавеющей стали, за счет чего рассматривается как инертный металл для использования в полости рта [7].

Построение и анализ математических моделей — это метод оценки распределения напряжений в сложных геометриях, таких как границы раздела имплантат–кость или составные элементы имплантационных систем: имплантат–абатмент–винт [8, 9]. Подобные модели предоставляют платформу для тестирования любого материала в моделируемых клинических условиях [2–4].

**Целью настоящего исследования** было оценить распределение напряжений на стенки конусного имплантата с построением и дальнейшим расчетом математической модели распределения напряжения.

Таблица 1

Характеристики упругих свойств материалов  
Table 1. Characteristics of elastic properties of materials

№ n/n	Наименование материала	Наименование характеристики	
		Модуль Юнга, ГПа	Коэффициент Пуассона
1	Кортикальная кость	18	0,2
2	Губчатая кость	0,49	0,2
3	Титановый сплав Grade 5	110	0,38
4	Титан ВТ1	110	0,38
5	Титановый сплав ВТ6	112	0,38

Таблица 2

Характеристики пластических свойств материалов  
Table 2. Characteristics of plastic properties of materials

№ n/n	Наименование материала	Наименование характеристики			
		Предел текучести, МПа	Предел прочности, МПа	Временное сопротивление, МПа	Относительное удлинение, %
1	Титановый сплав Grade 4	440		560	15
2	Титановый сплав Grade 5	718		828	15,75
3	Титан ВТ1	293		350	44,5
4	Титановый сплав ВТ6	1260		1360	4,5
5	Кортикальная кость		130		
6	Губчатая кость	5			

## Материалы и методы

Для построения математической модели было использовано программное обеспечение Ansys Workbench v22 [8]. Для задания упругих свойств материалов использовали справочные данные (табл. 1).

Также для составления модели были необходимы определенные характеристики пластических свойств. Характеристики свойств, которые необходимы для описания упругопластического поведения материалов, приведены в таблице 2.

Для построения сетки в областях с низкими значениями градиентов напряжений был выбран характеристический размер 0,5 мм. В областях с высокими значениями градиентов и в областях сопряжений размер сетки был равен 0,2 мм. Топологии с расчетными сетками для «сборочной» модели представлены на рисунке 1, для моделей имплантата и абатмента — на рисунке 2.

В качестве граничных условий были заданы зоны фиксации модели в торцевых участках костного блока (рис. 3). На этой иллюстрации видна часть верхней резьбы имплантата, поскольку следует учесть факт моделирования костной ткани в данном эксперименте; в реальном клиническом случае ее будут покрывать еще и мягкие ткани.

Нагрузку прикладывали к образующей цилиндрической поверхности абатмента на  $\frac{3}{4}$  его высоты. Нагрузка была задана в виде вектора силы с компонентами 10, 10, -100 Н по осям координат x, y, z соответственно.

Также была задана предварительная затяжка винта абатмента, равная 400 Н.

Модель рассчитывалась в 2 этапа по 1 секунде. На первом этапе производилась предварительная затяжка винта абатмента. На втором этапе производилось приложение нагрузки к абатменту.

Модель имеет 2 вида контактов: полное кинетическое связывание точек поверхности — контакты кость/кость, кость/имплантат, и контакт скольжения — контакты абатмент/имплантат, абатмент/винт.

### Результаты

Результаты расчета представлены для момента времени, при котором завершается предварительная затяжка винта (период времени,  $time = 1$  с) и для момента времени, при котором завершается процесс нагружения (период времени,  $time = 2$  с).

Также были определены деформации (мм) и приведенные по Мизесу напряжения.

Оценка прочности имплантата осуществлялась по коэффициенту запаса прочности, который вычисляется по формуле (1)

$$n = \frac{\sigma_r}{\sigma_i}, \quad (1)$$

где  $\sigma_r$  — предел текучести/прочности материала;  $\sigma_i$  — приведенные по Мизесу напряжения.

На рисунке 4 показаны распределения приведенных по Мизесу напряжений в имплантате после завершения процесса предварительной затяжки винта (через 1 секунду) и после завершения процесса нагружения (через 2 секунды). Напряжение распределено неравномерно: максимальное значение регистрировалось на кромке в верхней части, в месте контакта с абатментом. Через 1 секунду максимальное значение напряжения составляло 501 Мпа, через 2 секунды — 516 Мпа. Разница составила 2,9%.

На рисунке 5 представлено распределение модуля вектора перемещений в теле имплантата. Максимальное значение перемещений составило 0,0088 мм с локализацией на верхней кромке имплантата.

На рисунке 6 представлено распределение приведенных по Мизесу напряжений в абатменте имплантата марки DG 4010 (St).

Максимальные значения напряжений локализованы в области контакта с имплантатом и составили 500 Мпа через 1 секунду и 527,3 Мпа через 2 секунды. Разница между максимальными напряжениями в разные периоды времени составила 5,1%.

На рисунках 7–8 представлены результаты моделирования приложения нагрузок к сборочной модели, локализованных в модели — имитации кортикальной кости.

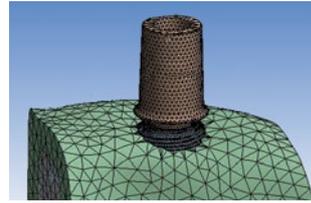


Рис. 1. Топология расчетной сетки модели в ПО Ansys Workbench v22  
Fig. 1. The topology of the computational grid of the model in the Ansys Workbench v22 software

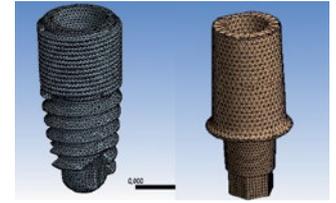


Рис. 2. Топология расчетной сетки моделей имплантата и абатмента в ПО Ansys Workbench v22  
Fig. 2. Topology of the computational grid of implant and abutment models in software Ansys Workbench v22



Рис. 3. Области фиксации модели  
Fig. 3. Areas of fixation of the model

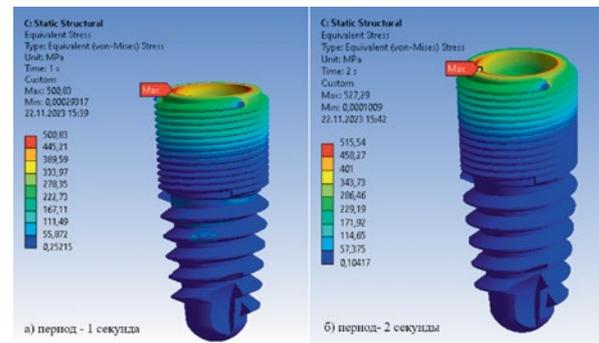


Рис. 4. Распределение приведенных по Мизесу напряжений в имплантате: а — через 1 секунду, б — через 2 секунды  
Fig. 4. The distribution of the Mises stresses in the implant: a — after 1 second, b — after 2 seconds

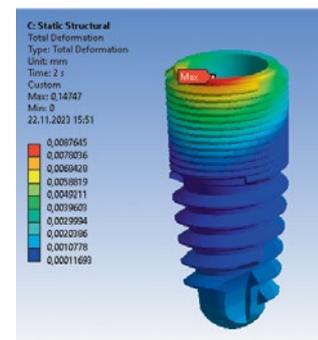


Рис. 5. Модуль вектора перемещения в имплантате (период времени — 2 секунды)  
Fig. 5. The module of the displacement vector in the implant (time period – 2 seconds)

Максимальные значения приведенных напряжений и деформаций по Мизесу и коэффициенты запаса прочности, рассчитанные на приведенных значениях

Table 3. The maximum values of the reduced stresses and deformations according to Mises and the safety factors calculated on the reduced values

№	Элемент модели	Максимальное напряжение, МПа		Максимальная деформация, мм	Предел прочности (а) текучести (б) материала, МПа	Коэффициент запаса прочности
		Time = 1с	Time = 2с			
1	Имплантат	501	515,5	0,0088	1260 (б)	2,44
2	Абатмент	500	527	0,15	718 (б)	1,36
4	Кортикальная кость	64	81	0,0047	130 (а)	1,6
5	Губчатая кость	1,22	0,79	0,0016	5 (б)	4,1

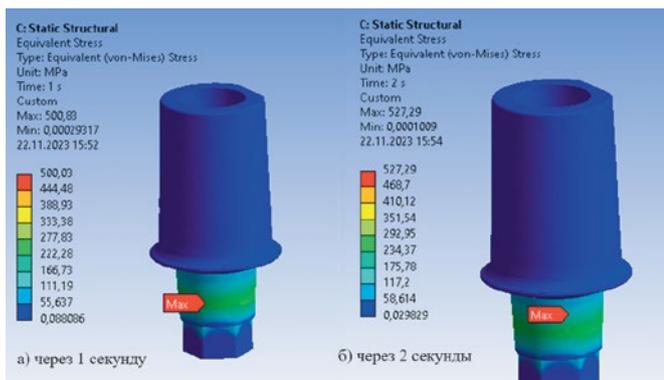


Рис. 6. Распределение приведенных по Мизесу напряжений в абатменте: а — через 1 секунду, б — через 2 секунды

Fig. 6. Mises stress distribution in the abutment: a — after 1 second, b — after 2 seconds

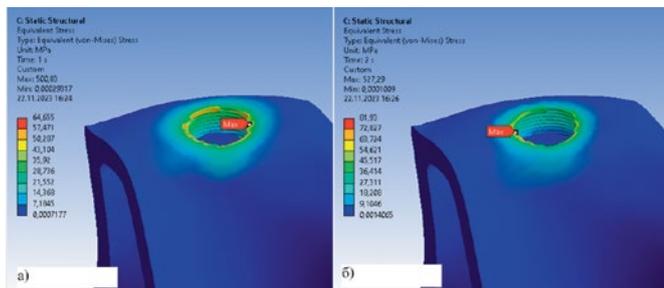


Рис. 7. Распределение приведенных по Мизесу напряжений в кортикальной кости: а — через 1 секунду, б — через 2 секунды

Fig. 7. Mises stress distribution in the cortical bone: a — after 1 second, b — after 2 seconds

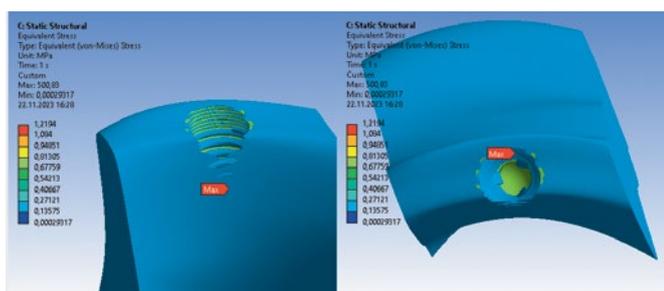


Рис. 9. Распределение приведенных по Мизесу напряжений в губчатой кости (период времени — 1 секунда)

Fig. 9. Mises stress distribution in the spongy bone (time period – 1 second)

На рисунках 9–10 предоставлены результаты моделирования приложения нагрузок к сборочной модели, локализованных в модели — имитации губчатой кости.

Максимальные значения приведенных по Мизесу напряжений и деформаций, коэффициенты запаса прочности, рассчитанные по формуле 1.1, приведены в табл. 3.

### Выводы

Основным отличием напряженно-деформированного состояния блока костной ткани и деталей имплантата, которое было определено в результате упруго-пластического расчета, является меньший уровень максимальных напряжений, возникающих как на этапе затяжки винта (на первом этапе), так и на этапе приложения нагрузки (на втором этапе).

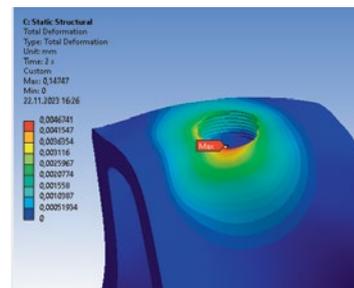


Рис. 8. Модуль вектора перемещения в кортикальной кости (период времени — 2 секунды)

Fig. 8. Modulus of the displacement vector in the cortical bone (time period – 2 seconds)

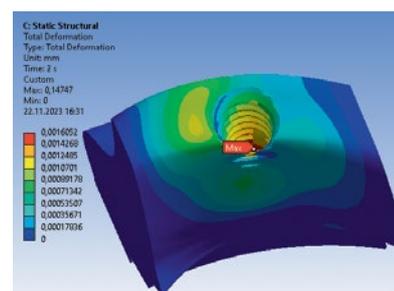


Рис. 10. Модуль вектора перемещения в губчатой кости (период времени – 2 секунды)

Fig. 10. Modulus of the displacement vector in the spongy bone (time period – 2 seconds)

Напряжение в элементах модели распределяется неравномерно. Наибольшее напряжение возникает в месте контакта конических поверхностей системы абатмент–имплантат.

Биологический смысл феномена ремоделирования кости состоит в приспособлении механических свойств кости к постоянно меняющимся условиям окружающей среды. Кость является минеральноорганическим композитом со сложной структурой. Исходя из структурных вариаций — губчатая кость и кортикальная кость — моделирование также предполагало разное оформление и приложение нагрузок. Губчатая кость состоит из трехмерной сети трабекул, ориентированных под разными углами друг к другу. Трабекулы делят внутреннее пространство на связанные друг с другом поры разных размеров, образующие структуру с переменной плотностью и пористостью. Отсюда следует, что трабекулы имеют оптимальную ориентацию и взаимосвязь для сопротивления компрессионным нагрузкам. Кортикальная (трубчатая) кость, в свою очередь, имеет свой характерный структурный признак — остеоны, каналы, расположенные в продольном направлении к оси нагрузки. Такая ориентация остеонов позво-

ляет выдерживать продольную нагрузку в несколько тонн. Однако к поперечным нагрузкам трубчатые кости менее приспособлены, что лежит в основе их переломов. Коэффициенты запаса прочности имплантата и губчатой кости превышают 2 единицы. Для абатмента и кортикальной кости коэффициенты запаса прочности равны 1,36 и 1,6 единиц соответственно. Это означает, что все элементы конструкции выдерживают приложенные нагрузки.

### Заключение

Таким образом, при выборе подходящих абатментов необходимо тщательно учитывать клинический компромисс между предотвращением резорбции кости и механическими осложнениями, а также необходимо учитывать величину будущей нагрузки и вектор ее приложения, исходя из структурных предпочтений кости, в которую планируется имплантация. Полученные данные свидетельствуют о том, что создание и расчет подобной модели может повысить точность и стабильность соединения имплантат–абатмент, но ее использование должно быть тщательно оценено в клинической практике.

### Литература/References

1. Елдашев Д.С.А., Долгалев А.А., Дымников А.Б. и др. Характеристика тканевых ответов на титановые сетки с различной сквозной пористостью в эксперименте. Медицинский алфавит. 2020;23:21-24. [D.S.A. Eldashev, A.A. Dolgalev, A.B. Dymnikov et al. Characteristics of tissue responses to titanium meshes with different through porosities in the experiment. Medical alphabet. 2020;23:21-24. (In Russ.)]. DOI 10.33667/2078-5631-2020-23-21-24.
2. Саркисов А.А., Зеленский В.А., Аванисян В.М. и др. Расчет деформаций и оценка статической прочности структурных элементов имплантационных систем на примере дентальных имплантатов Лико-м 4×10 различной конструкции. Прикаспийский вестник медицины и фармации. 2023;4(2):46-61. [A.A. Sarkisov, V.A. Zelensky, V.M. Avaniyan et al. Calculation of deformations and assessment of the static strength of structural elements of implantation systems using the example of Liko-m 4×10 dental implants of various designs. Caspian Bulletin of Medicine and Pharmacy. 2023;4(2):46-61. (In Russ.)]. DOI 10.29039/2712-8164-2023-46-61.
3. Сергеев Ю.А., Долгалев А.А., Чониашвили Д.З., Аванисян В.М. Применение метода конечно-элементного анализа при разработке новых систем дентальных имплантатов. Обзор литературы. Медицинский алфавит. 2023;1:18-23. [Yu.A. Sergeev, A.A. Dolgalev, D.Z. Choniashvili, V.M. Avaniyan. Application of the finite element analysis method in the development of new dental implant systems. Literature review. Medical alphabet. 2023;1:18-23. DOI 10.33667/2078-5631-2023-1-18-23.
4. Сергеев Ю.А., Аванисян В.М., Долгалев А.А., Чониашвили Д.З. Возможности применения аддитивных технологий при создании и разработке дентального имплантата (обзор литературы). Вестник новых медицинских технологий. 2023;30(4):22-26. [Yu.A. Sergeev, V.M. Avaniyan, A.A. Dolgalev, D.Z. Choniashvili. Possibilities of using additive technologies in the creation and development of a dental implant (literature review). Bulletin of new medical technologies. 2023;30(4):22-26. (In Russ.)]. DOI 10.24412/1609-2163-2023-4-22-26.
5. Caricasulo R., Malchiodi L., Ghensi P., Fantozzi G., Cucchi A. The influence of implant-abutment connection to peri-implant bone loss: A systematic review and meta-analysis. Clin Implant Dent Relat Res. – 2018;20(4):653-664. doi:10.1111/cid.12620.
6. Goiato M.C., Pellizzer E.P., da Silva E.V., Bonatto Lda R., dos Santos D.M. Is the internal connection more efficient than external connection in mechanical, biological, and esthetical point of views? A systematic review // Oral Maxillofac Surg. – 2015;19(3):229-242. doi:10.1007/s10006-015-0494-5.
7. Knaislová A., Novák P., Linhart J., Szurman I., Skotnicová K., Juřica J., Čegan T. Structure and Properties of Cast Ti-Al-Si Alloys // Materials (Basel). – 2021;14(4):813. doi: 10.3390/ma14040813.
8. Theory Reference for ANSYS and Workbench. Canonsburg : ANSYS Inc. 2019. [https://tuxdoc.com/download/theory-reference-for-ansys-and-ansys-workbench\\_pdf](https://tuxdoc.com/download/theory-reference-for-ansys-and-ansys-workbench_pdf)
9. Thoma D.S., Mühlemann S., Jung R.E. Critical soft-tissue dimensions with dental implants and treatment concepts // Periodontol 2000. – 2014;66(1):106-118. doi:10.1111/prd.12045.
10. Vinhas A.S., Aroso C., Salazar F., López-Jarana P., Ríos-Santos J.V., Herrero-Climent M. Review of the mechanical behavior of different implant-abutment connections // Int J Environ Res Public Health. – 2020;17(22):8685. doi:10.3390/ijerph17228685.
11. Lee Y., Kang, Sang-Won. Growth of aluminum nitride thin films prepared by plasma-enhanced atomic layer deposition // Thin Solid Films. – 2004;446:227-231. doi:10.1016/j.tsf.2003.10.004.

DOI: 10.18481/2077-7566-2024-20-1-133-140

УДК: 616.314-089.843.168.1-091:616.311.2

## ИЗМЕНЕНИЕ БИОТИПА ДЕСНЫ В ПРОЕКЦИИ ДЕНТАЛЬНЫХ ИМПЛАНТАТОВ

Чеканова А. А.<sup>1</sup>, Сельский Н. Е.<sup>2</sup>, Мусина Л. А.<sup>2</sup>, Шимова М. Е.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Уральский государственный медицинский университет, г. Екатеринбург, Россия

<sup>2</sup> Башкирский государственный медицинский университет, г. Уфа, Россия

### Аннотация

Дефицит кератинизированной десны в перимплантной зоне способствует рецессии костной ткани и визуализации шеек имплантатов и абатментов сквозь ее тонкий слой. Для разработки клинически эффективных и научно обоснованных протоколов профилактики и лечения патологии тканей, окружающих имплантаты, необходимо исследование факторов риска возникновения мукозита и перимплантита, одним из которых является дефицит или полное отсутствие прикрепленной кератинизированной десны в области имплантатов, в результате чего подвижная слизистая оболочка постоянно смещается при приеме пищи, разговоре, проведении гигиенических процедур. Десна легко травмируется, что приводит к быстрой колонизации патогенной микрофлоры и развитию первоначального воспаления в виде мукозита. Запускается воспалительный процесс, который, в свою очередь, приводит к повышению активности остеокластов. Необходимо отметить, что скорость развития воспалительного процесса в области имплантатов намного выше, чем в области зубов. Ввиду отсутствия периодонтальной связки, воспалительный инфильтрат непосредственно распространяется на альвеолярную кость и проникает в костномозговые пространства.

Контур десны в зоне установленных имплантатов должен обладать эстетичностью, стабильностью и плотностью. Это в совокупности не только обеспечит косметический эффект, но и предотвратит развитие ранних и отдаленных осложнений дентальной имплантации. В работе приведен анализ различных методов мукогингивальной хирургии в области дентальных имплантатов с использованием аллогенного трансплантата серии «Аллоплант». Приживление ауто трансплантатов слизистой с бугра верхней челюсти после операции сопровождается выраженным воспалением, которое может привести к рубцеванию слизистой или оголению кости. Аллотрансплантаты, пересаженные пациентам для утолщения десны в области имплантации, через 6 месяцев полностью замещаются без признаков отторжения и воспалительных процессов полноценным соединительнотканым регенератом, покрытым многослойным плоским ороговевающим эпителием. В зоне операции формируются ткани десны по толщине которые можно отнести к фенотипу «толстой» десны.

**Ключевые слова:** биотип слизистой оболочки, имплантат, прикрепленная десна, аллоплант, ауто трансплантат

**Благодарность.** Авторы статьи выражают глубокую благодарность академику РАН, д.м.н., профессору, ректору Уральского государственного медицинского университета Ковтун О. П. за помощь в работе над статьей.

Авторы заявили об отсутствии конфликта интересов.

**Анастасия Александровна ЧЕКАНОВА** ORCID ID 0009-0001-1426-2568

к.м.н., ассистент кафедры хирургической стоматологии, оториноларингологии и ЧЛХ, Уральский государственный медицинский университет, г. Екатеринбург, Россия  
niko1aewa@yandex.ru

**Натан Евсеевич СЕЛЬСКИЙ** ORCID ID 0000-0001-8693-3482

д.м.н., профессор, профессор кафедры ортопедической стоматологии и ЧЛХ с курсами ИДПО, Башкирский государственный медицинский университет, г. Уфа, Россия  
natan-s@yandex.ru

**Ляля Ахияровна МУСИНА** ORCID ID 0000-0003-1237-9284

д.б.н., ведущий научный сотрудник отдела морфологии, Всероссийский центр глазной и пластической хирургии, Башкирский государственный медицинский университет, г. Уфа, Россия  
morphoplant@mail.ru

**Мargarита Ефимовна ШИМОВА** ORCID ID 0000-0003-0992-7972

к.м.н., доцент кафедры хирургической стоматологии, оториноларингологии и ЧЛХ, Уральский государственный медицинский университет, г. Екатеринбург, Россия  
mschimova@yandex.ru

**Адрес для переписки:** Анастасия Александровна ЧЕКАНОВА

620102, г. Екатеринбург, ул. Посадская, д. 56/2, кв. 16

+7 (912) 2716664

niko1aewa@yandex.ru

### Образец цитирования:

Чеканова А. А., Сельский Н. Е., Мусина Л. А., Шимова М. Е.

ИЗМЕНЕНИЕ БИОТИПА ДЕСНЫ В ПРОЕКЦИИ ДЕНТАЛЬНЫХ ИМПЛАНТАТОВ. Проблемы стоматологии. 2024; 1: 133-140.

© Чеканова А. А. и др., 2024

DOI: 10.18481/2077-7566-2024-20-1-133-140

Поступила 20.03.2024. Принята к печати 06.04.2024

DOI: 10.18481/2077-7566-2024-20-1-133-140

## CHANGES IN GUM BIOTYPE IN THE PROJECTION OF DENTAL IMPLANTS

Chekanova A.A.<sup>1</sup>, Selsky N.E.<sup>2</sup>, Musina L.A.<sup>2</sup>, Shimova M.E.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Ural State Medical University, Yekaterinburg, Russia

<sup>2</sup> Bashkir State Medical University, Ufa, Russia

### Annotation

Deficiency of keratinized gum in the peri-implant zone contributes to bone recession and visualization of implant necks and abutments through its thin layer. To develop clinically effective and scientifically based protocols for the prevention and treatment of pathology of tissues surrounding implants, it is necessary to study the risk factors for the occurrence of mucositis and peri-implantitis, one of which is the deficiency or complete absence of attached keratinized gum in the implant area, as a result of which the mobile mucous membrane is constantly displaced during eating, talking, performing hygiene procedures.

The gums are easily injured, which leads to rapid colonization of pathogenic microflora and the development of initial inflammation in the form of mucositis. The inflammatory process is launched, which in turn leads to an increase in the activity of osteoclasts. It should be noted that the rate of development of the inflammatory process in the area of implants is much higher than in the area of teeth. Due to the absence of the periodontal ligament, the inflammatory infiltrate directly spreads to the alveolar bone and penetrates into the medullary spaces.

The gum contour in the area of installed implants must be aesthetic, stable and dense. This together will not only provide a cosmetic effect, but will also prevent the development of early and late complications of dental implantation. The paper provides an analysis of various methods of mucogingival surgery in the field of dental implants using an allogeneic graft of the "Alloplant" series. Engraftment of mucosal autografts from the tubercle of the upper jaw after surgery is accompanied by severe inflammation, which can lead to scarring of the mucosa or exposure of the bone.

Allografts transplanted to patients to thicken the gums in the area of implantation are completely replaced after 6 months without signs of rejection or inflammatory processes by a full-fledged connective tissue regenerate covered with stratified squamous keratinizing epithelium. In the surgical area, gum tissue is formed in thickness, which can be classified as a "thick" gum phenotype.

**Keywords:** *biotype of the mucous membrane, implant, attached gum, alloplant, autograft*

The authors declare no conflict of interest.

**Anastasia A. CHEKANOVA** ORCID ID 0009-0001-1426-2568

PhD in Medical Sciences, Assistant at the Department of Surgical Dentistry, Otorhinolaryngology and Maxillary Surgery, Ural State Medical University, Yekaterinburg, Russia  
niko1aewa@yandex.ru

**Nathan E. SELSKY** ORCID ID 0000-0001-8693-3482

Grand PhD in Medical Sciences, Professor, Professor of the Department of Orthopedic Dentistry and Maxillofacial Surgery with IAPE course, Ufa, Russia  
natan-s@yandex.ru

**Lyalya A. MUSINA** ORCID ID 0000-0003-1237-9284

Grand PhD in Biological Sciences, Leading Researcher of the Department of Morphology, All-Russian Central Clinical Hospital, Bashkir State Medical University, Ufa, Russia  
morphoplant@mail.ru

**Margarita E. SHIMOVA** ORCID ID 0000-0003-0992-7972

PhD in Medical Sciences, Associate Professor of the Department of Surgical Dentistry, Otorhinolaryngology and Maxillary Surgery, Ural State Medical University, Yekaterinburg, Russia  
mschimova@yandex.ru

**Correspondence address: Anastasia A. CHEKANOVA**

Posadskaya str. 56/2 apt. 16, Yekaterinburg, Russia, 620102  
+7 (912) 2716664  
niko1aewa@yandex.ru

### For citation:

Chekanova A.A., Selsky N.E., Musina L.A., Shimova M.E.

CHANGES IN GUM BIOTYPE IN THE PROJECTION OF DENTAL IMPLANTS. *Actual problems in dentistry.* 2024; 1: 133-140. (In Russ.)

© Chekanova A.A. et al., 2024

DOI: 10.18481/2077-7566-2024-20-1-133-140

Received 20.03.2024. Accepted 06.04.2024

### **Актуальность**

Эстетика в стоматологии в настоящее время занимает ведущее значение во всем мире, и все больше хирургических методов лечения связано с этой проблемой в имплантологии. Контуры межзубных мягких тканей, биотип десны, а также цвет и текстура кератинизированных тканей являются значимыми элементами эстетики.

Одной из важных задач имплантологии является улучшение или изменение биотипа десны.

Несмотря на разносторонние данные, подавляющее большинство исследователей согласны, что отсутствие прикрепленной кератинизированной десны увеличивает риск возникновения воспаления окружающих дентальный имплантат тканей. При имплантологическом лечении на стабильность альвеолярной кости влияет не только наличие кератинизированной десны, поэтому большое значение имеют параметры сформированного слизисто-десневого прикрепления и окружающих мягких тканей, при которых представляется возможным добиться неизменного уровня кости вокруг дентального имплантата [1, 7, 8, 10].

Необходимо отметить, что стабильность слизистой оболочки в области дентального имплантата (ДИ) определяет развитие таких воспалительных осложнений, как мукозит и периимплантит. Этому способствует недостаточный объем мягких тканей области вершины альвеолярного гребня челюстей, повышенная ишемизация слизистой, высокая восприимчивость эпителиального соединения к микробной контаминации, что в дальнейшем может провоцировать резорбцию костной ткани [1, 2, 7–9].

Для формирования защитной мягкотканой буферной зоны необходимо обеспечить достаточную ширину зоны прикрепленной десны.

Проблеме реконструкции слизистой оболочки полости рта посвящено множество работ в отечественной и зарубежной литературе, однако до сих пор нет единого мнения в вопросе выбора оптимального метода восстановления десневого контура в области дентального имплантата [1, 7–9]. Поиск новых методов и средств определяет научный вектор современной стоматологии.

Таким образом, на основании вышеизложенного можно утверждать, что данная проблема является до конца нерешенной, и сегодня создание оптимального и предсказуемого метода полноценной реставрации архитектоники мягких тканей при потере прикрепления в области ДИ является перспективным направлением и требует дальнейшей разработки.

### **Цель исследования**

Разработка метода изменения биотипа десны в проекции дентальных имплантатов с использованием аллогенного трансплантата серии «Аллоплант».

### **Морфология десны в норме и в контроле (в области проекции импланта)**

#### **Материалы и методы**

В исследование включены 40 пациентов (из них 15 мужчин, 25 женщин) возрастной категории от 37 до 64 лет, проходивших лечение в частных стоматологических поликлиниках за период с декабря 2020 г. по февраль 2024 г.

В зависимости от примененного метода лечения пациенты распределены на 3 группы исследования:

Пациентам 1-й группы — контроль ( $n = 10$ ) — проводили апикальное смещение расщепленного слизистого лоскута.

Пациентам 2-й группы ( $n = 10$ ) проводили пластику в сочетании с пересадкой свободного десневого трансплантата с бугра верхней челюсти.

Пациентам 3-й группы ( $n = 20$ ) проводили пластику в сочетании с закрытием раневой поверхности аллогенным материалом (производство «Аллоплант»).

У всех пациентов до оперативного вмешательства определяли границы ширины кератинизированной прикрепленной десны при помощи пародонтологического зонда. Зонд прижимали всей поверхностью к подвижной слизистой оболочке и продвигали по направлению к вершине альвеолярной части челюсти до образования характерного валика на границе слизисто-десневого соединения. Ширина между слизисто-десневым соединением с вестибулярной и оральной сторон являлась шириной кератинизированной прикрепленной десны. Прирост кератинизированной прикрепленной десны оценивали непосредственно после операции и через 6 месяцев после оперативного вмешательства.

Используемые нами соединительнотканые аллотрансплантаты были разработаны во Всероссийском центре глазной и пластической хирургии. Они изготавливаются на основе соединительнотканых образований по специальной технологии Аллоплант® и разрешены к применению в клинической практике приказом МЗ СССР № 87901–87 от 22.07.1987.

Для морфологического исследования биопсийные кусочки тканей, взятые через 6 месяцев при операции в зоне проекции импланта, фиксировали в 10% забуференном формалине, после обезвоживания в серии спиртов возрастающей концентрации заливали в парафин по общепринятой методике. Срезы окрашивали гематоксилином и эозином, пикрофуксином по методу Ван Гизона. Микроскопические исследования, фотографирование и измерение толщины десны на гистологическом препарате проводились с использованием светового микроскопа LEICA DMD-108 фирмы «LEICA» (Германия).

#### **Результаты исследования**

В контрольной группе исследовали ткани десны пациентов через 6 месяцев после операции в области

проекции имплантов. Нами были обнаружены морфологические признаки воспалительных процессов различной степени проявления. Так, у пациентов первой группы (пациент 1 группы) в тканях десны выявлялись признаки гидропической дистрофии как в эпителиальном слое, так и в стромальной пластинке слизистой оболочки (рис. 1). Они проявлялись как в слое шиповатых клеток, так и в базальном слое в виде полного просветления клеточной цитоплазмы вплоть до баллонной дистрофии с разрушением всех внутриклеточных органелл и со сморщиванием ядер. В базальном слое определялись признаки нарушения пролиферации клеток, а базальная мембрана эпителия местами была набухшей и неровной, она теряла четкие очертания. В стромальной пластинке десны выявлялся отек межволоконных пространств и отек вокруг сосудов, многие из которых сужались.

Во всех изученных случаях ткани десны в области проекции имплантов теряли плотность стромальной соединительной ткани, характерную для нормы. Кроме описанных выше морфологических изменений общей толщины десны у пациентов первой группы в области проекции импланта было выявлено, что десна после операционных манипуляций относится к фенотипу «тонкой» или «средней» десны, она была гораздо меньше 1,5 мм (рис. 2). У другого пациента из контрольной группы измерение толщины десны показало примерно такие же цифры (рис. 3). Причем морфологические исследования тканей десны этого пациента в проекции импланта продемонстрировали признаки проявления более выраженных воспалительных процессов.

Кроме дистрофических изменений в эпителиальном слое десны в виде гидропической дистрофии клеток, были выявлены обширные клеточные инфильтраты воспалительного характера в соединительнотканной

пластинке слизистой. Инфильтрат состоял из большого количества лимфоцитов, макрофагов, плазматических клеток, малодифференцированных клеток. Вокруг клеточных инфильтратов очертания пучков коллагеновых волокон становились несколько расплывчатыми вследствие их мукоидного набухания, волокна при окраске пикрофуксином по методу Ван Гизона из-за этого меняли тинкториальные свойства, т. е. окрашивались в желтовато-оранжевые тона вместо ярко-красного. Большинство кровеносных сосудов в стромальной пластинке десны стенозировались, сужались, вокруг них определялся отек.

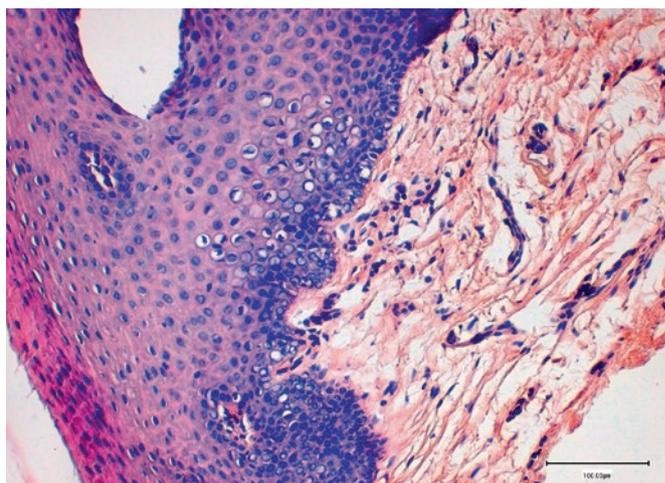


Рис. 1. Слизистая десны пациентов 1 группы в области проекции импланта через 6 месяцев после операции. Дистрофические изменения эпителия и стромальной пластинки. Окраска гематоксилином и эозином. Увел. X200

Fig. 1. Gingival mucosa of patients of group 1 into the area of implant projection 6 months after surgery. Dystrophic changes in the epithelium and stromal plate. Hematoxylin and eosin staining. Increased X200

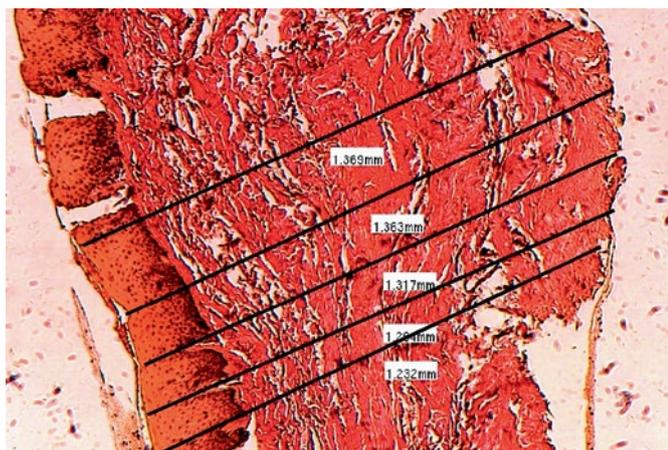


Рис. 2. Примерная ширина слизистой пациента М. в области проекции импланта через 6 месяцев после операции. Окраска по Ван Гизону. Увел. X40

Fig. 2. Approximate width of the mucosa of patient M. in the area of implant projection 6 months after surgery. Van Gieson staining. Increase X40



Рис. 3. Примерная ширина слизистой пациента В. в области проекции импланта через 6 месяцев после операции. Окраска гематоксилином и эозином. Увел. X40

Fig. 3. Approximate width of the mucosa of patient V. in the area of implant projection 6 months after surgery. Hematoxylin and eosin staining. Increase X40

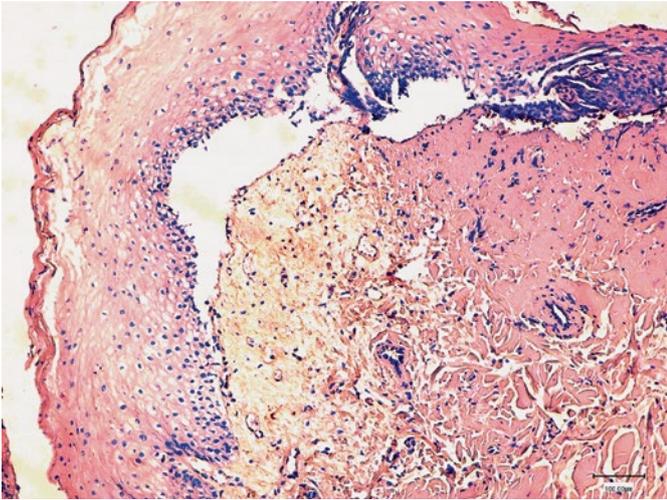


Рис. 4. Слизистая десны пациента З. в области проекции импланта через 6 месяцев после операции с использованием аутографта слизистой с бугра верхней челюсти. Отек (↑) в стромальной пластинке десны, полная десквамация дистрофически измененного эпителиального пласта (Э). Окраска гематоксилином и эозином. Увел. X100

Fig. 4. Gum mucosa of patient Z. in the area of implant projection 6 months after surgery using an autograft of the mucosa from the tubercle of the upper jaw. Swelling (↑) in the stromal plate of the gum, complete desquamation of the dystrophically altered epithelial layer (E). Hematoxylin and eosin staining. Increase X100

Таким образом, в контрольной группе пациентов, у которых была проведена имплантация без использования каких-либо трансплантатов, ткани десны в области проекции имплантата по толщине были приближены к фенотипу «тонкой» или «средней» десны. Узкая полоска тканей десны не обеспечивает адекватную защиту подлежащих тканей, способствует развитию воспалительных процессов в тканях, о чем свидетельствуют полученные нами результаты, и их подтверждают данные других исследователей [11, 12].

### Морфологические изменения тканей десны при использовании аутографтов (2 группа)

В группе пациентов, для которых в ходе операции применяли аутографты слизистой с бугра верхней челюсти, через 6 месяцев в тканях десны в проекции импланта обнаруживались выраженные признаки воспалительных процессов, это касалось как эпителия, так и соединительнотканной пластинки.

О фенотипе десны после операции трудно было судить, так как ткани были отекшими, как эпителий, так и стромальная часть, поэтому измерение толщины было бы не показательным. Так, у пациентов эпителиальный слой состоял в большинстве из клеток с дистрофическими изменениями цитоплазмы в виде ее набухания и полного просветления, эпителиоциты содержали темные сморщенные пикнотичные ядра. Из-за выраженной отечности сосочкового и верхней сетчатой части соединительнотканной стромы десны и нарушения структуры базальной мембраны эпителия происходила полная десквамация эпителиального слоя

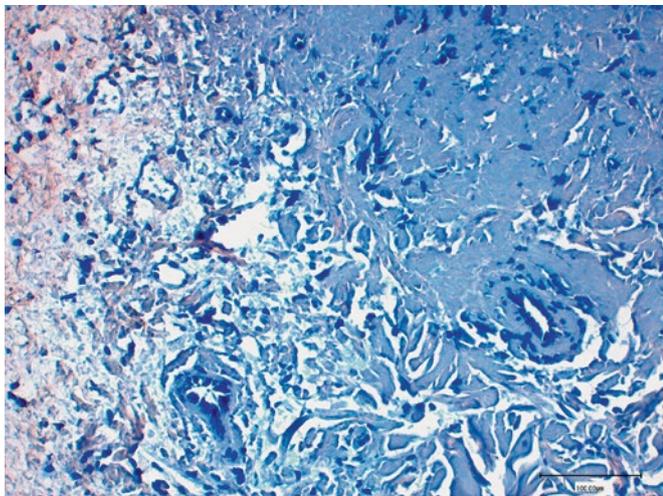


Рис. 5. Слизистая десны пациента в области проекции импланта через 6 месяцев после операции с использованием аутографта слизистой с бугра верхней челюсти. Отек в стромальной пластинке десны, базофилия набухших коллагеновых волокон, сосуды со столбчатым эндотелием. Окраска гематоксилином и эозином. Увел. X100

Fig. 5. The patient's gingival mucosa in the area of implant projection 6 months after surgery using an autograft of the mucosa from the tubercle of the upper jaw. Swelling in the gingival stromal plate, basophilia of swollen collagen fibers, vessels with columnar endothelium. Hematoxylin and eosin staining. Increase X100

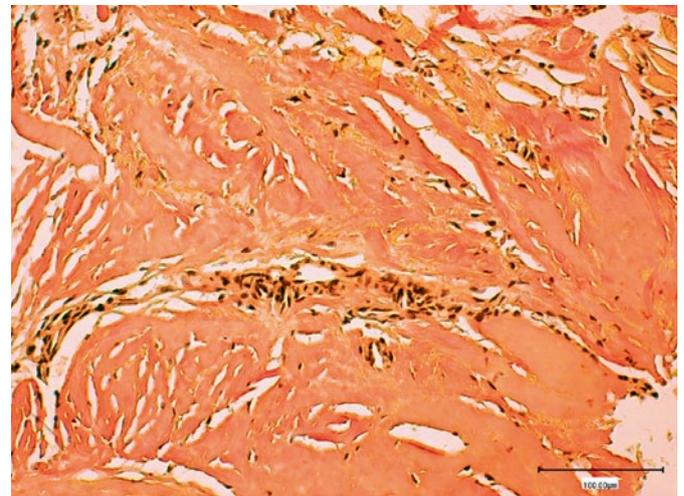


Рис. 6. Слизистая десны пациента З. в области проекции импланта через 6 месяцев после операции с использованием аутографта слизистой с бугра верхней челюсти. Набухание и гомогенизация (↑) коллагеновых волокон в стромальной пластинке десны. Окраска по методу Ван Гизона. Увел. X100

Fig. 6. Gum mucosa of patient Z. in the area of implant projection 6 months after surgery using an autograft of the mucosa from the tubercle of the upper jaw. Swelling and homogenization (↑) of collagen fibers in the gingival stromal plate. Staining using the Van Gieson method. Increase X100



ентов была довольно широкой. На рисунке 8 также хорошо видно, что та часть стромальной пластинки, которая лежит глубже и ближе к надкостнице, состоит из более плотных грубых пучков коллагеновых волокон, что характерно для десны в норме. В этом слое также между крупными волокнистыми пучками определялись кровеносные сосуды. Волокнистые структуры соединительной ткани специфично окрашивались пикрофуксином по методу Ван Гизона в ярко-красный цвет, что свидетельствовало о зрелости соединительной ткани.

Через 6 месяцев после операции с использованием аллотрансплантатов толщина тканей десны прооперированных пациентов в проекции импланта была более 1,5 мм. Например, у пациента У. толщина десны варьировала примерно от 1,9 до 2,2 мм, а у пациента Ц. — от 2,1 мм до 2,3 мм. Мы без сомнения отнесли их к фенотипу «толстой» десны.

Таким образом, аллотрансплантаты, пересаженные пациентам для утолщения десны в области имплантации, через 6 месяцев полностью замещаются без признаков отторжения и воспалительных процессов полноценным соединительнотканым регенератом, покрытым многослойным плоским ороговевающим эпителием. В зоне операции формируются ткани десны, не отличающиеся по структуре от таковой в норме, причем по толщине их без сомнения можно отнести к фенотипу «толстой» десны.

Аллотрансплантаты, изготовленные из ткани твердой мозговой оболочки и пересаженные пациентам для утолщения десны в области имплантации,

через 6 месяцев полностью замещаются без признаков отторжения и воспалительных процессов полноценным соединительнотканым регенератом, покрытым многослойным плоским ороговевающим эпителием. В зоне операции формируются ткани десны, которые по толщине можно отнести к фенотипу «толстой» десны.

## Выводы

1. В контрольной группе пациентов, у которых была проведена имплантация без использования трансплантатов, ткани десны в области проекции импланта через 6 месяцев по толщине приближаются к фенотипу «тонкой» или «средней» десны. Узкая полоска тканей десны не обеспечивает адекватную защиту подлежащих тканей, способствует развитию воспалительных процессов как в эпителии, так и в соединительнотканной строме десны.

2. Приживление аутогенных трансплантатов слизистой с бугра верхней челюсти после операции сопровождается выраженным воспалением, которое может привести к рубцеванию слизистой или оголению кости.

3. Аллотрансплантаты, пересаженные в области имплантации для утолщения десны, через 6 месяцев полностью замещаются без признаков воспалительных процессов адекватным соединительнотканым регенератом, покрытым полноценным эпителиальным слоем, и формируют фенотип «толстой» десны (толщина больше 1,5 мм). Наилучшие результаты получены при использовании ткани широкой фасции бедра (толщина десны около 2 мм и больше).

## Литература/References

1. Дайронас С.К., Дайронас Э.Г., Меленберг Т.В. Местное обезболивание и анестезиология в стоматологии. Краткий курс лекций. Учебное пособие. Самара : Медицинский университет «РЕАВИЗ». 2019:172. [S.K. Dayronas, E.D. Dayronas, T.V. Melenberg. Local anesthesia and anesthesiology in dentistry. A short course of lectures. Tutorial. Samara: Medical University «REAVIZ». 2019:172. (In Russ.)]. [https://reaviz.ru/sveden/files/RP\\_discipliny\\_Mestnoe\\_obezbolivanie\\_i\\_anesteziologiya\\_v\\_stomatologii\(1\).pdf](https://reaviz.ru/sveden/files/RP_discipliny_Mestnoe_obezbolivanie_i_anesteziologiya_v_stomatologii(1).pdf)
2. Деннев А.М. Дентальная имплантация после реконструктивных операций с применением реваascularизированных аутогенных трансплантатов : автореф. дис. ... кандидата медицинских наук. 14.01.14. Москва, 2019:26. [A.M. Deniev. Dental implantation after reconstructive operations using revascularized autografts : abstract of thesis. dis. ... candidate of medical sciences. 14.01.14. Moscow, 2019:26. (In Russ.)]. <https://www.disscat.com/content/kliniko-laboratornoe-obosnovanie-novoi-tekhnologii-vestibuloplastiki-pri-formirovani-priim>
3. Кури Ф. Регенеративные методы в имплантологии. Москва : Азбука стоматологов. 2013:678. [F. Kuri. Regenerative methods in implantology. Moscow : ABC of dentists. 2013:678. (In Russ.)]. [https://kingmed.info/knigi/Stomatologiya/Hirurgicheskaya\\_stomatologiya/book\\_4276/Regenerativnye\\_metodi\\_v\\_implantologii-Kuri\\_F\\_Hanzer\\_T\\_Kuri\\_Ch-2013-pdf](https://kingmed.info/knigi/Stomatologiya/Hirurgicheskaya_stomatologiya/book_4276/Regenerativnye_metodi_v_implantologii-Kuri_F_Hanzer_T_Kuri_Ch-2013-pdf)
4. Мулдашев Э.Р. Теоретические и прикладные аспекты создания аллотрансплантатов серии «Аллоплант» для пластической хирургии лица : авторефер. дис. ... д-ра мед. наук. СПб., 1994:40. [E.R. Muldashev. Theoretical and applied aspects of creating allografts of the "Alloplant" series for facial plastic surgery: abstract. Dis. ... dr. med. Science. St. Petersburg, 1994:40. (In Russ.)]. [https://www.rmj.ru/articles/obshchie-stati/Primenenie\\_biomateriala\\_Alloplant\\_v\\_hirurgii\\_neyrobromatoza\\_vek\\_1/](https://www.rmj.ru/articles/obshchie-stati/Primenenie_biomateriala_Alloplant_v_hirurgii_neyrobromatoza_vek_1/)
5. Мусиенко А.И., Нестерова К.И. Немедленная имплантация при хроническом генерализованном пародонтите и апикальной гранулеме. Пародонтология. 2019;24(2):145-149. [A.I. Musienko, K.I. Nesterova. Immediate implantation for chronic generalized periodontitis and apical granuloma. Periodontology. 2019;24(2):145-149. (In Russ.)]. [https://www.parodont.ru/jour/article/view/239?locale=ru\\_RU](https://www.parodont.ru/jour/article/view/239?locale=ru_RU)
6. Мусина Л.А., Муслимов С.А., Лебедева А.И., Волгарева Е.А. Ультраструктура макрофагов, выявляемых при имплантации аллогенного биоматериала Аллоплант. Морфология. 2006;1:53-56. [L.A. Musina, S.A. Muslimov, A.I. Lebedeva, E.A. Volgareva. Ultrastructure of macrophages detected during implantation of allogeneic biomaterial Alloplant. Morphology. 2006;1:53-56. (In Russ.)]. <https://cyberleninka.ru/article/n/biomaterial-alloplant-pri-regeneratsii-miometriya-roga-matki-eksperimentalnyh-zhivotnyh-stimulyator-makrofagov-mezhenhimnogo>
7. Мусина Л.А. Функциональная морфология макрофагов при регенерации тканей, индуцированной аллогенными биоматериалами : авторефер. Дис. ... д-ра биол.наук. Саранск, 2007:49. [L.A. Musina. Functional morphology of macrophages during tissue regeneration induced by allogeneic biomaterials : abstract. dis. ... Doctor of Biological Sciences. Saransk, 2007:49. (In Russ.)]. <https://www.disscat.com/content/funktsionalnaya-morfologiya-makrofagov-pri-regeneratsii-tkanei-indutsirovannoi-allogennymi-b>
8. Мусина Л.А., Муслимов С.А., Лебедева А.И. Стимуляция регенерации тканей аллогенными биоматериалами. Морфология. Санкт-Петербург : Эскулап. 2012;3:109-110. [L.A. Musina, S.A. Muslimov, A.I. Lebedeva. Stimulation of tissue regeneration with allogeneic biomaterials. Morphology. St. Petersburg : Aesculapius. 2012;3:109-110. (In Russ.)]. <https://izd-mn.com/PDF/39MNNPK20.pdf>
9. Муслимов С.А. Морфологические аспекты регенеративной хирургии. Уфа : Башкортостан. 2000:168. [S.A. Muslimov. Morphological aspects of regenerative surgery. Ufa: Bashkortostan. 2000:168. (In Russ.)]. <https://www.alloplant.ru/upload/iblock/b36/mjjq68a7r2tau4y5boyugv1uvmrks27.pdf>
10. Палаччи П. Пластика мягких тканей в области имплантатов. Пародонтология и реставрационная стоматология. 2012;7:161-177. [P. Palacci. Plastic surgery of soft tissues in the area of implants. Periodontics and restorative dentistry. 2012;7:161-177. (In Russ.)]. <https://cyberleninka.ru/article/n/proflaktika-rezortbsii-kostnoy-tkani-v-periimplantatnoy-zone-putem-primeneniya-soedinitelno-tkannogo-transplantata-na-pitayuschey>
11. Перова М.Д. Ткани парадонта: норма, патология, пути восстановления. Москва. 2005:312. [M.D. Perova. Periodontal tissues: norm, pathology, ways of restoration. Moscow. 2005:312. (In Russ.)]. <https://www.combook.ru/product/11964785/>
12. Решетников А.П., Никитюк Д.Б., Ураков А.Л. Способ устранения недостаточности мягких тканей вокруг установленного имплантата. Заявка на изобретение RUS № 201423087. 18.06.2014. [A.P. Reshetnikov, D.B. Nikityuk, A.L. Urakov. A method for eliminating soft tissue deficiency around an installed implant. Application for invention RUS No. 201423087. 06/18/2014. (In Russ.)]. <https://edrid.ru/rid/216.013.6b2e.html>
13. Роберт Маркс. Патология полости рта и челюстно-лицевой области в практике стоматолога. 2019. [Robert Marks. Pathology of the oral cavity and maxillofacial area in dental practice. 2019. (In Russ.)]. [https://www.dental-azbuka.ru/books/kniga\\_195.html](https://www.dental-azbuka.ru/books/kniga_195.html)

14. Сельский Н.Е., Мусина Л.А., Кожемякина Е.С. Клинико-экспериментальное исследование эффективности закрытия перфорации слизистой оболочки при операции синус-лифтинг с использованием аллотрансплантата для направленной тканевой регенерации. Уральский медицинский журнал. 2014;7:100-103. [N.E. Selsky, L.A. Musina, E.S. Kozhemyakina. Clinical experimental study of the effectiveness of closing mucosal perforation during sinus lift surgery using an allograft for directed tissue regeneration. Ural Medical Journal. 2014;7:100-103. (In Russ.)]. <https://cyberleninka.ru/article/n/kliniko-eksperimentalnoe-obosnovanie-effektivnosti-primeneniya-razlichnyh-tipov-materialov-pri-provedenii-operatsii-sinus-lifting/viewer>
15. Глушенко В.П., Байриков И.М., Трунин Д.А., Гусякова О.А., Комлев С.С. Влияние технологии протезирования зубов на динамику ранних предикторов воспалительно-деструктивного процесса в перимплантной зоне. Вестник Российского государственного медицинского университета. 2019;2. [V.P. Plustenko, I.M. Bayrikov, D.A. Trunin, O.A. Gusyakova, S.S. Komlev. The influence of dental prosthetic technology on the dynamics of early predictors of the inflammatory-destructive process in the peri-implant zone. Bulletin of the Russian State Medical University. 2019;2. (In Russ.)]. <https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-tehnologii-protezirovaniya-zubov-na-dinamiku-rannih-prediktorov-vospalitelno-destruktivnogo-protssesa-v-periimplantatnoy/viewer>
16. Яблоков А.Е., Ивашенко А.В., Федяев И.М. и др. Особенности позиционирования дентальных имплантатов. Медицинский алфавит. 2019;11(2):33-34. [A.E. Yablokov, A.V. Ivashchenko, I.M. Fedyayev et al. Features of positioning of dental implants. Medical alphabet. 2019;11(2):33-34. (In Russ.)]. <https://samsmu.ru/files/referats/2020/yablokov/avtoreferat.pdf>
17. Muldashev E.R., Muslimov S.A., Musina L.A., Nigmatullin R.T., Lebedeva A.I., Shangina O.R., Khasanov R.A. et al. The role of macrophages in the tissues regeneration stimulated by the biomaterials // Cell Tissue Bank. – 2005;6(2):99-107. <file:///C:/Users/chea/Downloads/eksperimentalno-mopfologicheskoe-issledovanie-vliyaniya-dispepgipovannogo-allogennogo-biomateriala-na-pegeneratsiyu-pogovitsy.pdf>

DOI: 10.18481/2077-7566-2024-20-1-141-145

УДК: 616.314.26 – 007.2 – 089.844-77

## РАЗРАБОТКА НОВОЙ КОНСТРУКЦИИ АРМИРОВАННОЙ ОККЛЮЗИОННОЙ ШИНЫ С ПАРАМЕТРИЗОВАННЫМ КАРКАСОМ НА ОСНОВЕ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Асташина Н. Б., Валиахметова К. Р., Урсакий О. Н., Бажин А. А.

Пермский государственный медицинский университет им. академика Е. А. Вагнера, г. Пермь, Россия

### Аннотация

**Предмет исследования.** На сегодняшний день применение сплнт-терапии является неотъемлемым этапом оказания специализированной стоматологической помощи, поскольку за последние годы значительно увеличилось количество пациентов с дисфункциональными состояниями зубочелюстного аппарата. Кроме того, согласно данным исследований последних лет, использование окклюзионных шин в составе комплексной терапии является эффективным при лечении некоторых неврологических заболеваний, например бруксизма, хронической головной боли напряжения, нейромускулярного синдрома. Традиционно применяемые конструкции окклюзионных шин имеют ряд недостатков, таких как недолговечность использования, недостаточная жесткость, невозможность перебазирования при изменении стоматологического статуса пациента. В статье приводится описание и клинико-лабораторные этапы изготовления разработанной новой конструкции окклюзионной шины, армированной титановым каркасом.

**Цель.** Повышение эффективности лечения пациентов с функциональными нарушениями зубочелюстной системы путем разработки и внедрения новой протетической конструкции — комбинированной окклюзионной шины с титановым каркасом, с использованием современных интеллектуальных и медицинских 3D-технологий.

**Материалы и методы.** В качестве материала для каркаса окклюзионной шины был выбран порошковый сплав титана (Rematitan®), методика изготовления подразумевает применение аддитивных технологий, в частности, 3D-печати для получения высокоточной конструкции с минимальной толщиной поперечного сечения. Для облицовывания параметризованного каркаса возможно применение акриловой пластмассы горячей полимеризации или композита светового отверждения.

**Результаты.** В ходе исследования была обоснована целесообразность введения в конструкцию окклюзионной шины армирующего компонента в виде сетчатого металлического каркаса, и на основе полученных данных разработана новая конструкция комбинированной окклюзионной шины, а также технология ее изготовления.

**Выводы.** За счет армирования окклюзионной шины титановым каркасом обеспечивается высокая прочность конструкции, долговечность использования, ремонтпригодность или перебазировка при необходимости, вместе с тем, благодаря 3D-печати, каркас имеет минимальную толщину поперечного сечения, что практически не влияет на толщину окклюзионной шины в целом.

**Ключевые слова:** окклюзионная шина, сплнт-терапия, каркас ортопедической конструкции, цифровые технологии, мышечно-ствяжная дисфункция

Авторы заявили об отсутствии конфликта интересов.

**Наталья Борисовна АСТАШИНА** ORCID ID 0000-0003-1135-7833

д.м.н., профессор, заведующая кафедрой ортопедической стоматологии, Пермский государственный медицинский университет им. академика Е. А. Вагнера, г. Пермь, Россия  
astashina.nb@gmail.com

**Камилла Руслановна ВАЛИАХМЕТОВА** ORCID ID 0009-0008-1459-2066

аспирант кафедры ортопедической стоматологии, Пермский государственный медицинский университет им. академика Е. А. Вагнера, г. Пермь, Россия  
Valiakhmetovak1998@gmail.com

**Ольга Николаевна УРСАКИЙ** ORCID ID 0000-0003-2634-7398

к.м.н., доцент кафедры ортопедической стоматологии, Пермский государственный медицинский университет им. академика Е. А. Вагнера, г. Пермь, Россия  
olgaursakiy@gmail.com

**Алексей Александрович БАЖИН** ORCID ID 0000-0001-6226-9708

к.м.н., ассистент кафедры ортопедической стоматологии, Пермский государственный медицинский университет им. академика Е. А. Вагнера, г. Пермь, Россия  
aleksei.bazhin2012@yandex.ru

**Адрес для переписки: Наталья Борисовна АСТАШИНА**

614990, Пермский край, г. Пермь, ул. Петропавловская, д. 26, кафедра ортопедической стоматологии  
+7 (912) 8860420  
astashina.nb@gmail.com

### Образец цитирования:

Асташина Н. Б., Валиахметова К. Р., Урсакий О. Н., Бажин А. А.

РАЗРАБОТКА НОВОЙ КОНСТРУКЦИИ АРМИРОВАННОЙ ОККЛЮЗИОННОЙ ШИНЫ С ПАРАМЕТРИЗОВАННЫМ КАРКАСОМ НА ОСНОВЕ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ. Проблемы стоматологии. 2024; 1: 141-145.

© Асташина Н. Б. и др., 2024

DOI: 10.18481/2077-7566-2024-20-1-141-145

Поступила 23.02.2024. Принята к печати 27.03.2024

DOI: 10.18481/2077-7566-2024-20-1-141-145

## DEVELOPMENT OF A NEW DESIGN OF REINFORCED OCCLUSAL SPRINT WITH PARAMETRIZED FRAME BASED ON DIGITAL TECHNOLOGIES

Astashina N.B., Valiakhmetova K.R., Ursakiy O.N., Bazhin A.A.

*E.A. Wagner Perm State Medical University, Perm, Russia*

### Annotation

**Subject.** Today, the use of splint therapy is an essential part of specialized dental treatment, since in recent years the number of patients with dysfunctional conditions of the dentofacial apparatus, has increased significantly. In addition, according to recent research, the use of occlusal splints as part of complex therapy is effective in the treatment of neurological diseases, such as bruxism, chronic tension-type headache, and neuromuscular syndrome. Traditionally used designs of occlusal splints have some disadvantages, such as fragility of use, insufficient rigidity, and the impossibility of relining if the patient's dental status changes. The article provides a description and clinical and laboratory stages of manufacturing the developed new design of an occlusal splint reinforced with a titanium frame.

**Objectives.** Increasing the effectiveness of treatment of patients with functional disorders of the dentofacial system through the development and implementation of a new prosthetic construction – a combined occlusal splint with a titanium frame, using modern intellectual and medical 3D technologies.

**Materials and methods.** Titanium alloy (Rematitan®) was chosen as the material for the frame of the occlusal splint. Manufacturing method implies the use of additive technologies, in particular, 3D printing for obtaining a high-precision structure with a minimum cross-sectional thickness. Hot-curing acrylic plastic was used to cover the parameterized frame; it is also possible to use a light-curing composite.

**Results.** During the study, the expediency of introducing a reinforcing component in the form of a metal frame into the construction of the occlusal splint was determined. A new design of a combined occlusal splint and a method for its manufacture were developed.

**Conclusion.** By reinforcing the occlusal splint with a titanium frame, high structural strength, durability of use, maintainability or relocation if necessary are ensured; at the same time, due to 3D printing, the frame has a minimal cross-sectional thickness, which practically does not affect the thickness of the structure as a whole.

**Keywords:** *occlusal splint, splint therapy, prosthetic construction frame, digital technologies, muscular-articular dysfunction*

The authors declare no conflict of interest.

**Nataliia B. ASTASHINA** ORCID ID 0000-0003-1135-7833

Grand PhD in Medical Sciences, Head of the Department of Prosthetic Dentistry, E.A. Wagner Perm State Medical University, Perm, Russia  
astashina.nb@gmail.com

**Kamilla R. VALIAKHMETOVA** ORCID ID 0009-0008-1459-2066

Postgraduate Student, Department of Prosthetic Dentistry, E.A. Wagner Perm State Medical University, Perm, Russia  
Valiakhmetovak1998@gmail.com

**Olga N. URSAKIY** ORCID ID 0000-0003-2634-7398

PhD in Medical Sciences, Associate Professor of the Department of Prosthetic Dentistry, E.A. Wagner Perm State Medical University, Perm, Russia  
olgaursakiy@gmail.com

**Alexei A. BAZHIN** ORCID ID 0000-0001-6226-9708

PhD in Medical Sciences, Assistant of the Department of Prosthetic Dentistry, E.A. Wagner Perm State Medical University, Perm, Russia  
aleksei.bazhin2012@yandex.ru

**Correspondence address: Natalia B. ASTASHINA**

614990, Perm, Petropavlovskaya, 26 Str., Department of Prosthetic Dentistry  
+7 (912) 8860420  
astashina.nb@gmail.com

### For citation:

Astashina N.B., Valiakhmetova K.R., Ursakiy O.N., Bazhin A.A.

DEVELOPMENT OF A NEW DESIGN OF REINFORCED OCCLUSAL SPRINT WITH PARAMETRIZED FRAME  
BASED ON DIGITAL TECHNOLOGIES. *Actual problems in dentistry*. 2024; 1: 141-145. (In Russ.)

© Astashina N.B. et al., 2024

DOI: 10.18481/2077-7566-2024-20-1-141-145

Received 23.02.2024. Accepted 27.03.2024

## Введение

Окклюзионная шина и, соответственно, сплн-терапия была предложена еще в начале XX века. На сегодняшний день модификаций окклюзионных шин насчитывается более двух десятков, что свидетельствует о востребованности данного устройства в практике ортопедической стоматологии [1–2]. Среди пациентов, обратившихся за стоматологической помощью, у 65% выявляется функциональная патология зубочелюстного аппарата, среди всех заболеваний ВНЧС — 40% приходится на мышечно-суставную дисфункцию [3]. Кроме того, с челюстно-лицевой областью связан ряд неврологических заболеваний, в том числе бруксизм, нейромускулярный синдром, синдром апноэ во сне, а также головная боль напряжения, возникающая вследствие гипертонуса перикраниальных мышц (согласно миофасциальной теории развития), от которой страдает до 70% трудоспособного населения [4–8].

В настоящее время наиболее распространенным материалом для изготовления окклюзионных шин аналоговым методом является акриловая пластмасса, а в цифровом протоколе — полиметилметакрилат [9–11]. Однако, согласно данным исследований и практическому опыту, конструкции из вышеперечисленных материалов не обладают достаточной жесткостью, прочностью и долговечностью. Учитывая, что количество пациентов с функциональной патологией зубочелюстного аппарата неуклонно растет, а их лечение длится от нескольких месяцев до нескольких лет, конструкция окклюзионной шины должна отвечать ряду требований, а именно быть простой в изготовлении, иметь длительный срок использования и обладать ремонтпригодностью в случае изменения стоматологического статуса пациента [12–13].

**Цель исследования.** Повышение эффективности лечения пациентов с функциональными нарушениями зубочелюстной системы путем разработки и внедрения новой протетической конструкции — комбинированной окклюзионной шины с титановым каркасом — с использованием современных интеллектуальных и медицинских 3D-технологий.

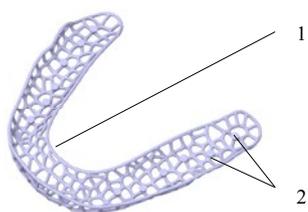


Рис. 1. 3D-модель каркаса окклюзионной шины:  
1 — сетчатая структура;  
2 — ограничительные элементы  
Fig. 1. 3D model of the occlusal splint frame: 1 – mesh structure; 2 – restrictive elements



Рис. 2. Титановый каркас, полученный методом 3D-печати  
Fig. 2. 3D printed titanium frame

**Материалы и методы:** изготовление комбинированной окклюзионной шины основывается на внедрении в конструкцию металлического каркаса, смоделированного в системе автоматизированного проектирования и изготовленного методом 3D-печати по технологии селективного лазерного сплавления (СЛС или англ. Selective Laser Melting, SLM) из титанового порошка (Rematitan© или аналога); облицовка каркаса производится традиционным методом акриловой пластмассой горячего отверждения — или по адгезивному протоколу композитом светового отверждения.

**Результаты.** В ходе исследования была разработана новая конструкция комбинированной окклюзионной шины, армированной сетчатым титановым каркасом (патент на изобретение RU 2814888 С1). Поскольку лечение дисфункциональных состояний должно включать расслабление мышц челюстно-лицевой области для дальнейшей перестройки миотатического рефлекса, за основу нами была взята релаксирующая окклюзионная шина. Технологический процесс изготовления армированной окклюзионной шины условно делится на два этапа: изготовление параметризованного каркаса и его введение в структуру окклюзионной шины.

Анатомические оттиски с обеих челюстей пациентов получают стандартными анатомическими ложками № 1, 2 и 3 и изготавливают гипсовые рабочие модели. Зубной ряд на рабочей модели обжимают пластинкой базисного воска и моделируют внутреннюю часть окклюзионной шины, получая невыраженный рельеф жевательной поверхности зубов. Рабочую модель вместе с восковой репродукцией внутренней части шины сканируют. Проектирование компьютерной модели каркаса проводят в системах автоматизированного проектирования (например, Компас3D© или аналог) и задают параметры трех вариантов размеров каркаса (соответствующие оттисковым ложкам № 1, 2 и 3) (рис. 1).

В результате печати получают каркас, имеющий толщину поперечного сечения от 0,3 до 0,5 мм, шероховатую поверхность для механической фиксации облицовочного материала шины и ограничительные элементы конусовидной формы высотой 1 мм и с диаметром основания 1,5 мм, в размере, соответствующем параметрам оттисковой ложки № 1, 2 или 3 (рис. 2).

Индивидуализацию параметризованного каркаса проводят на клиническом этапе, подбирая необходимый размер в соответствии с параметрами нижнего зубного ряда пациента и корректируя в соответствии с клиническими условиями.

Следующим этапом является моделирование наружной поверхности окклюзионной шины из воска. Для этого модели загипсовывают в окклюдатор или артикулятор, устанавливают каркас на модель нижнего зубного ряда, затем разогревают пластину базисного

воска и обжимают поверхность каркаса так, чтобы воск полностью перекрывал каркас. Оформляют края окклюзионной шины.

Этап замены воска на пластмассу проводится по традиционной технологии. Ограничительные элементы препятствуют смещению каркаса в момент паковки пластмассы в кювету, на этапе прессования облицовочный материал через отверстия в сетчатой структуре равномерно распределяется в пространстве между каркасом и окклюзионной поверхностью зубов, создавая тем самым рельеф внутренней части окклюзионной шины (рис. 3, 4).

Готовую окклюзионную шину припасовывают на гипсовой модели, оценивают путь введения и вывода, а также отсутствие балансирования (рис. 5).

### Выводы

Многолетний опыт использования окклюзионных шин свидетельствует о высокой эффективности их применения в практике врача-стоматолога-ортопеда. Разработанная конструкция окклюзионной шины имеет существенные преимущества в сравнении с аналогами:

- 1) высокая прочность конструкции за счет армирования титановым каркасом;
- 2) малая толщина окклюзионной шины за счет создания сетчатой структуры каркаса, изготовленного методом 3D-печати, с толщиной поперечного сечения от 0,3 до 0,5 миллиметров;
- 3) короткий срок изготовления за счет параметризации конструкции каркаса;
- 4) возможность починки или перебазиновки при необходимости.

Параметризация заготовок каркасов позволяет существенно сократить время изготовления окклюзионной шины и конечную стоимость изделия ввиду отсутствия необходимости индивидуального проектирования 3D-модели каркаса в каждом клиническом случае, что способствует доступности оказания квалифицированного, этиопатогенетически обоснованного комплексного стоматологического лечения дисфункциональных состояний зубочелюстной системы.



Рис. 3. Модель, загипсованная в кювету, после вываривания восковой репродукции окклюзионной шины

Fig. 3. A model in a cuvette after boiling down the wax reproduction of the occlusal splint



Рис. 4. Паковка пластмассы в кювету

Fig. 4. Packing plastic into a cuvette



Рис. 5. Готовая конструкция армированной окклюзионной шины

Fig. 5. Finished design of a reinforced occlusal splint

### Литература/References

1. Алимский А.В., Антоник М.М., Арутюнов А.С. [и др.]. Ортопедическая стоматология : Национальное руководство в 2 т. / 2-е изд., перераб. и доп. – Москва : "ГЭОТАР-Медиа", 2022. [A.V. Alimsky, M.M. Antonik, A.S. Arutyunov et al. Orthopedic dentistry: National manual in 2 volumes / 2nd ed., revised. and additional. – Moscow: "GEOTAR-Media", 2022. (In Russ)] DOI: 10.33029/9704-6366-6-OD1-2022-1-520.
2. Manriquez S.L., Robles K., Pareek K., Besharati A., Enciso R. Reduction of headache intensity and frequency with maxillary stabilization splint therapy in patients with temporomandibular disorders-headache comorbidity: a systematic review and meta-analysis // J Dent Anesth Pain Med. – 2021;21(3):183-205. DOI: 10.17245/jdarm.2021.21.3.183.
3. Ибрагимова Р.С., Даулетхожаев Н.А., Русанов В.П., Мирзакулова У.Р. Распространенность клинических признаков функциональных нарушений височно-нижнечелюстного сустава у лиц среднего, пожилого и старческого возрастов. Вестник КазНМУ. 2013;4-2. [R.S. Ibragimova, N.A. Daulet Khozhaev, V.P. Rusanov, U.R. Mirzakulova. Prevalence of clinical signs of functional disorders of the temporomandibular joint in persons of middle, elderly and senile age. Bulletin of KazNMU. 2013;4-2. (In Russ.)]. <https://cyberleninka.ru/article/n/rasprostranennost-klinicheskikh-priznakov-funktionalnyh-narusheniy-visochno-nizhnechelyustnogo-sustava-u-lits-srednego-pozhilogo-i>
4. Saha F.J., Pulla A., Ostermann T., Miller T., Dobos G., Cramer H. Effects of occlusal splint therapy in patients with migraine or tension-type headache and comorbid temporomandibular disorder: A randomized controlled trial // Medicine (Baltimore). – 2019;98(33):e16805. DOI: 10.1097/MD.00000000000016805.
5. Syed M.S., Ahmed M.D. Muscle Contraction Tension Headache Clinical Presentation. <https://emedicine.medscape.com/article/1142908-overview>

6. Кобзева Н.Р., Лебедева Е.Р., Олесен Е. Распространенность мигрени и головных болей напряжения в мире (обзор литературы). Уральский медицинский журнал. 2016;04(137):69-75. [N.R. Kobzeva, E.R. Lebedeva, E. Olesen. Prevalence of migraine and tension-type headache in the world (literature review). Ural Medical Journal. 2016;04(137):69-75. (In Russ.)]. <https://brightwaygroup.ru/upload/iblock/c17/Rasprostranennost-migreni-i-golovnykh-boley-napryazheniya-v-mire-obzor-literatury.pdf>
7. Белимова Л.Н., Балязин В.А. О патофизиологических основах головной боли напряжения. Кубанский научный медицинский вестник. 2016;5:139-147. [L.N. Belimova, V.A. Balyazin. The pathophysiological basis of tension-type headache. Kuban Scientific Medical Bulletin. 2016;5(160):139-147. (In Russ.)]. <https://cyberleninka.ru/article/n/o-patofiziologicheskikh-osnovah-golovnoy-boli-napryazheniya>
8. Бородина И.Д., Апресян С.В., Степанов А.Г., Бутков Д.С., Саносян Г.В. Клиническая эффективность окклюзионных шин в лечении пациентов с дисфункцией височно-нижнечелюстного сустава, осложненной бруксизмом. Стоматология. 2023;102(5):56-60. [I.D. Borodina, S.V. Apresyan, A.G. Stepanov, D.S. Butkov, G.V. Sanosyan. Clinical efficiency of occlusal splints in the treatment of patients with temporomandibular joint dysfunction complicated by bruxism. Stomatologiya. 2023;102(5):56-60. (In Russ.)]. <https://doi.org/10.17116/stomat202310205156>
9. Наумович С.А., Наумович С.С. Окклюзионные шины: виды и роль в комплексной терапии патологии височно-нижнечелюстного сустава. Современная стоматология (Минск). 2014;1:7-10. [S.A. Naumovich, S.S. Naumovich. Occlusal splints: types and role in complex therapy of temporomandibular joint pathology. Modern dentistry (Minsk). 2014;1:7-10. (In Russ.)]. <https://cyberleninka.ru/article/n/okklyuzionnye-shiny-vidy-i-rol-v-kompleksnoy-terapii-patologii-visochno-nizhnechelyustnogo-sustava>
10. Фадеев Р.А., Овсянников К.А., Жидких Е.Д. Применение окклюзионных капп и лечебно-диагностических аппаратов для лечения заболеваний височно-нижнечелюстного сустава и жевательных мышц. Институт стоматологии. 2020;3(88):78-81. [R.A. Fadeev, K.A. Ovsyannikov, E.D. Zhidkikh. The use of occlusal splints and medical diagnostic devices for the treatment of diseases of the temporomandibular joint and masticatory muscles. Institute of Dentistry. 2020;3(88):78-81. (In Russ.)]. <https://instom.spb.ru/catalog/article/15326/>
11. Асташина Н.Б., Анциферов В.Н., Рогожников Г.И., Каченюк М.Н., Казаков С.В., Мартюшева М.В. Перспективы использования наноматериалов и высоких технологий в ортопедической стоматологии. Часть 1. Стоматология. 2014. Т. 93. № 1. С. 37-39. [Astashina N.B., Antsiferov V.N., Rogozhnikov G.I., Kachenyuk M.N., Kazakov S.V., Martyusheva M.V. Prospects for the use of nanomaterials and high technologies in orthopedic dentistry. Part 1. Dentistry. 2014. T. 93. No. 1. P. 37-39. (In Russ.)]. <https://www.mediasphera.ru/issues/stomatologiya/2014/1/downloads/ru/030039-17352014110>
12. Асташина Н.Б., Старикова Н.Л., Валиахметова К.Р. Современный взгляд на проблему сплнт-терапии при лечении хронической головной боли напряжения. Пермский медицинский журнал. 2021;38(3):61-67. [N.B. Astashina, N.L. Starikova, K.R. Valiakmetova. A modern view on the problem of splint therapy in the treatment of chronic tension-type headache. Perm Medical Journal. 2021;38(3):61-67. (In Russ.)]. <https://permmedjournal.ru/PMJ/article/view/76005>
13. Akbulut N., Altan A., Akbulut S., Atakan C. Evaluation of the 3mm thickness splint therapy on temporomandibular joint disorders (TMDs) // Pain Res Manag. – 2018;5:2018:3756587. DOI: 10.1155/2018/3756587.

DOI: 10.18481/2077-7566-2024-20-1-146-152

УДК: 616.31-002-022

## АНАЛИЗ ЧАСТОТЫ ВСТРЕЧАЕМОСТИ, СТРУКТУРЫ КЛИНИЧЕСКОГО ПОЛИМОРФИЗМА И ГРАФИЧЕСКИХ ПРОЯВЛЕНИЙ СТОМАТОЛОГИЧЕСКОЙ ПАТОЛОГИИ ПО ДАННЫМ АНКЕТИРОВАНИЯ И 3D-БИОМЕТРИИ СРЕДИ СТУДЕНТОВ ГОРОДА СТАВРОПОЛЯ

Григоренко М. П.<sup>1</sup>, Вакушина Е. А.<sup>1</sup>, Брагин Е. А.<sup>1</sup>, Григоренко П. А.<sup>1</sup>, Арзуманян Л. В.<sup>1</sup>, Мрикаева М. Р.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Ставропольский государственный медицинский университет, г. Ставрополь, Россия

<sup>2</sup> Северо-Осетинская государственная медицинская академия, г. Владикавказ, Россия

### Аннотация

**Цель.** Изучить частоту встречаемости и структуру клинического полиморфизма и графических проявлений стоматологической патологии у респондентов юношеского периода и I периода зрелого возраста, обучающихся в вузах города Ставрополя.

**Методология.** Клинически, методом анкетирования и 3D-биометрически обследовано 508 респондентов в возрасте 17–35 лет с применением классификации возрастной периодизации человека Гурова В. А. (2018). При заполнении предложенной экспресс-карты стоматологического здоровья первокурсника выявлены терапевтические, ортопедические, ортодонтические и гнатологические жалобы. На виртуальных динамических 3D-реформатах диагностических моделей челюстей определены типы окклюзионных соотношений целостных зубных дуг и виды аномалий форм (V-образная, седловидная, треугольная, трапециевидная, асимметричная) при их дистальном соотношении.

**Результаты.** Частота встречаемости и структура клинического полиморфизма стоматологической патологии у респондентов юношеского периода и I периода зрелого возраста с целостными и неполными зубными дугами была диагностирована по нисходящей следующим образом: аномалии окклюзии без гнатологических нарушений, дефекты зубных дуг различной локализации, аномалии окклюзии с гнатологическими нарушениями, дефекты зубных дуг с аномалиями окклюзии, дефекты зубных дуг с гнатологическими и окклюзионными нарушениями и дефекты зубных дуг только с гнатологическими нарушениями. Структура аномалий окклюзии была диагностирована по нисходящей следующим образом: дистальная окклюзия, перекрестная окклюзия, мезиальная и вертикальная резцовая дизокклюзия. Физиологическая окклюзия была диагностирована реже всех и замыкала исследование.

**Вывод.** Структурированные данные анкетирования, клинического обследования и прецизионные 3D-биометрические данные анализа форм виртуальных динамических 3D-реформатов диагностических моделей челюстей могут быть использованы при проведении эпидемиологических исследований, упрощения диагностики, прогнозирования, архивирования и повышения эффективности комплексного стоматологического лечения.

**Ключевые слова:** экспресс-карта стоматологического здоровья первокурсника, частота встречаемости стоматологической патологии, структура клинического полиморфизма стоматологической патологии, КЛКТ, 3D-реформат КЛКТ, аномалии окклюзии, дистальная окклюзия, аномалии формы зубных дуг, респонденты

Авторы заявили об отсутствии конфликта интересов.

**Марк Павлович ГРИГОРЕНКО** ORCID ID 0009-0005-2073-6562

ассистент кафедры ортопедической стоматологии, Ставропольский государственный медицинский университет, г. Ставрополь, Россия  
mark115@yandex.ru

**Елена Анатольевна ВАКУШИНА** ORCID ID 0009-0006-3118-6559

д.м.н., профессор, профессор кафедры ортопедической стоматологии, Ставропольский государственный медицинский университет, г. Ставрополь, Россия  
mark115@yandex.ru

**Евгений Александрович БРАГИН** ORCID ID 0000-0003-0271-1503

д.м.н., профессор, профессор кафедры ортопедической стоматологии, Ставропольский государственный медицинский университет, г. Ставрополь, Россия  
professor\_bragin@mail.ru

**Павел Анатольевич ГРИГОРЕНКО** ORCID ID 0009-0006-3430-6341

к.м.н., доцент, доцент кафедры организации стоматологической помощи, менеджмента и профилактики стоматологических заболеваний, Ставропольский государственный медицинский университет, г. Ставрополь, Россия  
mark115@yandex.ru

**Лолита Витальевна АРЗУМАНЯН** ORCID ID 0009-0006-0259-326X

ассистент кафедры стоматологии детского возраста, Ставропольский государственный медицинский университет, г. Ставрополь, Россия  
geox225553@mail.ru

**Мадина Руслановна МРИКАЕВА** ORCID ID 0009-0003-0994-5924

к.м.н., доцент кафедры стоматологии № 1, Северо-Осетинская государственная медицинская академия, г. Владикавказ, Россия  
m.mrikaeva86@mail.ru

**Адрес для переписки: Марк Павлович ГРИГОРЕНКО**

355017, г. Ставрополь, ул. Мира 355/38, кв. 92

+7 (962) 4541018

mark115@yandex.ru

### Образец цитирования:

Григоренко М. П., Вакушина Е. А., Брагин Е. А., Григоренко П. А., Арзуманян Л. В., Мрикаева М. Р.

АНАЛИЗ ЧАСТОТЫ ВСТРЕЧАЕМОСТИ, СТРУКТУРЫ КЛИНИЧЕСКОГО ПОЛИМОРФИЗМА И ГРАФИЧЕСКИХ ПРОЯВЛЕНИЙ СТОМАТОЛОГИЧЕСКОЙ ПАТОЛОГИИ ПО ДАННЫМ АНКЕТИРОВАНИЯ И 3D-БИОМЕТРИИ СРЕДИ СТУДЕНТОВ ГОРОДА СТАВРОПОЛЯ. Проблемы стоматологии. 2024; 1: 146-152.

© Григоренко М. П. и др., 2024

DOI: 10.18481/2077-7566-2024-20-1-146-152

Поступила 16.03.2024. Принята к печати 12.04.2024

DOI: 10.18481/2077-7566-2024-20-1-146-152

## ANALYSIS OF DENTAL PATHOLOGY FREQUENCY, STRUCTURE OF CLINICAL POLYMORPHISM AND GRAPHICAL MANIFESTATIONS AMONG STUDENTS IN STAVROPOL ACCORDING TO A QUESTIONNAIRE AND 3D BIOMETRY DATA

Grigorenko M.P.<sup>1</sup>, Vakushina E.A.<sup>1</sup>, Bragin E.A.<sup>1</sup>, Grigorenko P.A.<sup>1</sup>, Arzumanyan L.V.<sup>1</sup>, Mrikaeva M.R.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Stavropol State Medical University, Stavropol, Russia

<sup>2</sup> North-Ossetian State Medical Academy, Vladikavkaz, Russia

### Annotation

**Objective.** To study the dental pathology frequency and structure of clinical polymorphism among respondents in adolescence and 1st period of adulthood studying at universities in Stavropol.

**Methodology.** 508 respondents aged 17–35 years according to the Gurov V.A. (2018) classification of human age periodization were examined clinically, by questionnaire and 3D biometrically. Therapeutic, orthopedic, orthodontic and gnathological complaints were identified when filling out the proposed express dental health card for a first-year students. Using virtual dynamic 3D reformats of diagnostic jaw models, the types of occlusal relationships of dentitions and the types of dentitions shape anomalies (V-shaped, saddle-shaped, triangular, trapezoidal, asymmetrical) with a distal relationship were determined.

**Results.** The dental pathology frequency of occurrence and structure of clinical polymorphism in respondents of adolescence and 1st period of adulthood with complete and incomplete dentitions were diagnosed in descending order as follows: anomalies of occlusion without gnathological disorders, various localization defects of dentitions, anomalies of occlusion with gnathological disorders, defects of dentitions with anomalies of occlusion, defects of dentitions with gnathological and occlusal disorders and defects of dentitions only with gnathological disorders. The structure of occlusion anomalies was diagnosed in descending order as follows: distal occlusion, cross occlusion, mesial and vertical incisal occlusion. Physiological occlusion was the least during the study.

**Conclusion.** Structured data from questionnaires, clinical examinations and 3D biometric data from shape analysis of the virtual dynamic 3D reformats of diagnostic jaw models can be used in conducting epidemiological studies, simplifying diagnosis, prognosis, archiving and increasing the efficiency of complex dental treatment.

**Keywords:** first year student dental health express-card, dental pathology frequency of occurrence, dental pathology clinical polymorphism structure, CBCT, 3D CBCT reformat, occlusion anomalies, distal occlusion, dental arch shape anomalies, respondents

The authors declare no conflict of interest.

**Mark P. GRIGORENKO** ORCID ID 0009-0005-2073-6562

Assistant, Department of Orthopedic Dentistry, Stavropol State Medical University, Stavropol, Russia

mark115@yandex.ru

**Elena A. VAKUSHINA** ORCID ID 0009-0006-3118-6559

Grand PhD in Medical Sciences, Professor, Professor of the Department of Orthopedic Dentistry, Stavropol State Medical University, Stavropol, Russia

mark115@yandex.ru

**Evgeniy A. BRAGIN** ORCID ID 0000-0003-0271-1503

Grand PhD in Medical Sciences, Professor, Professor of the Department of Orthopedic Dentistry, Stavropol State Medical University, Stavropol, Russia

professor\_bragin@mail.ru

**Pavel A. GRIGORENKO** ORCID ID 0009-0006-3430-6341

PhD in Medical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Organization of Dental Care,

Management and Prevention of Dental Diseases, Stavropol State Medical University, Stavropol, Russia

mark115@yandex.ru

**Lolita V. ARZUMANYAN** ORCID ID 0009-0006-0259-326X

Assistant at the Department of Pediatric Dentistry, Stavropol State Medical University, Stavropol, Russia

geox225553@mail.ru

**Madina R. MRIKAEVA** ORCID ID 0009-0003-0994-5924

PhD in Medical Sciences, Associate Professor, Department of Dentistry No. 1, North-Ossetian State Medical Academy, Vladikavkaz, Russia

m.mrikaeva86@mail.ru

**Correspondence address: Mark P. GRIGORENKO**

355017, Stavropol, Mira st., 355/38–92

+7 (962) 4541018

mark115@yandex.ru

### For citation:

Grigorenko M.P., Vakushina E.A., Bragin E.A., Grigorenko P.A., Arzumanyan L.V., Mrikaeva M.R.

ANALYSIS OF DENTAL PATHOLOGY FREQUENCY, STRUCTURE OF CLINICAL POLYMORPHISM AND GRAPHICAL MANIFESTATIONS AMONG STUDENTS IN STAVROPOL ACCORDING TO A QUESTIONNAIRE AND 3D BIOMETRY DATA. *Actual problems in dentistry*. 2024; 1: 146-152. (In Russ.)

© Grigorenko M.P. et al., 2024

DOI: 10.18481/2077-7566-2024-20-1-146-152

Received 16.03.2024. Accepted 12.04.2024

## Введение

Потребность взрослого населения, обращающегося за междисциплинарной помощью к врачам-стоматологам-ортопедам и врачам-ортодонтам, в Российской Федерации колеблется от 35 до 50%. Повышенная стираемость твердых тканей, дефекты зубов и зубных дуг различного генеза, мышечные и суставные дисфункции ВНЧС вызывают ответную реакцию в виде формирования травматической окклюзии разной степени выраженности [2, 7, 8].

Представленные в российской и зарубежной печати, а также размещенные на доступных электронных платформах статистические данные о распространенности различных форм аномалий окклюзии и аномалий форм зубных дуг в период постоянного прикуса варьируются от 12 до 75% [1, 9, 10, 14].

На современном этапе развития медицины в целом и стоматологии в частности анкетирование и цифровые методы диагностики начинают активно внедряться в клиническую практику врачей-стоматологов-ортопедов и врачей-ортодентов, о чем пишут в национальном руководстве по ортопедической стоматологии под руководством профессора Лебедево И.Ю. с соавт.

(2019) [5] и в национальном руководстве по ортодонтии под руководством профессора Персина Л.С. с соавт. (2020) [4].

В России и за рубежом приобретают популярность цифровые методы 3D-анализа зубных дуг, формы и размеров лица и головы, и их соответствия с помощью компьютерных программ («Ortho 3D» и «Фотоплан», Россия; «OrthoLab, Польша», и др.) для работы с виртуальными моделями, что требует дополнительной профессиональной подготовки [6, 11–13, 15].

Таким образом, выраженная частота встречаемости и полиморфизм клинических, гнатологических и рентгенологических проявлений ассоциированной стоматологической патологии у респондентов юношеского периода и I периода зрелого возраста определяет актуальность дальнейших проводимых исследований.

**Цель работы** — изучить частоту встречаемости, структуру клинического полиморфизма и графических проявлений стоматологических патологий по результатам анкетирования и параметрам виртуальных 3D-реформатов диагностических моделей челюстей, полученных после проведения КЛКТ у респондентов юношеского периода и I периода зрелого возраста, обучающихся в вузах города Ставрополя.

## Материалы и методы

В нашем исследовании приняли участие 508 респондентов обоего пола в возрасте от 17 до 35 лет, что соответствовало юношескому периоду и I периоду зрелого возраста согласно возрастной периодизации человека (Гуров В.А., 2018) [3]. Из них 318 респондентов имели клинические признаки стоматологических заболеваний, они составили рабочую группу. Группу контроля составили 190 респондентов с целостными зубными дугами, без выраженных клинических признаков патологической окклюзии (аномалии формы зубных дуг и (или) аномалии окклюзии), без гнатологических жалоб (боль, щелчки, девиация и (или) ограничений движений ВНЧС) (табл. 1).

Всем респондентам были проведены традиционные клинические исследования на базе медицинского центра ФГБОУ ВО СтГМУ МЗ РФ в рамках медицинских осмотров студентов, поступивших на 1-й курс в вузы города Ставрополя, в течение трех лет с заполнением разработанных на кафедре ортопедической стоматологии СтГМУ экспресс-карт стоматологического здоровья первокурсника (рис. 1). Респонденты, принявшие участие в исследовании, подписали добровольное информированное согласие, согласно принципам этики и доказательной медицины.

Для классификации патологий, ассоциированных с дефектами зубной дуги, применяли классификацию частичной потери зубов по Kennedy E. (1928). При целостных зубных дугах предварительный диагноз окклюзионной патологии ставили, руководствуясь классификацией профессора Персина Л.С. (1990), реко-

Экспресс-карта стоматологического здоровья первокурсника	
1.	Дата заполнения:
2.	Фамилия, имя, отчество:
3.	Пол:
4.	Дата рождения:
5.	Возраст (сколько полных лет):
<b>Передний отдел</b>	
6.	Нейтральная окклюзия да / нет
7.	Смещение центральной линии влево да / нет
8.	Смещение центральной линии вправо да / нет
9.	Скученность да / нет
10.	Глубокая резцовая окклюзия да / нет
11.	Глубокая резцовая диокклюзия да / нет
12.	Вертикальная резцовая диокклюзия да / нет
13.	Обратная резцовая окклюзия да / нет
<b>Боковой отдел (L)</b>	
14.	Нейтральная окклюзия да / нет
15.	Дистальная окклюзия да / нет
16.	Мезиальная окклюзия да / нет
17.	Перекрестная окклюзия да / нет
<b>Боковой отдел (R)</b>	
18.	Нейтральная окклюзия да / нет
19.	Дистальная окклюзия да / нет
20.	Мезиальная окклюзия да / нет
21.	Перекрестная окклюзия да / нет
<b>Гнатология (жалобы)</b>	
22.	Боль в области ВНЧС слева да / нет
23.	Боль в области ВНЧС справа да / нет
24.	Боль в области КФО слева да / нет
25.	Боль в области КФО справа да / нет
26.	Щелчки слева да / нет
27.	Щелчки справа да / нет
28.	Девиация влево да / нет
29.	Девиация вправо да / нет
30.	Ограничение открывания рта да / нет

Рис. 1. Экспресс-карта стоматологического здоровья первокурсника

Fig. 1. First-year student dental health express-card

Дифференциация респондентов в исследуемых группах

Table 1. Differentiation of patients in study groups

Группы	Возрастные периоды взрослого человека		Всего
	Юношеский период (юноши: 17–21 год девушки: 16–20 лет)	Зрелый возраст (1 период) (мужчины: 21–35 лет женщины: 20–35 лет)	
Респонденты рабочей группы	148 (29,14%)	170 (33,46%)	318 (62,6%)
Респонденты контрольной группы	91 (17,91%)	99 (19,49%)	190 (37,4%)
Всего	508 (100%)		

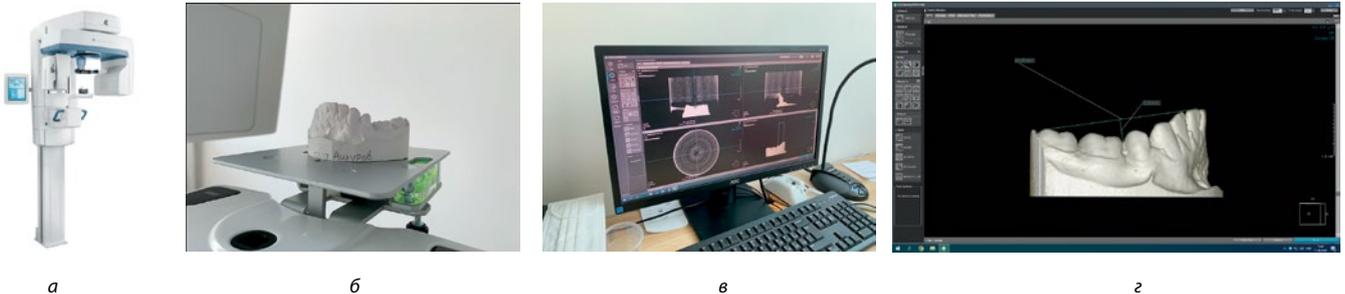


Рис. 2. Получение виртуального динамического 3D-реформата челюсти: а — цифровой компьютерный томограф KaVo OP300 Maxio; б — гипсовая диагностическая модель, установленная на штатную калибровочную платформу томографа перед проведением КЛКТ; в, г — полученный после КЛКТ 3D-реформат диагностической модели в компьютерной программе для просмотра DICOM-файлов

Fig. 2. Obtaining a virtual dynamic 3D reformat of the jaw: a — KaVo OP300 Maxio digital computer tomograph; b — plaster diagnostic model installed on the calibration platform of the tomograph before CBCT; c, d — 3D reformat of the diagnostic model obtained after CBCT in a computer program for viewing DICOM files

мендованной автором для работы в стоматологических клиниках ортодонтического и ортопедического профилей.

Всем респондентам были проведены 3D-биометрические исследования по предложенной нами методике «Способ проведения биометрической диагностики зубных дуг на 3D-реформатах гипсовых моделей челюстей, полученных в результате конусно-лучевой компьютерной томографии» (Заявка на патент от 21.06.2022, регистрационный номер 2022116805/14 (035446)). Респондентам снимали двухслойный двухэтапный оттиск из С-силикона, который четко отображал коронки всех зубов, уздечки верхней и нижней губ и мягкотканые тяжи слизистой оболочки преддверия полости рта до переходной складки, затем изготавливали гипсовую модель из супергипса 4-го класса с использованием вакуумного смесителя и вибрационного столика. Полученную модель устанавливали на штатную калибровочную платформу цифрового компьютерного томографа и проводили рентгенологическое сканирование с шагом 0,2 мм. После проведения КЛКТ получали виртуальный динамический 3D-реформат челюсти, полностью соответствовавший своими линейными и угловыми параметрами гипсовому аналогу.

После проведения КЛКТ гипсовых диагностических моделей получали их виртуальные динамические 3D-реформаты, которые полностью соответствовали своим линейными и угловыми параметрами гипсовым аналогам. Инструменты программы позволяли

манипулировать виртуальной динамической моделью и проводить необходимые измерения (рис. 2).

Построение форм зубных дуг проводили в программе «OnDemand3DDental» с помощью инструмента «Tapeline Curve Type» по точкам, установленным на режущих краях резцов, вершинах рвущих бугров клыков, щечных бугров премоляров, дистальных щечных бугров моляров.

После завершения построения формы зубной дуги проводили ее сравнительный анализ с проекцией физиологической нормы (для верхней зубной дуги — полуэллипса, для нижней зубной дуги — параболы), наложенной на виртуальный 3D-реформат челюсти (рис. 3).

Для проведения статистического анализа полученных данных использовали заполненную матрицу исследования и стандартный пакет прикладных программ SPSS 23.0 for Windows. Для непрерывных числовых показателей был проведен анализ распределения и критериев его соответствия нормальному (критерий Колмогорова–Смирнова). Если распределение в группе соответствовало нормальному, данные представляли в виде среднего арифметического и стандартного отклонения ( $M \pm SD$ ), при распределении, отличном от нормального, рассчитывали медиану ( $Me$ ) и 25 и 75 процентиля [ $P_{25}-P_{75}$ ]. Качественные показатели выражали в виде долей (%).

### Результаты исследования и их обсуждение

Заполнение и анализ разработанных нами клинических экспресс-карт стоматологического здоровья пер-

вокурсника позволили нам констатировать выраженные клинические признаки аномалий формы зубных дуг, ассоциированных с сопутствующей окклюзионной патологией, гнатологических нарушений и дефектов зубных дуг в  $62,6 \pm 2,15\%$  клинических наблюдений. В  $37,4 \pm 2,15\%$  клинических наблюдений мы диагностировали стоматологически здоровых респондентов с целостными зубными дугами, без выраженных кли-

нических признаков патологической окклюзии (аномалий формы зубных дуг и (или) аномалий окклюзии), без гнатологических нарушений (щелчки, хруст, боль, девиация, ограниченное открывание рта и (или) ограниченные движения ВНЧС). Последовательно были определены частота встречаемости и структура стоматологических заболеваний среди респондентов рабочей и контрольной групп (табл. 2).

При проведении дальнейших клинических исследований нами были определены частота встречаемости и структура патологической окклюзии среди 318 респондентов рабочей группы, составивших 100% клинических наблюдений) (табл. 3).

По предложенной нами собственной методике виртуального построения форм зубных дуг на динамических 3D-реформатах диагностических моделей челюстей была значительно дополнена клинически выявленная структура дистальной окклюзии. Так, по результатам цифровых 3D-биометрических исследований, у 134 респондентов обоего пола с аномалиями формы зубных дуг и сопутствующей дистальной окклюзией (100% клинических наблюдений) нами были дифференцированы аномалии формы верхних и нижних зубных дуг, распределившиеся в следующем порядке от больших процентных показателей к меньшим (рис. 4).

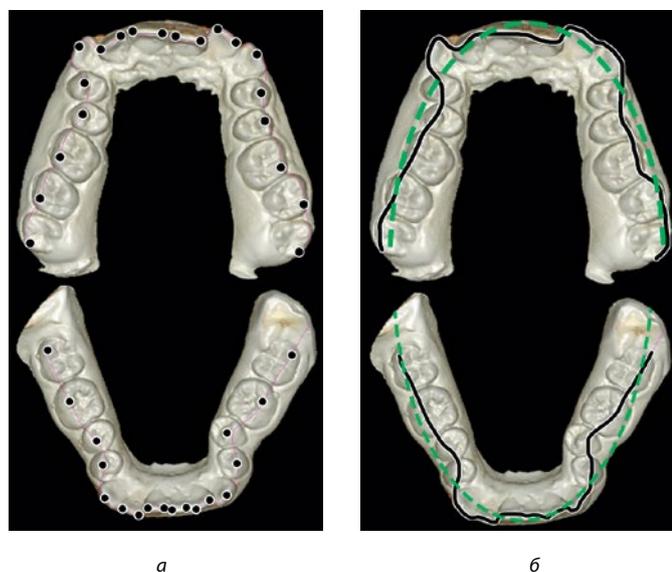


Рис. 3. Построение форм зубных дуг на виртуальных динамических 3D-реформатах челюстей: а — точки, через которые проходит построение формы зубных дуг; б — построенные аномальные формы зубных дуг (седловидные на верхней и нижней челюстях) с наложенными проекциями физиологической нормы, выделенными зеленой пунктирной линией

Fig. 3. Construction of the dentitions shapes on virtual dynamic 3D models of the jaws: a – points through which the construction of the dentition shape passes; b – constructed abnormal shapes of dentitions (saddle-shaped on the upper and lower jaws) with superimposed projections of the physiological norm, highlighted with green dotted line

### Заключение

Данные, полученные в результате проведения трех-летних медицинских осмотров первокурсников (2019–2023 г.) с применением разработанной нами экспресс-карты стоматологического здоровья, а также анализа форм зубных дуг на виртуальных 3D-реформатах диагностических моделей челюстей позволили детально изучить частоту встречаемости, структуру клинического полиморфизма и графические проявления стоматологических патологий.

Таблица 2

### Частота встречаемости и структура стоматологических заболеваний среди респондентов в исследуемых группах

Table 2. Dental diseases frequency of occurrence and structure among the respondents in study groups

Клинические признаки стоматологических заболеваний	Количество клинических наблюдений	Проценты (%)
Аномалии окклюзии без гнатологических нарушений	152	$29,92 \pm 2,03\%$
Аномалии окклюзии с гнатологическими нарушениями	38	$7,48 \pm 1,17\%$
Гнатологические нарушения без аномалий окклюзии	25	$4,92 \pm 0,96\%$
Дефекты зубного ряда (I, II, III, IV классы по E. Kennedy)	42 (2, 7, 31, 2)	$8,27 \pm 1,22\%$ ( $0,39 \pm 0,28\%$ ; $1,38 \pm 0,52\%$ ; $6,1 \pm 1,06\%$ ; $0,39 \pm 0,28\%$ )
Дефекты зубного ряда с аномалиями окклюзии	31	$6,1 \pm 1,06\%$
Дефекты зубного ряда с гнатологическими нарушениями	11	$2,17 \pm 0,65\%$
Дефекты зубного ряда с гнатологическими нарушениями и аномалиями окклюзии	19	$3,74 \pm 0,84\%$
Отсутствие клинических признаков аномалий окклюзии, гнатологических нарушений и дефекта зубного ряда	190	$37,4 \pm 2,15\%$
<b>Всего:</b>	<b>508</b>	<b>100%</b>

Частота встречаемости и структура патологической окклюзии в рабочей группе  
Table 3. Pathological occlusion frequency of occurrence and structure in the working group

Виды патологической окклюзии			
Нейтральная окклюзия в боковых сегментах	91 (28,62 ± 2,53%)	Скученность зубов в переднем сегменте	54 (16,98 ± 2,11%)
		Вертикальная резцовая дизокклюзия в переднем сегменте	22 (6,92 ± 1,42%)
		Прямая резцовая окклюзия в переднем сегменте	15 (4,72 ± 1,19%)
Дистальная окклюзия в боковых сегментах	134 (42,14 ± 2,77%)	Глубокая резцовая дизокклюзия в переднем сегменте	60 (18,87 ± 2,19%)
		Глубокая резцовая окклюзия в переднем сегменте	74 (23,27 ± 2,37%)
Мезиальная окклюзия в боковых сегментах	31 (9,75 ± 1,66%)	Вертикальная резцовая дизокклюзия в переднем сегменте	2 (0,63 ± 0,44%)
		Обратная резцовая дизокклюзия в переднем сегменте	3 (0,94 ± 0,54%)
		Прямая резцовая окклюзия в переднем сегменте	26 (8,18 ± 1,54%)
Перекрестная окклюзия в одном боковом сегменте	29 (9,12 ± 1,61%)	Перекрестная окклюзия в переднем сегменте	19 (5,97 ± 1,33%)
		Обратная резцовая окклюзия в переднем сегменте	10 (3,15 ± 0,98%)
Перекрестная окклюзия в двух боковых сегментах	33 (10,37 ± 1,71%)	Перекрестная окклюзия в переднем сегменте	21 (6,6 ± 1,39%)
		Обратная резцовая окклюзия в переднем сегменте	12 (3,77 ± 1,07%)
Всего		318 клинических наблюдений (100%)	

### Выводы

Разработанная экспресс-карта стоматологического здоровья первокурсника обеспечила высокую достоверность при определении частоты встречаемости и структуры стоматологических заболеваний у респондентов юношеского периода и I периода зрелого возраста, что значительно дополнило результаты клинико-инструментальных исследований, посвященных данной эпидемиологической проблеме в стоматологии.

Предложенная методика виртуального построения форм зубных дуг на динамических 3D-реформатах диагностических моделей челюстей с целостными зубными дугами при их дистальном соотношении в интерфейсе программного обеспечения для просмотра DICOM-файлов «OnDemand3DDental» обеспечила получение персонализированных аномальных форм на верхних и нижних челюстях, что значительно дополнило результаты наших клинических исследований по детализации структуры дистальной окклюзии.

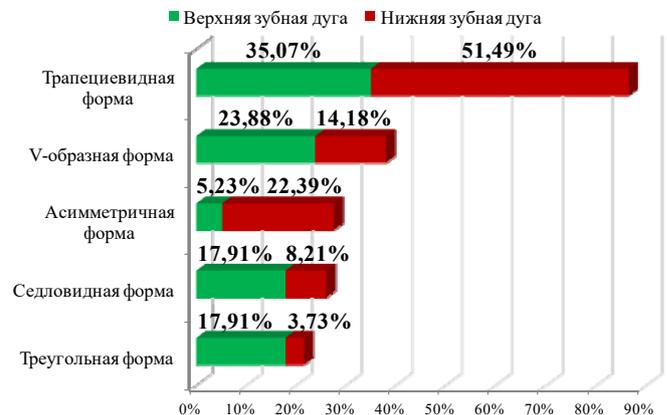


Рис. 4. Структура аномалий форм зубных дуг при дистальной окклюзии

Fig. 4. The structure of anomalies in the shape of dentitions with distal occlusion

## Литература/References

1. Вакушина, Е.А., Брагин Е.А., Григоренко П.А., Клемин В.А., Майлян Э.А., Ворожко А.А., Кубаренко В.В. Пропедевтический курс по ортопедической стоматологии и ортодонтии. Учебное пособие. Ставрополь : Издательство СтГМУ. 2022:172. [E.A. Vakushina, E.A. Bragin, P.A. Grigorenko, V.A. Klemin, E.A. Majlyan, A.A. Vorozhko, V.V. Kubarenko. Propaedeutic course in orthopedic dentistry and orthodontics. Tutorial. Stavropol : Publishing house StGMU. 2022:172. (In Russ.)]. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=49874163>
2. Восканян А.Р., Аюпова Ф.С., Алексеенко С.Н. Зубочелюстные аномалии и факторы риска у детей Краснодарского края. Ортодонтия. 2019;3(87):4-8. [A.R. Voskanyan, F.S. Ayupova, S.N. Alekseenko. Dentoalveolar anomalies and risk factors among children of Krasnodar region. Orthodontics. 2019;3(87):4-8. (In Russ.)]. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41155081>
3. Гуров В.А. Хронобиология. Возрастная периодизация. Universum: Химия и биология, электронный журнал. 2018;4(46):7-12. [V.A. Gurov. Chronobiology. Age periodization. Universum : Chemistry and biology, electronic journal. 2018;4(46):7-12. (In Russ.)]. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=32756461>
4. Под ред. член. корр. РАН, проф. Персина Л.С. Ортодонтия. Национальное руководство в 2-х томах. Москва : ГЭОТАР-Медиа. 2020:680. [Ed. L.S. Persin. Orthodontics. National guideline. Moscow : GEOTAR-Media. 2020:680. (In Russ.)]. DOI: 10.33029/9704-5408-4-1-ONRD-2020-1-304.
5. Под ред. Лебеденко И.Ю., Арутюнова С.Д., Ряховского А.Н. Ортопедическая стоматология. Национальное руководство. Москва : ГЭОТАР-Медиа. 2019:824. [Eds. I.Yu. Lebedenko, S.D. Arutyunov, A.N. Ryahovskij. Prosthetic dentistry. National guideline. Moscow : GEOTAR-Media. 2019:824. (In Russ.)]. <https://www.rosmedlib.ru/book/ISBN9785970449486.html>
6. Постников М.А. Ортодонтия. Этиология, патогенез, диагностика и профилактика зубочелюстных аномалий и деформаций. Учебное пособие. Самара : Издательство ООО «Издательско-полиграфический комплекс «Право». 2022:345. [M.A. Postnikov. Orthodontics. Etiology, pathogenesis, diagnosis and prevention of dental anomalies and deformities. Tutorial. Samara : Publishing house LLC Publishing and printing complex Pravo. 2022:345. (In Russ.)]. [https://samsmu.ru/files/news/2023/0106/book\\_orthodontia.pdf](https://samsmu.ru/files/news/2023/0106/book_orthodontia.pdf)
7. Рыжова И.П., Максимова В.М., Гонтарев С.Н., Булгакова Д.Х. Анализ факторов, влияющих на качество и долговечность фиксации несъемных конструкций зубных протезов (обзор литературы). Вестник новых медицинских технологий, электронный журнал. 2023;30(2):53-57. [I.P. Ryzhova, V.M. Maksimova, S.N. Gontarev, D.H. Bulgakova. Analysis of factors affecting the quality and fixation of fixed dentures (literature review). Journal of new medical technologies, eDition. 2023;30(2):53-57. (In Russ.)]. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=54040029>
8. Хаджаева П.Г., Григоренко М.П., Вакушина Е.А., Григоренко П.А. Распространённость различных форм аномалий окклюзии в период смены зубов у детей г. Ставрополя. Ортодонтия. 2022;3(99):78-79. [P.G. Hadzhaeva, M.P. Grigorenko, E.A. Vakushina, P.A. Grigorenko. Prevalence of various forms of occlusion anomalies during the period of tooth change in children of Stavropol. Orthodontics. 2022;3(99):78-79. (In Russ.)]. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=50253542>
9. Campbell C., Millett D., Kelly N., Cooke M., Cronin M. Frankel 2 appliance for Phase 1 treatment of Class II division 1 malocclusion in children and adolescents: A randomized clinical trial // The Angle Orthodontist. – 2020;90(2):202-208. <https://doi.org/10.2319/042419-290.1>
10. Giudice A.Lo., Nucera R., Ronsiville V., Grazia C.Di., Rugeri M., Quinzi V. Enhancing the diagnosis of maxillary transverse discrepancy through 3-D technology and surface-to-surface superimposition. Description of the digital workflow with a documented case report // European Journal of Pediatric Dentistry. – 2020;21(2):213-218. <https://www.doi.org/10.23804/ejpd.2020.21.03.11>
11. Grigorenko M.P., Bragin E.A., Vakushina E.A., Karakov K.G., Dmitrienko S.V., Bragin A.E., Grigorenko P.A., Khadzhaeva P.G. Variability of morphometric indicators of the craniofacial complex in patients with distal occlusion according to 3d cephalometry data // Medical News of North Caucasus. – 2022;17(2): 174-178. <https://doi.org/10.14300/mnnc.2022.17042>
12. Hadadpour S., Noruzian M., Abdi A.H., Baghban A.A., Nouri M. Can 3D imaging and digital software increase the ability to predict dental arch form after orthodontic treatment? // Am. J. Orthod. Dentofacial. Orthop. – 2019;156(6):870-877. <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2019.07.009>
13. Kelley N., Tabbaa S., Vezina G.C., El-Bialy T. Cone-beam Computed Tomography Analysis of the Relationship between the Curve of Spee and the Collum Angle of Mandibular Anterior Teeth // The Journal of Contemporary Dental Practice. – 2021;22(6) 599-604. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34393113/>
14. Mohan A., Babu H., Balakrishnan N. Correction of posterior crossbite in adolescents and young adults with class I, class II and class III malocclusion // International Journal of Dentistry and Oral Science. – 2020;7(10):869-871. <https://doi.org/10.19070/2377-8075-20000172>
15. Rao A., Badavannavar A., Acharya A. An orthodontic analysis of the smile dynamics with videography // Journal of Oral Biology and Craniofacial Research. – 2021;11(2):174-179. <https://doi.org/10.1016/j.jobcr.2021.01.001>

DOI: 10.18481/2077-7566-2024-20-1-153-160

УДК: 616.714.1-071.3:616.314/716.8-007.22-07-616.314-089.23

## АНАЛИЗ 3D-ЦЕФАЛОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ЧЕРЕПА И 3D-БИОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ВИРТУАЛЬНЫХ ЦЕЛОСТНЫХ ЗУБНЫХ ДУГ ПРИ ИХ ДИСТАЛЬНОМ СООТНОШЕНИИ ПО ДАННЫМ РАСШИРЕННОЙ КОНУСНО-ЛУЧЕВОЙ КОМПЬЮТЕРНОЙ ТОМОГРАФИИ

Григоренко М. П.<sup>1</sup>, Вакушина Е. А.<sup>1</sup>, Брагин Е. А.<sup>1</sup>, Лапина Н. В.<sup>2</sup>, Мрикаева М. Р.<sup>3</sup>, Постникова Е. М.<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Ставропольский государственный медицинский университет, г. Ставрополь, Россия

<sup>2</sup> Кубанский государственный медицинский университет, г. Краснодар, Россия

<sup>3</sup> Северо-Осетинская государственная медицинская академия, г. Владикавказ, Россия

<sup>4</sup> Первый Московский государственный медицинский университет имени И. М. Сеченова, г. Москва, Россия

### Аннотация

**Цель.** Технически усовершенствовать диагностический анализ 3D-цефалометрических параметров черепа и 3D-одонто- и биометрических параметров целостных зубных дуг при их дистальном соотношении в период постоянного прикуса по данным расширенной конусно-лучевой компьютерной томографии.

**Методология.** 3D-цефалометрически и 3D-биометрически обследовано 134 пациента в возрасте 17–35 лет с диагнозом «дистальная окклюзия». На виртуальных динамических 3D-реформатах черепа изучены параметры козелковой ширины и диагонали черепа с обеих сторон. Вычислен гнатический индекс черепа и определены мезогнатический, долихогнатический и брахиогнатический типы черепа. На виртуальных динамических 3D-реформатах диагностических моделей челюстей измерены ширина, толщина и высота коронок постоянных зубов, определены денральные (нормодонтный, микродонтный, макродонтный) типы целостных зубных дуг при их дистальном соотношении, построены аномальные формы (V-образная, седловидная, треугольная, трапециевидная, асимметричная) зубных дуг, вычислен аркадный индекс, определены гнатические (мезогнатический, долихогнатический, брахиогнатический) типы зубных дуг и выраженность сагиттальной окклюзионной кривой Spee с обеих сторон.

**Результаты.** Чаще всего у пациентов были диагностированы мезогнатический и долихогнатический типы черепа, реже всех встречался брахиогнатический тип. При этом среди дендральных типов зубных дуг лидировал комбинированный тип, далее шли микродонтный и нормодонтный типы, макродонтный тип встречался реже всех. Анализ аномальных форм зубных дуг показал преобладание трапециевидной формы на обеих челюстях. Среди гнатических типов зубных дуг на обеих челюстях чаще всего встречался долихогнатический тип. Резковогнутая кривая Spee с обеих сторон лидировала при анализе выраженности сагиттальных окклюзионных кривых.

**Вывод.** Персонализированные 3D-цефалометрические и 3D-биометрические прецизионные параметры, полученные в результате расширенной конусно-лучевой компьютерной томографии, могут быть использованы для упрощения диагностики, прогнозирования и повышения эффективности ортодонтического лечения.

**Ключевые слова:** 3D-цефалометрия, 3D-одонтометрия, 3D-биометрия, 3D-реформат КЛКТ, гнатический индекс черепа, дендральный тип зубной дуги, аномалии формы зубной дуги, гнатический тип зубной дуги, сагиттальная окклюзионная кривая Spee, период постоянного прикуса

Авторы заявили об отсутствии конфликта интересов.

**Марк Павлович ГРИГОРЕНКО** ORCID ID 0009-0005-2073-6562

ассистент кафедры ортопедической стоматологии, Ставропольский государственный медицинский университет, г. Ставрополь, Россия  
mark115@yandex.ru

**Елена Анатольевна ВАКУШИНА** ORCID ID 0009-0006-3118-6559

д.м.н., профессор, профессор кафедры ортопедической стоматологии, Ставропольский государственный медицинский университет, г. Ставрополь, Россия  
mark115@yandex.ru

**Евгений Александрович БРАГИН** ORCID ID 0000-0003-0271-1503

д.м.н., профессор, профессор кафедры ортопедической стоматологии, Ставропольский государственный медицинский университет, г. Ставрополь, Россия  
professor\_bragin@mail.ru

**Наталья Викторовна ЛАПИНА** ORCID ID 0000-0003-1835-8898

д.м.н., профессор, заведующая кафедрой ортопедической стоматологии, Кубанский государственный медицинский университет, г. Краснодар, Россия  
kgma74@yandex.ru

**Мадина Руслановна МРИКАЕВА** ORCID ID 0009-0003-0994-5924

к.м.н., доцент кафедры стоматологии № 1, Северо-Осетинская государственная медицинская академия, г. Владикавказ, Россия  
m.mrikaeva86@mail.ru

**Елизавета Михайловна ПОСТНИКОВА** ORCID ID 0000-0002-5989-1704

студентка стоматологического факультета, Первый Московский государственный медицинский университет имени И. М. Сеченова, г. Москва, Россия  
postnikova.e.m@gymn1sam.ru

Адрес для переписки: **Марк Павлович ГРИГОРЕНКО**

355017, г. Ставрополь, ул. Мира 355/38, кв. 92

+7 (962) 4541018

mark115@yandex.ru

### Образец цитирования:

Григоренко М. П., Вакушина Е. А., Брагин Е. А., Лапина Н. В., Мрикаева М. Р., Постникова Е. М.

АНАЛИЗ 3D-ЦЕФАЛОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ЧЕРЕПА И 3D-БИОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ

ВИРТУАЛЬНЫХ ЦЕЛОСТНЫХ ЗУБНЫХ ДУГ ПРИ ИХ ДИСТАЛЬНОМ СООТНОШЕНИИ ПО ДАННЫМ

РАСШИРЕННОЙ КОНУСНО-ЛУЧЕВОЙ КОМПЬЮТЕРНОЙ ТОМОГРАФИИ. Проблемы стоматологии. 2024; 1: 153-160.

© Григоренко М. П. и др., 2024

DOI: 10.18481/2077-7566-2024-20-1-153-160

Поступила 27.02.2024. Принята к печати 23.03.2024

DOI: 10.18481/2077-7566-2024-20-1-153-160

## ANALYSIS OF 3D CEPHALOMETRIC PARAMETERS OF THE SKULL AND 3D BIOMETRIC PARAMETERS OF VIRTUAL INTEGRATED DENTAL ARCHES IN DISTAL OCCLUSION ACCORDING TO ADVANCED CONE BEAM COMPUTED TOMOGRAPHY

Grigorenko M.P.<sup>1</sup>, Vakushina E.A.<sup>1</sup>, Bragin E.A.<sup>1</sup>, Lapina N.V.<sup>2</sup>, Mrikaeva M.R.<sup>3</sup>, Postnikova E.M.<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Stavropol State Medical University, Stavropol, Russia

<sup>2</sup> Kuban State Medical University, Krasnodar, Russia

<sup>3</sup> North-Ossetian State Medical Academy, Vladikavkaz, Russia

<sup>4</sup> I.M. Sechenov First Moscow State Medical University, Moscow, Russia

### Annotation

**Objective.** To improve technically the diagnostic analysis of 3D cephalometric parameters of the skull and 3D odontometric and 3D biometric parameters of the complete dentition with distal occlusion during the period of permanent dentition according to extended cone-beam computed tomography.

**Methodology.** 134 patients aged 17–35 years with a “distal occlusion” diagnosis were 3D cephalometrically and 3D biometrically examined. The parameters of the tragus width and diagonal of the skull on both sides were studied using virtual dynamic 3D reformats of the skull. The gnathic skull index was calculated and the mesognathic, dolichognathic and brachygnathic skull types were determined. The width, thickness and height of permanent teeth crowns were measured using virtual dynamic 3D reformats of diagnostic jaw models. Dental types (normodont, microdont, macrodont) of the complete dentition with distal occlusion were determined and abnormal forms (V-shaped, saddle-shaped, triangular, trapezoid, asymmetric) of dentition were pictured. The arcade index was calculated and gnathic types (mesognathic, dolichognathic, brachiagnathic) of dentition were determined. Severity of the sagittal occlusal curve of Spee was determined on both sides.

**Results.** Mesognathic and dolichognathic types of skull were diagnosed most often; the brachygnathic type was the least common. The combined dental type was in the lead, followed by the microdont and normodont types, the macrodont type was the least common among the dental types of dentition. Analysis of the abnormal shapes of dentition showed a trapezoidal shape predominance in both jaws. The dolichognathic type was most often to be found among the gnathic types of dentition on both jaws. When analyzing the severity of sagittal occlusal Spee curves, the sharply concave curve was the leader on both sides.

**Conclusion.** Individual 3D cephalometric and 3D biometric parameters obtained from extended cone-beam computed tomography can be used to simplify diagnosis, prognosis and to improve the effectiveness of orthodontic treatment.

**Keywords:** 3D cephalometry, 3D odontometry, 3D biometry, CBCT 3D reformat, gnathic skull index, dentition dental type, abnormal dentition shape types, gnathic type of dentition, sagittal occlusal Spee curve, period of permanent dentition

The authors declare no conflict of interest.

**Mark P. GRIGORENKO** ORCID ID 0009-0005-2073-6562

Assistant, Department of Orthopedic Dentistry, Stavropol State Medical University, Stavropol, Russia

mark115@yandex.ru

**Elena A. VAKUSHINA** ORCID ID 0009-0006-3118-6559

Grand PhD in Medical Sciences, Professor, Professor of the Department of Orthopedic Dentistry, Stavropol State Medical University, Stavropol, Russia

mark115@yandex.ru

**Evgeniy A. BRAGIN** ORCID ID 0000-0003-0271-1503

Grand PhD in Medical Sciences, Professor, Professor of the Department of Orthopedic Dentistry, Stavropol State Medical University, Stavropol, Russia

professor\_bragin@mail.ru

**Natalia V. LAPINA** ORCID ID 0000-0003-1835-8898

Grand PhD in Medical Sciences, Professor, Head of the Department of Orthopedic Dentistry, Kuban State Medical University, Krasnodar, Russia

kgma74@yandex.ru

**Madina R. MRIKAEVA** ORCID ID 0009-0003-0994-5924

PhD in Medical Sciences, Associate Professor, Department of Dentistry No. 1, North-Ossetian State Medical Academy, Vladikavkaz, Russia

m.mrikaeva86@mail.ru

**Elizaveta M. POSTNIKOVA** ORCID ID 0000-0002-5989-1704

Faculty of Dentistry Student, I.M. Sechenov First Moscow State Medical University, Moscow, Russia

postnikova.e.m@gymn1sam.ru

**Correspondence address: Mark P. GRIGORENKO**

355017, Stavropol, Mira st., 355/38, flat 92

+7 (962) 4541018

mark115@yandex.ru

### For citation:

Grigorenko M.P., Vakushina E.A., Bragin E.A., Lapina N.V., Mrikaeva M.R., Postnikova E.M.

ANALYSIS OF 3D CEPHALOMETRIC PARAMETERS OF THE SKULL AND 3D BIOMETRIC PARAMETERS OF VIRTUAL INTEGRATED DENTAL ARCHES IN DISTAL OCCLUSION ACCORDING TO ADVANCED CONE BEAM COMPUTED TOMOGRAPHY. *Actual problems in dentistry*. 2024; 1: 153-160. (In Russ.)

© Grigorenko M.P. et al., 2024

DOI: 10.18481/2077-7566-2024-20-1-153-160

Received 27.02.2024. Accepted 23.03.2024

## Введение

Одними из основополагающих проблем в ортопедической стоматологии и ортодонтии являются вопросы оптимизации диагностики окклюзионной патологии, совершенствования методов восстановления челюстных взаимоотношений, исключения их диспропорций, предупреждения развития рецидива. Корреляция одонтометрических, биометрических параметров и параметров зубных дуг является основой антропо- и биометрических методов исследования гипсовых диагностических моделей челюстей [2, 11, 12, 14].

На данный момент достаточно подробно систематизированы одонтометрические параметры и изучены линейные данные зубных дуг с использованием аналоговых гипсовых диагностических моделей челюстей у пациентов с долихогнатическим, брахигнатическим и мезогнатическим типами лица в период постоянного прикуса при физиологической окклюзии [7, 8, 10].

Предложены классификации форм зубных дуг, где описаны их базовые линейные параметры при физиологической окклюзии. Также предложены методы анализа одонтометрических и краниометрических параметров лицевого сегмента черепа с использованием громоздких аналоговых гипсовых диагностических моделей челюстей и данных различных цифровых рентгенологических способов диагностики методом их наложения [3, 6, 10, 11, 16, 19].

На сегодняшний день проблема получения, анализа и архивирования виртуальных 2D- и 3D-параметров зубов, целостных зубных дуг, стабильных краниометрических ориентиров при их патологических суставных и окклюзионных соотношениях в период постоянного прикуса *in vivo* является недостаточно изученной и требует дальнейшей разработки [1, 5, 9, 13, 15, 17, 18, 20].

Пополнение базовых знаний о пропорциональности 3D-параметров зубов, зубных дуг, стабильных костных ориентиров черепа значительно повысит эффективность диагностики, комплексного лечения аномалий окклюзии и удержания долгосрочных результатов в период постоянного прикуса.

**Цель работы** — усовершенствовать диагностический анализ 3D-цефалометрических параметров

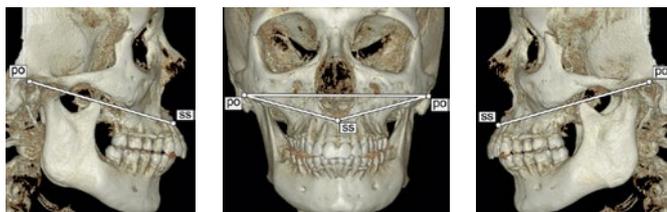


Рис. 1. 3D-антропометрическое исследование с использованием краниометрических точек *po* (*porion*) и *ss* (*subspinale*) на виртуальном динамическом 3D-реформате черепа

Fig. 1. 3D anthropometric study using craniometric points *po* (*porion*) and *ss* (*subspinale*) on a virtual dynamic 3D model of the skull

черепа и 3D-одонто- и биометрических параметров целостных зубных дуг при их дистальном соотношении в период постоянного прикуса по данным расширенной конусно-лучевой компьютерной томографии.

## Материал и методы

В нашем исследовании приняли участие 134 пациента обоего пола с диагнозом «Дистальная окклюзия» в возрасте от 17 до 35 лет, что соответствовало юношескому периоду и 1 периоду зрелого возраста согласно возрастной периодизации человека (Гуров В.А., 2018) [4], составивших рабочую группу (табл. 1).

Таблица 1

### Дифференциация пациентов в рабочей группе

Table 1. Differentiation of patients in the work group

Группа	Количество пациентов (%)		Всего
	Юношеский период (юноши: 17–21 год, девушки: 16–20 лет)	Зрелый возраст (1 период) (мужчины: 21–35 лет, женщины: 20–35 лет)	
Рабочая группа	55 (41,04 %)	79 (58,96 %)	<b>134 (100 %)</b>

Всем пациентам была проведена расширенная конусно-лучевая томография в цифровом томографе KaVo OP300 Maxio без разобщения зубных рядов с размером области сканирования 13 x 15 см при шаге томографического среза в 0,32 мм, размере вокселя 0,32 x 0,32 x 0,32 мм и однократной лучевой нагрузке в 35–120 мкЗВ.

Весь объем 3D-антропометрических исследований мы провели в интерфейсе компьютерной программы для просмотра КЛКТ «OnDemand3DDental» на виртуальных динамических 3D-реформатах черепов. Мы предпочли использовать костные ориентиры в виде краниометрических точек ввиду их стабильности, так как традиционно используемые кожные точки обладают высокой степенью погрешности.

Для изучения индивидуальных особенностей краниофациальной области использовали три параметра: 1) козелковую ширину черепа; 2) диагональное расстояние черепа слева; 3) диагональное расстояние черепа справа. На полученных виртуальных динамических 3D-реформатах черепов козелковая ширина черепа измерялась между точками *po* (*porion*) с левой и правой стороны черепа, расположенными посередине верхнего края наружного слухового прохода. Диагональное расстояние черепа измерялось с обеих сторон черепа между точками *po* (*porion*) и точкой *ss* (*subspinale*), расположенной на середине кривизны между передней носовой остью и вершиной альвеолярного отростка верхней челюсти (рис. 1).

Для определения гнатического типа черепа применили технически усовершенствованный нами способ Дмитриенко С.В. с соавторами (2017) [7]. Вычислили

предложенный гнатический индекс черепа (ГИЧ), рассчитанный как отношение козелковой ширины черепа (po-po) к сумме диагональных расстояний (po-ss) с обеих сторон черепа, по формуле:  $ГИЧ = (po-po / (po-ss) + (po-ss)) \times 100\%$ . Значения индекса в диапазоне от 47 до 49 позволили нам говорить о мезогнатическом типе черепа, от 50 до 52 — о брахигнатическом, от 43 до 46 — о долихогнатическом.

Весь объем 3D-одонтометрических и 3D-биометрических исследований провели по предложенной нами методике «Способ проведения биометрической диагностики зубных дуг на 3D-реформатах гипсовых моделей челюстей, полученных в результате конуснолучевой компьютерной томографии» (Заявка на патент от 21.06.2022, регистрационный номер 2022116805/14 (035446)).

После проведения КЛКТ гипсовых диагностических моделей получали их виртуальные динамические 3D-реформаты, которые полностью соответствовали своими линейными и угловыми параметрами гипсовому аналогу. На полученных 3D-реформатах челюстей в интерфейсе компьютерной программы для просмотра КЛКТ «OnDemand3DDental» последовательно проводили необходимые линейные измерения. Зоной интереса являлись коронки всех зубов, кроме третьих моляров, ввиду вариабельности их размеров и расположения.

Для определения ширины коронки ставили две точки на наиболее удаленных проксимальных поверхностях зубов. Для определения толщины коронки ставили две точки на наибольших выпуклостях вестибулярных и оральных поверхностей зубов. Для определения высоты коронки на середине режущего края резцов ставили первую точку, вторую точку — на наиболее высокой точке десневого прикрепления с вестибулярной стороны. На клыках и премолярах за высоту коронки принимали расстояние от точки на рвущем бугорке или вершине щечного бугра до наиболее высокой точки десневого прикрепления с вестибулярной стороны. На молярах высота коронки определялась как расстояние от точки на самом высоком бугре до наиболее высокой точки десневого прикрепления с вестибулярной стороны (рис. 2).

Для определения дентального показателя зубных дуг применяли технически модернизированный нами способ Дмитриенко С.В. с соавторами (2017) [6], согласно которому сумма ширин коронок 14-ти зубов на верхней челюсти от 110 до 118 мм характеризовала нормодонтный тип зубной дуги, сумма менее 110 мм — микродонтный тип, более 118 мм — макродонтный тип. На нижней челюсти нормодонтный тип зубной дуги характеризовался при сумме от 103 до 109 мм, микродонтный — при сумме менее 103 мм, и макродонтный тип — при сумме более 109 мм (рис. 3).

Для визуализации и систематизации аномальных форм верхних и нижних зубных дуг применяли собственную оригинальную методику их виртуального

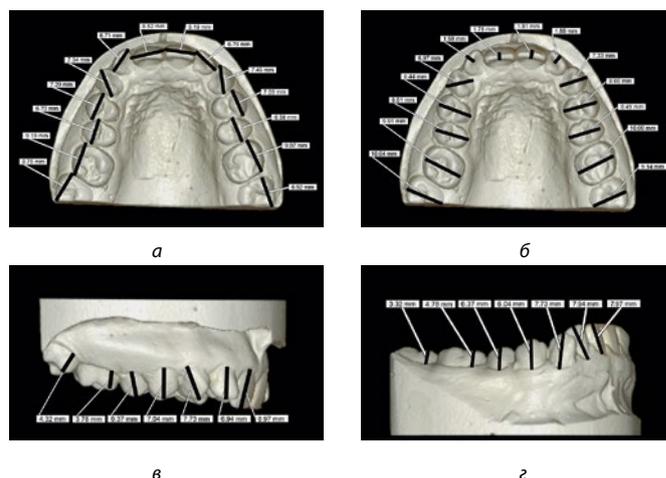


Рис. 2. 3D-одонтометрические исследования коронок зубов на виртуальных динамических 3D-реформатах челюстей: а — ширина коронок; б — толщина коронок; в — высота коронок на верхней челюсти; г — высота коронок на нижней челюсти

Fig. 2. Dental crowns 3D-odontometric studies on virtual dynamic 3D-models of the jaws: a — crown width; b — crown thickness; c — upper jaw crown height; d — lower jaw crown height

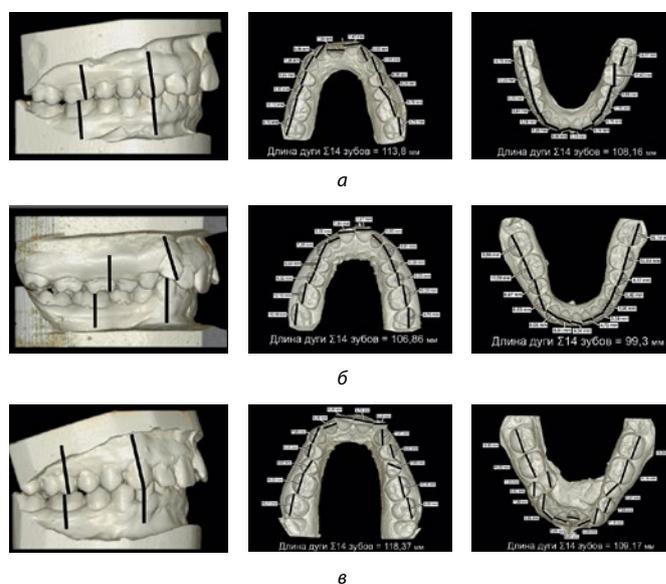


Рис. 3. Дентальные типы верхних и нижних зубных дуг: а — нормодонтный тип; б — микродонтный тип; в — макродонтный тип

Fig. 3. Upper and lower dentition dental types: a — normodontic type; b — microdontic type; c — macrodontic type

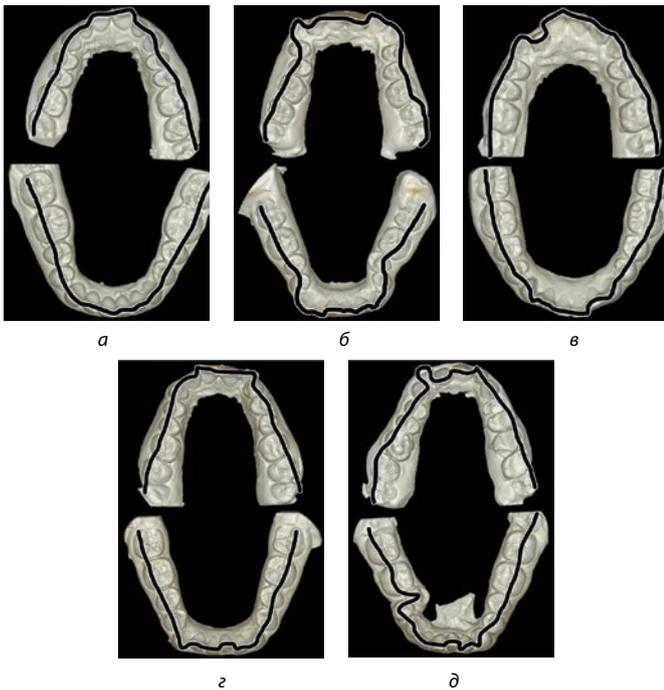


Рис. 4. Виды аномалий форм верхних и нижних виртуальных зубных дуг на виртуальных динамических 3D-реформатах челюстей: а — V-образная форма; б — седловидная форма; в — треугольная форма; г — трапецевидная форма; д — асимметричная форма

Fig. 4. Abnormal shape types of the upper and lower virtual dentitions: a – V-shape; b – saddle shape; c – triangular shape; g – trapezoidal shape; d – asymmetrical shape

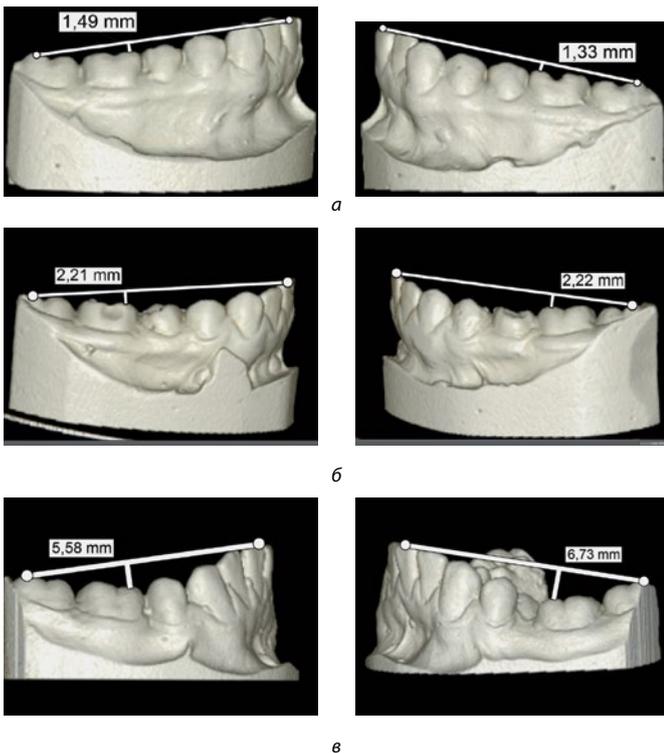


Рис. 5. Определение выраженности сагиттальной окклюзионной кривой Spee по значению ее глубины слева и справа на виртуальных динамических 3D-реформатах моделей челюстей: а — приближенная к плоской; б — слабовогнутая; в — резковогнутая

Fig. 5. Severity of the sagittal occlusal curve of Spee determination according to the value of its depth on the left and right virtual dynamic 3D models of the jaws: a – almost flat; b – slightly concave; c – sharply concave

построения на динамических 3D-реформатах моделей челюстей в интерфейсе компьютерной программы для просмотра КЛКТ «OnDemand3DDental» (рис. 4).

Для определения гнатического типа зубных дуг вычислили гнатический индекс зубной дуги по формуле:  $AI = \text{ширина зубной дуги в области вторых моляров} / \text{сумма ширин коронок 14-ти зубов}$ . Значения индекса от 0,52 до 0,56 характеризовали мезоаркадный тип зубных дуг, менее 0,52 — долихоаркадный тип, и значения индекса более 0,56 характеризовали брахиаркадный тип. Гнатические индексы рассчитывали отдельно для верхних и нижних целостных зубных дуг при их дистальном соотношении.

Выраженность сагиттальной окклюзионной кривой Spee с обеих сторон определяли согласно значению ее глубины на виртуальных динамических 3D-реформатах моделей нижних челюстей по технически модернизированному нами способу Kelley N. et al. (2021) [19] в интерфейсе компьютерной программы для просмотра КЛКТ «OnDemand3DDental». Для этого проводили линию, соединявшую середину режущего края нижнего медиального резца с вершиной дистального щечного бугра второго нижнего моляра, опускали перпендикуляр от полученной линии на вершину медиального щечного бугорка нижнего первого моляра. Кривую интерпретировали как: приближенную к плоской при значении глубины до 1,9 мм; слабовогнутую — от 1,9 до 2,4 мм; резковогнутую — от 2,4 мм (рис. 5).

Для статистического анализа полученных результатов применили заполненную матрицу исследования и стандартный пакет прикладных программ SPSS 23.0 for Windows. Для непрерывных числовых показателей был проведен анализ распределения и критериев его соответствия нормальному (критерий Колмогорова–Смирнова). Если распределение в группе соответствовало нормальному, данные представляли в виде среднего арифметического и стандартного отклонения ( $M \pm SD$ ), при распределении, отличном от нормального, рассчитывали медиану ( $Me$ ) и 25 и 75 перцентили [ $P_{25}-P_{75}$ ]. Качественные показатели выражали в виде долей (%). При сравнении двух групп по количественным признакам применяли непараметрические критерии. Значимость различий между группами оценивали с помощью критерия Уилкоксона для двух связанных групп (до и после лечения). Статистически значимыми считали различия при  $p < 0,05$ .

#### Результаты исследования и их обсуждение

3D-цефалометрический анализ расширенной КЛКТ с применением стабильных костных ориентиров на виртуальных динамических 3D-реформатах черепа с целостными зубными дугами при их дистальном соотношении с последующим определением ГИЧ зарегистрировал лидирующий по частоте встречаемости мезогнатический тип черепа при значениях ГИЧ в диапазоне от 47 до 49 в  $65,67 \pm 4,1\%$  клинических наблюдений; долихогнатический тип черепа — при значениях ГИЧ от 43 до 46 в  $22,39 \pm 3,6\%$  клинических наблю-

дений; брахигнатический тип черепа при значениях ГИЧ в диапазоне от 50 до 52 был зарегистрирован в  $11,94 \pm 2,8\%$  клинических наблюдений.

3D-одонтометрический анализ расширенной КЛКТ виртуальных динамических 3D-реформатов моделей челюстей с целостными зубными дугами при их дистальном соотношении показал преимущественно комбинированный денальный тип зубных дуг в  $41,4 \pm 4,25\%$  клинических наблюдений. Микродонтный тип обеих зубных дуг был зарегистрирован в  $32,84 \pm 4,06\%$  клинических наблюдений, макродонтный тип обеих зубных дуг — в  $5,97 \pm 2,05\%$ . Нормодонтный тип был зарегистрирован лишь в  $20,15 \pm 3,47\%$  наблюдений (рис. 6).

Результаты анализа 3D-цефалометрических параметров черепа и 3D-одонтометрических параметров целостных зубных дуг при их дистальном соотношении, проведенного нами 134 пациентам (100%) рабочей группы в возрасте от 17 до 35 лет с использованием собственных оригинальных методик, с опорой на данные расширенной конусно-лучевой компьютерной томографии черепа и диагностических моделей, приведены в табл. № 2.

Таблица 2

**Корреляция 3D-цефалометрических параметров черепа и 3D-одонтометрических параметров целостных зубных дуг при их дистальном соотношении**  
Table 2. Correlation of 3D cephalometric skull parameters and 3D odontometric parameters of complete dentitions with distal relationship

Гнатический тип черепа	Количество клинических наблюдений (%)	Денальный тип зубных дуг	Количество клинических наблюдений (%)
Мезогнатический тип (ГИЧ от 47 до 49)	88 (65,67 ± 4,1 %)	Нормодонтный	17 (12,69 ± 2,88 %)
		Микродонтный	31 (23,13 ± 3,64 %)
		Макродонтный	2 (1,49 ± 1,05 %)
		Комбинированный	38 (28,36 ± 3,89 %)
Долихогнатический тип (ГИЧ от 43 до 46)	30 (22,39 ± 3,6 %)	Нормодонтный	-
		Микродонтный	13 (9,7 ± 2,56 %)
		Макродонтный	-
		Комбинированный	17 (12,69 ± 2,88 %)
Брахигнатический тип (ГИЧ от 50 до 52)	16 (11,94 ± 2,8 %)	Нормодонтный	10 (7,46 ± 2,27 %)
		Микродонтный	-
		Макродонтный	6 (4,48 ± 1,79 %)
		Комбинированный	-
<b>Всего</b>			<b>134 (100 %)</b>

Результаты проведенного нами виртуального построения аномальных форм целостных зубных дуг при их дистальном соотношении показал их выраженный клинический полиморфизм (табл. 3).

3D-биометрический анализ аркадных индексов верхних зубных дуг показал преобладающее и практически равное распределение мезоаркадного типа в  $44,78 \pm 4,3\%$  клинических наблюдений и долихоаркадного типа в  $44,03 \pm 4,29\%$  клинических наблюдений. Брахиаркадный тип был зарегистрирован только в  $11,19 \pm 2,72\%$  клинических наблюдений. Анализ аркадных индексов нижних зубных дуг показал преобладание долихоаркадного типа в  $67,91 \pm 4,03\%$

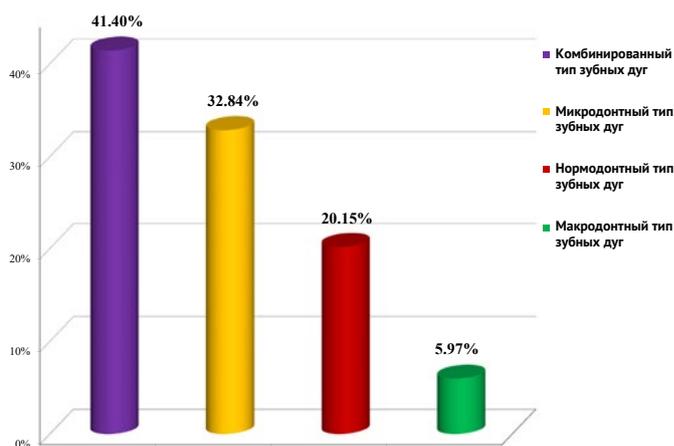


Рис. 6. Анализ распространенности денальных типов зубных дуг  
Fig. 6. Dental arch types prevalence analysis

Таблица 3

**Дифференциация аномалий форм виртуальных верхних и нижних зубных дуг**  
Table 3. Differentiation of abnormal shape types of the upper and lower virtual dentitions

Форма виртуальных зубных дуг	3D-реформат в/ч	3D-реформат н/ч	Количество 3D-реформатов челюстей (%)
	Количество наблюдений (%)	Количество наблюдений (%)	
V-образная форма	32 (11,93 ± 1,98 %)	19 (7,09 ± 1,57 %)	51 (19,03 ± 2,4 %)
Седловидная форма	24 (8,96 ± 1,74 %)	11 (4,1 ± 1,21 %)	35 (13,06 ± 2,06 %)
Треугольная форма	24 (8,96 ± 1,74 %)	5 (1,87 ± 0,83 %)	29 (10,82 ± 1,9 %)
Трапециевидная форма	47 (17,54 ± 2,32 %)	69 (25,75 ± 2,67 %)	116 (43,28 ± 3,03 %)
Асимметричная форма	7 (2,61 ± 0,97 %)	30 (11,19 ± 1,93 %)	37 (13,81 ± 2,11 %)
<b>Всего</b>	<b>134 (50 %)</b>	<b>134 (50 %)</b>	<b>268 (100 %)</b>

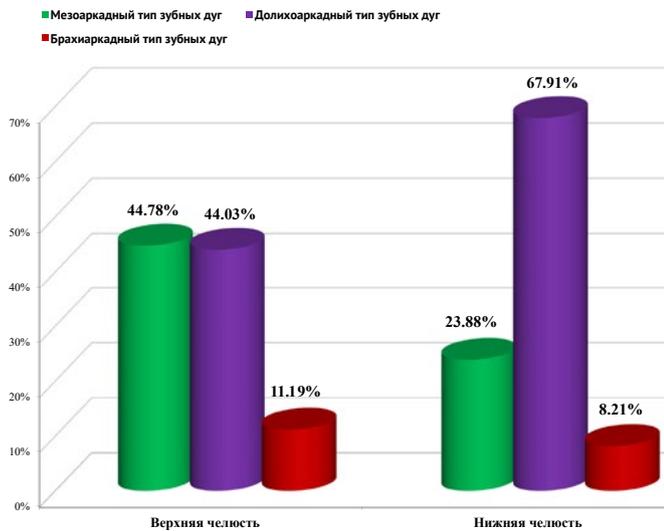


Рис. 7. Анализ аркадного индекса виртуальных 3D-реформатов верхних и нижних зубных дуг

Fig. 7. Analysis of the arcade index of virtual 3D reformats of the upper and lower dental arches

клинических наблюдений, далее по частоте встречаемости были зарегистрированы мезоаркадный тип — в  $23,88 \pm 3,68\%$  и брахиаркадный тип — в  $8,21 \pm 2,37\%$  клинических наблюдений (рис. 7).

Анализ глубины кривой Spee нижних зубных дуг показал близкую к плоской сагиттальную окклюзионную кривую Spee в  $10,07 \pm 1,84\%$  клинических наблюдений слева и в  $10,82 \pm 1,9\%$  клинических наблюдений справа, слабовогнутую сагиттальную окклюзионную кривую Spee в  $13,81 \pm 2,11\%$  и  $12,31 \pm 2,01\%$  клинических наблюдений слева и справа соответственно и резковогнутую сагиттальную окклюзионную кривую Spee в  $26,12 \pm 2,68\%$  наблюдений слева и в  $26,87 \pm 2,71\%$  наблюдений справа, обусловленную дефицитом свободного места на нижних зубных дугах в трансверсальной и сагиттальной плоскостях.

### Заключение

Таким образом, обнаруженные нами 3D-цефалометрические параметры черепа и 3D-биометрические параметры целостных виртуальных зубных дуг при их дистальном соотношении, по данным расширенной конусно-лучевой компьютерной томографии, полученные впервые, сделали возможным проанализиро-

вать и архивировать в виртуальном пространстве их персонифицированные характеристики в трансверсальном, диагональном и сагиттальном направлениях с использованием предложенных нами собственных оригинальных методик. Также они позволили нам разработать персонализированный подход к комплексному лечению пациентов с целостными зубными дугами при их дистальном соотношении, включавший ортодонтическое лечение вестибулярными брекетами, за счет выбора индивидуальных размеров ортодонтических дуг.

### Выводы

Предложенная методика 3D-цефалометрического анализа виртуальных динамических 3D-реформатов черепа с целостными зубными дугами при их дистальном соотношении в интерфейсе программного обеспечения для просмотра DICOM-файлов программы-просмотрщика «OnDemand3DDental» из расширенной КЛКТ обеспечила высокую достоверность полученных результатов, связанную с отказом от нестабильных кожных ориентиров, дающих погрешность, обусловленную различной толщиной и тургором кожи, возможным косметологическим моделированием лица в виде подкожного введения скуловых филлеров, инъекций ботулотоксинов и гиалуроновой кислоты.

Предложенная методика 3D-одонтометрического и 3D-биометрического анализа виртуальных динамических 3D-реформатов моделей челюстей с целостными зубными дугами при их дистальном соотношении в интерфейсе программного обеспечения для просмотра DICOM-файлов «OnDemand3DDental» обеспечила получение персонализированных параметров исследований, дала возможность их прецизионного анализа и архивирования в виртуальном пространстве.

Анализ полученных нами прецизионных 3D-одонтометрических и 3D-биометрических параметров дал возможность определить, проанализировать и архивировать в виртуальном пространстве аномалии размеров коронок зубов, зависимость одонтометрических параметров зубов-антагонистов и персонифицированных денальных вариантов целостных зубных дуг при их дистальном соотношении в интерфейсе программного обеспечения для просмотра DICOM-файлов «OnDemand3DDental» в период постоянного прикуса.

### Литература/References

1. Арсенина О.И., Комарова А.В., Попова Н.В. Цифровые технологии для эффективного лечения пациентов с дистальной окклюзией и мышечно-суставной дисфункцией. Ортодонтия. 2022;3(99):28-33. [O.I. Arsenina, A.V. Komarova, N.V. Popova. Digital technologies for treatment of class ii patients with musculo-articular dysfunction. Orthodontics. 2022;3(99):28-33. (In Russ.)]. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=50253479>
2. Вакушина Е.А., Брагин Е.А., Григоренко П.А., Клемин В.А., Майлян Э.А., Ворожко А.А., Кубаренко В.В. Пропедевтический курс по ортопедической стоматологии и ортодонтии. Учебное пособие. Ставрополь : Издательство СтГМУ. 2022:172. [E.A. Vakushina, E.A. Bragin, P.A. Grigorenko, V.A. Klemin, E.A. Majlyan, A.A. Vorozhko, V.V. Kubarenko. Propaedeutic course in orthopedic dentistry and orthodontics. Tutorial. Stavropol : Publishing house StGMU. 2022:172. (In Russ.)]. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=49874163>
3. Ведешина Э.Г. Оптимизация современных методов диагностики и лечения пациентов с аномалиями и деформациями зубочелюстных дуг : автореф. дис. ... д.м.н. Волгоград, 2019:45. [E.G. Vedeshina. Optimization of modern methods of diagnosis and treatment of patients with anomalies and deformations of the dental arch : master's thesis. Volgograd, 2019:45. (In Russ.)]. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=45282602>
4. Гуров В.А. Хронобиология. Возрастная периодизация. Universum: Химия и биология, электронный журнал. 2018;4(46):7-12. [V.A. Gurov. Chronobiology. Age periodization. Universum: Chemistry and biology, electronic journal. 2018;4(46):7-12. (In Russ.)]. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=32756461>
5. Дебелая А.Н., Зайцева М.В., Персин Л.С. Особенности направления окклюзионной плоскости у пациентов с трансверсальной резцовой окклюзией. Ортодонтия. 2019;3(87):9-15. [A.N. Debelaya, M.V. Zajceva, L.S. Persin. Features of occlusion plane inclination in patients with midline shift. Orthodontics. 2019;3(87):9-15. (In Russ.)]. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41155082>

6. Дмитриенко С.В., Доменюк Д.А., Ведешина Э.Г. Способ определения формы зубной дуги. Патент России № 2653792. 2018:14. [S.V. Dmitrienko, D.A. Domenyuk, E.G. Vedeshina. Method for determining the shape of the dental arch. Russian patent 2653792. 2018:14. (In Russ.)]. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=37369592>
7. Дмитриенко С.В., Доменюк Д.А., Ведешина Э.Г. Способ определения типа зубной системы. Патент России № 2626699. 2017:14. [S.V. Dmitrienko, D.A. Domenyuk, E.G. Vedeshina. Method for determining the type of dental system. Russian patent 2626699. 2017:14. (In Russ.)]. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=38268402>
8. Дмитриенко С.В., Шкарин В.В., Дмитриенко Т.Д. Методы биометрического обследования зубных дуг. Учебное пособие. Волгоград: Издательство ВолгГМУ. 2022:200. [S.V. Dmitrienko, V.V. Shkarin, T.D. Dmitrienko. Methods of biometric examination of dental arches. Tutorial. Volgograd: Publishing house VolgGMU. 2022:200. (In Russ.)]. [https://www.volgmed.ru/uploads/files/2023-9/185123-shkarin\\_v\\_v\\_uch\\_posobie.pdf](https://www.volgmed.ru/uploads/files/2023-9/185123-shkarin_v_v_uch_posobie.pdf)
9. Дробышева Н.С., Лежнев Д.А., Петровская В.В., Батова М.А., Перова Н.Г., Маллаева А.Б., Каминский-Дворжецкий Н.А., Мирзоев М.Л. Использование конусно-лучевой компьютерной томографии в ортодонтии. Ортодонтия. 2019;1(85):32-39. [N.S. Drobysheva, D.A. Lezhnev, V.V. Petrovskaya, M.A. Batova, N.G. Perova, A.B. Mallaeva, N.A. Kaminskij-Dvorzheckij, M.L. Mirzoev. Cone-beam computed tomography use in orthodontics. Orthodontics. 2019;1(85):32-39. (In Russ.)]. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41121595>
10. Под ред. Персина Л.С. Ортодонтия. Национальное руководство в 2-х томах. Москва: ГЭОТАР-Медиа. 2020:680. [Ed. L.S. Persin. Orthodontics. National guideline. Moscow: GEOTAR-Media. 2020:680. (In Russ.)]. <https://www.labirint.ru/books/745176/>
11. Под ред. Лебедеко И.Ю., Арутюнова С.Д., Ряховского А.Н. Ортопедическая стоматология. Национальное руководство. Москва: ГЭОТАР-Медиа. 2019:824. [Eds. I.Yu. Lebedenko, S.D. Arutyunov, A.N. Ryahovskij. Prosthetic dentistry. National guideline. Moscow: GEOTAR-Media. 2019:824. (In Russ.)]. <https://www.rosmedlib.ru/book/ISBN9785970449486.html>
12. Постников М.А. Ортодонтия. Этиология, патогенез, диагностика и профилактика зубочелюстных аномалий и деформаций. Учебное пособие. Самара: Издательство ООО «Издательско-полиграфический комплекс «Право». 2022:345. [M.A. Postnikov. Orthodontics. Etiology, pathogenesis, diagnosis and prevention of dental anomalies and deformities. Tutorial. Samara: Publishing house LLC Publishing and printing complex Pravo. 2022:345. (In Russ.)]. [https://samsmu.ru/files/news/2023/0106/book\\_orthodontia.pdf](https://samsmu.ru/files/news/2023/0106/book_orthodontia.pdf)
13. Рogaцкий Д.В. Лучевая диагностика в стоматологии: 2D/3D. Москва: ТАРКОММ. 2021:403. [D.V. Rogackin. Radiation diagnostics in dentistry: 2D/3D. Moscow: TARKOMM. 2021:403. (In Russ.)]. <https://www.dental-books.ru/9785604142479.pdf>
14. Aboalnaga A.A., Amer N.M., Elnahas M.O., Salah Fayed M.M., Soliman S.A., E ElDakrouy A., H Labib A., H Fahim F. Malocclusion and temporomandibular disorders: Verification of the controversy // Journal of Oral and Facial Pain and Headache. – 2019;33(4):440-450. PMID: 31247054
15. Ayuso-Montero R., Mariano-Hernandez Y., Khoury-Ribas L., Rovira-Lastra B., Willaert E., Martinez-Gomis J. Reliability and validity of t-scan and 3D intraoral scanning for measuring the occlusal contact area // J. Prosthodont. – 2020;29(1):19-25. <https://doi.org/10.1111/jopr.13096>
16. Campbell C., Millett D., Kelly N., Cooke M., Cronin M. Frankel 2 appliance for Phase 1 treatment of Class II division 1 malocclusion in children and adolescents: A randomized clinical trial // The Angle Orthodontist. – 2020;90(2):202-208. <https://doi.org/10.2319/042419-290.1>
17. Grigorenko M.P., Bragin E.A., Vakushina E.A., Karakov K.G., Dmitrienko S.V., Bragin A.E., Grigorenko P.A., Khadzhaeva P.G. Variability of morphometric indicators of the craniofacial complex in patients with distal occlusion according to 3d cephalometry data // Medical News of North Caucasus. – 2022;17(2):174-178. <https://doi.org/10.14300/mnnc.2022.17042>
18. Hadadpour S., Noruzian M., Abdi A.H., Baghban A.A., Nouri M. Can 3D imaging and digital software increase the ability to predict dental arch form after orthodontic treatment? // Am. J. Orthod. Dentofacial. Orthop. – 2019;156(6):870-877. <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2019.07.009>
19. Kelley N., Tabbaa S., Vezina G.C., El-Bialy T. Cone-beam Computed Tomography Analysis of the Relationship between the Curve of Spee and the Collum Angle of Mandibular Anterior Teeth // The Journal of Contemporary Dental Practice. – 2021;22(6):599-604. PMID: 34393113
20. Rao A., Badavannavar A., Acharya A. An orthodontic analysis of the smile dynamics with videography // Journal of Oral Biology and Craniofacial Research. – 2021;11(2):174-179. <https://doi.org/10.1016/j.jobcr.2021.01.001>

DOI: 10.18481/2077-7566-2024-20-1-161-164

УДК: 616.314-089.23:612.789

## ОЦЕНКА ФОНЕТИЧЕСКОЙ АДАПТАЦИИ СТОМАТОЛОГИЧЕСКИХ ПАЦИЕНТОВ ПОСЛЕ ЛЕЧЕНИЯ ПОЛНЫМИ СЪЕМНЫМИ ПРОТЕЗАМИ

Животов Д. С., Пчелин И. Ю., Полянская О. Г.

Волгоградский государственный медицинский университет, г. Волгоград, Россия

### Аннотация

**Предмет.** В результате потери зубов возникает комплекс факторов, который приводит к изменениям зубочелюстной системы и нарушению речи пациента. Речь — важная коммуникативная функция, а оценка ее разборчивости позволяет оценить результат протетического лечения. Для восстановления фонетики необходимо обеспечить беспрепятственное движение языку, губам, щекам и восполнить отсутствующие компоненты звукообразующей системы. Оптимальным методом восстановления полного отсутствия зубов является лечение полными съемными пластиночными протезами, изготовленными из акриловых пластмасс. Адаптация к такой конструкции со временем восстанавливает функции звукопроизношения и пищеварительной системы. Процесс адаптации зависит не только от способностей пациента, но и от качества изготовленной конструкции. Несоответствие протезного ложа и базиса ортопедической конструкции проявляется нарушением фиксации и стабилизации, что приводит к болевым ощущениям.

**Цель.** Оценить динамику процесса фонетической адаптации пациентов после наложения полного съемного протеза.

**Материалы и методы.** Применение фонетического контроля по W.Wright и логопедического упражнения «Рисунок».

**Результаты.** В ходе исследования выяснилось, что пациенты II, III и IV группы улучшили свои первоначальные показатели, при этом III группа увеличила показатели на 25%. В среднем, группы, которые выполняли рекомендации, улучшили свои результаты на 19,4%.

**Заключение.** Согласно полученным результатам, используемые упражнения помогают пациентам со съемными пластиночными протезами быстрее адаптироваться к ним и ускорить восстановление звукопроизношения, а также восстановить жевательную функцию и избавиться от восприятия протеза как инородного тела.

**Ключевые слова:** полный съемный пластиночный протез, речь, фонетическая адаптация при полном отсутствии зубов, фонетический контроль, ортопедическая стоматология

**Благодарность.** Авторы выражают благодарность д.м.н., профессору С. В. Клаучеку, д.м.н., профессору В. И. Шемонаеву.

Авторы заявили об отсутствии конфликта интересов.

Дмитрий Сергеевич ЖИВОТОВ ORCID ID 0009-0009-8562-5395

аспирант, ассистент кафедры ортопедической стоматологии с курсом клинической стоматологии,  
Волгоградский государственный медицинский университет, г. Волгоград, Россия  
dima.zhivotov.97@mail.ru

Игорь Юрьевич ПЧЕЛИН ORCID ID 0000-0001-6686-3448

к.м.н., доцент кафедры ортопедической стоматологии с курсом клинической стоматологии,  
Волгоградский государственный медицинский университет, г. Волгоград, Россия  
igor-pchelin@mail.ru

Ольга Геннадьевна ПОЛЯНСКАЯ ORCID ID 0009-0000-6075-4697

к.м.н., доцент кафедры ортопедической стоматологии с курсом клинической стоматологии,  
Волгоградский государственный медицинский университет, г. Волгоград, Россия  
olya.polyanskaya.68@mail.ru

Адрес для переписки: Дмитрий Сергеевич ЖИВОТОВ

400050, г. Волгоград, Центральный район, ул. Селенгинская, д. 16, кв. 45

+7 (904) 7711380

dima.zhivotov.97@mail.ru

Образец цитирования:

Животов Д. С., Пчелин И. Ю., Полянская О. Г.

ОЦЕНКА ФОНЕТИЧЕСКОЙ АДАПТАЦИИ СТОМАТОЛОГИЧЕСКИХ ПАЦИЕНТОВ ПОСЛЕ ЛЕЧЕНИЯ ПОЛНЫМИ СЪЕМНЫМИ ПРОТЕЗАМИ. Проблемы стоматологии. 2024; 1: 161-164.

© Grigorenko M.P. и др., 2024

DOI: 10.18481/2077-7566-2024-20-1-161-164

Поступила 14.03.2024. Принята к печати 07.04.2024

DOI: 10.18481/2077-7566-2024-20-1-161-164

## ASSESSMENT OF PHONETIC ADAPTATION OF DENTAL PATIENTS AFTER TREATMENT WITH COMPLETE REMOVABLE PROSTHESIS

Zhivotov D.S., Pchelin I.Yu., Polyanskaya O.G.

*Volgograd State Medical University, Volgograd, Russia*

### Annotation

**Background.** As a result of teeth loss, a complex of factors arises that leads to changes in the dental system and impaired speech of the patient. Speech is an important communicative function, and assessing its intelligibility allows us to evaluate the result of prosthetic treatment. It is necessary to ensure unimpeded movement of the tongue, lips, cheeks and to fill in the missing components of the sound-producing system to restore phonetics. The optimal method of restoring complete absence of teeth is treatment with complete removable plate dentures made of acrylic plastics. Adaptation to this design over time restores the functions of sound pronunciation and the digestive system. The adaptation process depends not only on the patient's abilities, but also on the quality of the manufactured structure. The discrepancy between the prosthetic bed and the base of the orthopedic structure is manifested by a violation of fixation and stabilization, which leads to pain.

**Aim.** To evaluate the dynamics of the phonetic adaptation process of patients after the application of a complete removable prosthesis.

**Materials and methods.** Application of phonetic control according to W. Wright and logopedic exercise "Drawing".

**Results.** During the study, the results were obtained that patients of groups II, III and IV improved their initial indicators, while group III increased their indicators by 25%. On average, the groups that followed the recommendations improved their results by 19.4%.

**Conclusions.** According to the results obtained, the exercises used help patients with removable plate prostheses to adapt to them faster and accelerate the restoration of sound reproduction.

**Keywords:** *complete removable plate prosthesis, speech, phonetic adaptation in the complete absence of teeth, phonetic control, orthopedic dentistry*

**Gratitude.** *The authors express gratitude to: Grand PhD in Medical Sciences, Professor S.V. Klauchek; Grand PhD in Medical Sciences, Professor V.I. Shemonaev.*

The authors declare no conflict of interest.

**Dmitriy S. ZHIVOTOV** ORCID ID 0009-0009-8562-5395

*Postgraduate Student, Assistant at the Department of Orthopedic Dentistry with a Course in Clinical Dentistry, Volgograd State Medical University, Volgograd, Russia*  
*dima.zhivotov.97@mail.ru*

**Igor Yu. PCHELIN** ORCID ID 0000-0001-6686-3448

*PhD in Medical Sciences, Associate Professor of the Department of Orthopedic Dentistry with a Course in Clinical Dentistry, Volgograd State Medical University, Volgograd, Russia*  
*igor-pchelin@mail.ru*

**Olga G. POLYANSKAYA** ORCID ID 0009-0000-6075-4697

*PhD in Medical Sciences, Associate Professor of the Department of Orthopedic Dentistry with a Course in Clinical Dentistry, Volgograd State Medical University, Volgograd, Russia*  
*olya.polyanskaya.68@mail.ru*

**Correspondence address: Dmitriy S. ZHIVOTOV**

*Selenginskaya str., 16, apt. 45 Central district, Volgograd, Russia 400050*

*+7 (904) 7711380*

*dima.zhivotov.97@mail.ru*

### For citation:

*Zhivotov D.S., Pchelin I.Yu., Polyanskaya O.G.*

*ASSESSMENT OF PHONETIC ADAPTATION OF DENTAL PATIENTS AFTER TREATMENT WITH COMPLETE REMOVABLE PROSTHESIS. Actual problems in dentistry. 2024; 1: 161-164. (In Russ.)*

*© Grigorenko M.P. et al., 2024*

*DOI: 10.18481/2077-7566-2024-20-1-161-164*

*Received 14.03.2024. Accepted 07.04.2024*

## Введение

Повышение эффективности ортопедического стоматологического лечения в фонетическом отношении возможно при условии конструирования протезов с опорой на знание закономерностей речевой артикуляции и звукообразования. Процесс звукообразования находится в тесной связи с формой и функциональным состоянием ротовой полости и глотки. В процессе изменения положения губ, нижней челюсти, языка меняется форма ротовой полости, где образуются определенные составные тоны звуков, от которых зависит речевой тембр, звукам придаются определенные качества, благодаря чему можно отличить один звук от другого. При старении организма происходят изменения функциональной активности различных органов и систем. При этом адаптационные возможности снижаются и процесс привыкания пациента к протезу становится более длительным [2, 9, 12]. В настоящее время все больше внимания уделяется проблеме улучшения качества стоматологической ортопедической помощи [7, 8]. Потеря зубов может быть связана с действием различных факторов: осложнения кариеса, травм, пародонтита тяжелой степени, удаления зуба при воспалительном процессе. Сложности, возникшие при протезировании, будут зависеть от причин потери зубов, таких как время, возраст, а также и от индивидуальных особенностей организма [4, 13].

В стоматологической клинике у пациентов с полным отсутствием зубов происходит дезадаптация языка, которая приводит к нарушению речи. Основные методы фонетического контроля, описанные в литературных источниках, посвящены улучшению произношения звуков при пользовании протезами [5, 6]. Под адаптацией понимают изменение физиологических и морфологических параметров организма для восстановления и сохранения функций в новых условиях. В. Ю. Курляндский различает три фазы адаптации к зубным протезам:

- Фаза раздражения (день наложения протеза);
- Фаза частичного торможения (с 1-го по 5-й день после наложения протеза);

- Фаза полного торможения (с 5-го по 30-й день после наложения протезов) [3].

**Цель исследования** — оценить динамику процесса фонетической адаптации пациентов после наложения полного съемного протеза.

## Материалы и методы

В исследовании был применен фонетический контроль по W. Wright и логопедическое упражнение «Рисунок» [9, 10]. Суть этой методики заключается в том, что при произношении звуков «п», «б», «м» необходимо достигать правильного контакта губ, при произношении звуков «з», «ж», «с» верхние передние зубы контактируют с нижними, а при звуках «н», «д», «т» кончик языка контактирует с небными сосочками. Упражнение «Рисунок» включает в себя демонстрацию трех карточек с изображениями, название которых начинается со звуков из методики Wright.

В исследовании приняли участие 19 человек, которые были разделены на 4 группы, где I контрольная группа включала 4 пациентов, произносивших все слова со звуками, приведенными в методике Wright; II группа пациентов (5 человек) произносили слова, начинающиеся на звуки «п», «б», «м», им проводили контроль правильного контакта губ; III группа пациентов (5 человек) произносили слова, которые начинаются со звуков «з», «ж», «с», им проводили контроль контакта верхних передних зубов с нижними; IV группа пациентов (5 человек) произносили слова, начинающиеся со звуков «н», «д», «т», им проводили контроль контакта кончика языка с протезом, на котором были имитированы рельеф небных складок и резцового сосочка.

Оценивали задание от 1 до 3 баллов, где 1 балл — «произносит слово, но не произносит звук»; 2 — «произносит слово, но неправильно произносит звук» в связи с нарушением взаимодействия органов полости рта согласно фонетическому контролю, 3 — «правильно произносит слово и звуки во всех словах». Согласно балльной оценке результатов применения методики фонетического контроля по Wright, лучшим результатом является оценка в 3 балла. Оценку проводили трижды: в день наложения протеза, через 7 дней для контроля выполнения упражнений и через 14 дней пользования протезом.

## Результаты и их обсуждение

В ходе проведенного исследования были получены следующие результаты (рис.). В день наложения протеза пациенты группы I на первом этапе суммарно получили 4 балла, что составляло 33,3% (33,7/32,9) от максимального количества баллов; пациенты II группы получили 6 баллов, что составляло 50% (50,8/49,2); группы III — 4 балла, что составило 33,3% (34,8/31,8); группы IV — 5 баллов, что составило 41,6% (43,1/40). Пациентам из второй, третьей и четвертой группы

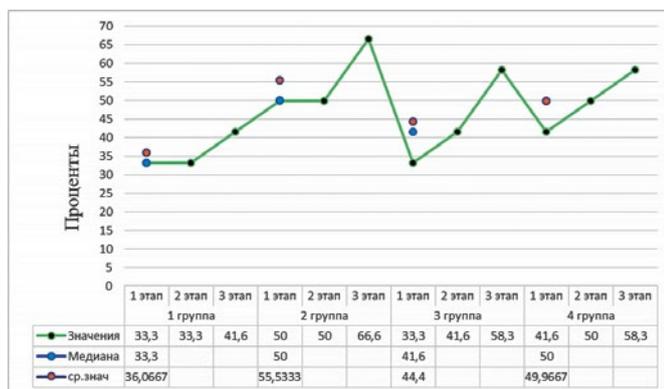


Рис. Результаты оценки фонетической адаптации  
Fig. Results of phonetic adaptation assessment



DOI: 10.18481/2077-7566-2024-20-1-165-169

УДК: 616.31-004.356

## ОБЗОР И СРАВНЕНИЕ СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ 3D-ПЕЧАТИ В СТОМАТОЛОГИИ И ЧЕЛЮСТНО-ЛИЦЕВОМ ПРОТЕЗИРОВАНИИ, ДОСТУПНЫХ НА ТЕРРИТОРИИ РФ

Мурашов М. А., Журина А. А., Платонова М. С., Степанова С. Ю., Бобрович К. А.

*Российский университет медицины, г. Москва, Россия*

### Аннотация

**Предмет исследования** — различные технологии 3D-печати (SLA и LCD), применяемые в стоматологии и челюстно-лицевом протезировании.

**Цель** — сравнить и систематизировать устройства и технологии SLA и LCD 3D-печати, доступные на территории РФ.

**Методология** — сбор и анализ доступных литературных источников, систематизация полученной информации. Сравнение различных 3D-принтеров, рекомендации по использованию в зависимости от необходимых задач. Печать эпитеза ушной раковины на 3D-принтере по технологии LCD.

**Результаты.** Технологии печати SLA и LCD схожи по ряду исследуемых нами параметров. Технология LCD показала скорость печати выше по сравнению с технологией SLA. При этом точность изделия у всех принтеров SLA оказалась выше в сравнении с самым точным принтером технологии LCD. Стоимость SLA-принтеров в среднем выше LCD-принтеров. Прототип эпитеза ушной раковины возможно воспроизвести с помощью LCD-технологии.

**Выводы.** Фотополимерные 3D-принтеры с технологией SLA позволяют создать наиболее детализированный и четкий конечный продукт, чем LCD-принтеры. Фотополимерные 3D-принтеры с технологией SLA обладают меньшей скоростью по сравнению с технологией LCD. Технологии SLA и LCD довольно близки по определенным параметрам. Технологию LCD возможно применять на этапах реабилитации пациентов с дефектами ушной раковины.

**Заключение.** По изученным нами параметрам технологии SLA и LCD очень близки. Однако технологию SLA рекомендовано использовать при необходимости получения протеза высокой точности и отсутствии необходимости в высокой скорости. LCD следует использовать при необходимости в высокой производительности и отсутствии потребности в самой высокой точности, а также при более ограниченном бюджете. Современные компьютерные технологии имеют право на существование при реабилитации пациентов с дефектами ушной раковины. Данная тема требует более детального изучения.

**Ключевые слова:** аддитивные технологии, сравнение 3D-принтеров, оптимизация работы стоматологии, компьютерные 3D-технологии в стоматологии, ортопедическая стоматология, технологии протезирования в стоматологии

Авторы заявили об отсутствии конфликта интересов.

**Михаил Александрович МУРАШОВ** ORCID ID 0000-0002-3309-538X

*к.м.н., доцент кафедры пропедевтики и технологий протезирования в стоматологии СФ, Российский университет медицины, г. Москва, Россия  
6145851@mail.ru*

**Арина Андреевна ЖУРИНА** ORCID ID 0000-0003-3421-9513

*к.м.н., доцент кафедры пропедевтики и технологий протезирования в стоматологии СФ, Российский университет медицины, г. Москва, Россия  
arina.zhurina@inbox.ru*

**Мария Сергеевна ПЛАТОНОВА** ORCID ID 0000-0002-0137-8579X

*заведующая учебной частью кафедры пропедевтики и технологий протезирования в стоматологии СФ, Российский университет медицины, г. Москва, Россия  
mashunya\_s88@mail.ru*

**Светлана Юрьевна СТЕПАНОВА** ORCID ID 0000-0001-5006-4799

*ассистент кафедры пропедевтики и технологий протезирования в стоматологии СФ, Российский университет медицины, г. Москва, Россия  
sveta-for4ik@mail.ru*

**Кирилл Александрович БОБРОВИЧ** ORCID ID 0009-0009-9546-1929

*студент 2 курса стоматологического факультета, Российский университет медицины, г. Москва, Россия  
Kirbobrovich@bk.ru*

**Адрес для переписки: Михаил Александрович МУРАШОВ**

*127545, г. Москва, ул. Новодмитровская, д.2, к.1, 0909  
+7 (495) 7489119  
6145851@mail.ru*

### Образец цитирования:

*Мурашов М. А., Журина А. А., Платонова М. С., Степанова С. Ю., Бобрович К. А.  
ОБЗОР И СРАВНЕНИЕ СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ 3D-ПЕЧАТИ В СТОМАТОЛОГИИ И ЧЕЛЮСТНО-ЛИЦЕВОМ ПРОТЕЗИРОВАНИИ, ДОСТУПНЫХ НА ТЕРРИТОРИИ РФ. Проблемы стоматологии. 2024; 1: 165-169.*

© Мурашов М. А. и др., 2024

DOI: 10.18481/2077-7566-2024-20-1-165-169

Поступила 13.03.2024. Принята к печати 08.04.2024

DOI: 10.18481/2077-7566-2024-20-1-165-169

## REVIEW AND COMPARISON MODERN 3D TECHNOLOGIES FOR DENTISTRY AVAILABLE ON RUSSIAN MARKET

Murashov M.A., Zhurina A.A., Platonova M.S., Stepanova S.Yu., Bobrovich K.A.

*Russian University of Medicine, Moscow, Russia*

### Annotation

**Subject.** SLA and LCD 3D printing technologies used in dentistry and maxillofacial prosthetics.

**Objectives.** To compare and systematize SLA and LCD 3D printing devices and technologies available in the Russian Federation. To Print a prototype of the ear epithesis.

**Methodology.** collection and analysis of available literature sources, systematization of the information received. Comparison of various 3D printers, recommendations for usage depending on the required tasks. 3D Print of epithesis of the ear by using LCD technology.

**Results.** SLA and LCD printing technologies are similar in a number of parameters we studied. LCD technology showed higher printing speed compared to SLA technology. At the same time, the accuracy of the product for all SLA printers turned out to be higher in comparison with the most accurate LCD technology printer. The cost of SLA printers is on average higher than LCD printers. The prototype of the epithesis of the auricle can be reproduced using LCD technology.

**Conclusion.** Photopolymer 3D printers with SLA technology produce more detailed and sharper end products than LCD printers. Photopolymer 3D printers with SLA technology are slower than LCD technology. SLA and LCD technologies are quite close in certain parameters. LCD technology can be used at the stages of rehabilitation of patients with ear defects.

**Keywords:** *additive technologies, comparison of 3D printers, optimization of dentistry, computer 3D technologies in dentistry, prosthetic dentistry, prosthetic technologies in dentistry*

The authors declare no conflict of interest.

**Mikhail A. MURASHOV** ORCID ID 0000-0002-3309-538X

*PhD in Medical sciences, Associate Professor of the Department of Propaedeutics and Prosthetics Technologies in Dentistry of SF, Russian University of Medicine, Moscow, Russia  
6145851@mail.ru*

**Arina A. ZHURINA** ORCID ID 0000-0003-3421-9513

*PhD in Medical sciences, Associate Professor of the Department of Propaedeutics and Prosthetics Technologies in Dentistry of SF, Russian University of Medicine, Moscow, Russia  
arina.zhurina@inbox.ru*

**Maria S. PLATONOVA** ORCID ID 0000-0002-0137-8579X

*Head of the Academic Department of Propaedeutics and Prosthetics Technologies in Dentistry SF, Russian University of Medicine, Moscow, Russia  
mashunya\_s88@mail.ru*

**Svetlana Yu. STEPANOVA** ORCID ID 0000-0001-5006-4799

*Assistant of the Department of Propaedeutics and Prosthetics Technologies in Dentistry of SF, Russian University of Medicine, Moscow, Russia  
sveta-for4ik@mail.ru*

**Kirill A. BOBROVICH** ORCID ID 0009-0009-9546-1929

*2<sup>nd</sup> year Student of the Faculty of Dentistry, Russian University of Medicine, Moscow, Russia  
Kirbobrovich@bk.ru*

**Correspondence address: Mikhail A. MURASHOV**

*str. Novodmitrovskaya bld2 s 1, Moscow, 127545*

*+7 (495)7489119*

*6145851@mail.ru*

### For citation:

*Murashov M.A., Zhurina A.A., Platonova M.S., Stepanova S.Yu., Bobrovich K.A.*

*REVIEW AND COMPARISON MODERN 3D TECHNOLOGIES FOR DENTISTRY AVAILABLE ON RUSSIAN MARKET. Actual problems in dentistry. 2024; 1: 165-169. (In Russ.)*

*© Murashov M.A. et al., 2024*

*DOI: 10.18481/2077-7566-2024-20-1-165-169*

*Received 13.03.2024. Accepted 08.04.2024*

## Введение

Сегодня в стоматологии достаточно часто используются различные компьютерные технологии [1, 8–10, 18, 20, 21], которые необходимы для совершенствования, оптимизации и автоматизации различных процессов [1, 11]. Большое число современных специалистов обращается к использованию в своей практике 3D-печати. Немаловажными преимуществами применения 3D-печати в стоматологии являются снижение стоимости конечного изделия, уменьшение временных затрат за счет почти полного автоматизированного производства [1, 2], меньшее участие зубного техника [1, 7], а также повышение общей производительности зуботехнической лаборатории благодаря всем вышесказанным преимуществам. Помимо этого, изделия обладают большей точностью [1, 2, 6], которая достигается использованием наиболее современных компьютерных систем [1, 14], широким выбором материалов для печати [1, 13, 17, 19], простотой в изготовлении за счет интуитивно понятного и несложного в освоении интерфейса, а значит, можно получить более предсказуемый результат при изготовлении зубных протезов различного типа [1, 4, 12], хирургических шаблонов [1, 5], элайнеров и т. д. Однако в доступной литературе на русском языке нет четких систематизированных рекомендаций к работе с теми или иными фотополимерными 3D-принтерами, их выбору, классификации по различным технологическим параметрам или использованию материалов для печати [1].

**Цели и задачи исследования** — систематизировать фотополимерные принтеры для 3D-печати после обзора и анализа доступной литературы, а также параметров, заявленных производителем по определенным характеристикам: точность получаемого изделия, время, затраченное на его изготовление, удобство пользования принтером, доступность на территории РФ. Для демонстрации возможности и преимуществ 3D-технологий одной из задач было напечатать прототип эпитеза ушной раковины, тем самым продемонстрировав возможность использования изученных технологий на этапах реабилитации пациентов с дефектами челюстно-лицевой области [1].

## Материалы и методы исследования

Для исследования и сравнения различных типов фотополимерных 3D-принтеров по методу печати были выбраны 2 технологии, наиболее часто применяемые в современной стоматологии [1, 15, 16]. Лазерная стереолитография (SLA — Stereolithography Apparatus) — это технология 3D-печати, основанная на последовательном точечном воздействии пучка лазера, встроенного в фотополимерный принтер, на жидкий материал (специальную смолу), который при этом воздействии отверждается. Альтернативой технологии SLA является технология LCD (Liquid Crystal Display). Данная технология основана на том, что материал — смола — отвер-

ждается с помощью жидкокристаллического дисплея, расположенного в принтере. При этом отверждение происходит последовательно, от слоя к слою [1].

Для сравнения фотополимерных 3D-принтеров использовались 5 фотополимерных принтеров различных моделей, доступных на территории РФ. Два принтера, работающие по технологии SLA (Formlabs Form3B (Formlabs, США) [1]; Shining 3D AccuFab L4D (Shining 3D Tech, Китай), три принтера с технологией LCD (UNIZ Slash C (UNIZ Technology, Китай), Phrozen Sonic MEGA 8K (Phrozen, Тайвань), Phrozen Shuffle 2019 (Phrozen, Тайвань)) использовали для печати прототипа эпитеза ушной раковины.

Сравнение принтеров и технологий, с помощью которых они работают, проводили по следующим параметрам оценки их технических характеристик, заявленных производителем: скорость печати изделия, его точность, удобство использования и доступность на территории РФ для покупки и обслуживания. Точность готовых изделий, произведенных с помощью той или иной технологии, определялась в наименьшем отклонении конечного результата от изначальной виртуальной 3D-модели, измерялась в микронах (мкм), отражающих величину погрешности. Скорость измерялась в количестве слоев, воспроизводимых за час работы (мм в час). Под удобством пользования понимали интуитивно понятный интерфейс, простоту в передаче информации на печать, эргономичность. Бюджет оценивали в сравнении исследуемых моделей принтеров между собой по параметру «высокий» (3), «средний» (2), «низкий» (1). Статистические исследования проводили, используя простую формулу для нахождения среднего арифметического в программе Excel (Microsoft), округляя значения до целых ввиду малого количества данных для получения статистически значимого результата.

## Результаты исследования

В ходе исследования мы получили сравнительную характеристику технологий 3D-печати, а также отдельных моделей принтеров, которые были занесены в табл. 1.

**Технология SLA. Принтер Formlabs Form 3B+** является принтером высокой стоимости, имеет максимальную точность среди остальных (наряду с Shining 3D AccuFab L4D), составляющую 25 мкм, при этом низкую производительную скорость 25 мм/ч. **Принтер Shining 3D AccuFab L4D** — бюджетный, с низкой среди рассматриваемых моделей скоростью изготовления (30 мм/ч), однако с высокой точностью печати (25 мкм) [1].

**Технология LCD. Принтер UNIZ Slash C** — бюджетный, имеет среднюю точность (50 мкм) и довольно высокую скорость изготовления 140 мм/ч. **Phrozen Sonic Mega 8K** — 3D-принтер из средней ценовой категории, обладает средней точностью (43 мкм) и самой высокой скоростью изготовления по сравнению с другими исследуемыми нами моделями (170 мм/ч). Принтер **Phrozen Shuffle 2019** является

бюджетным, со средней точностью (48 мкм) и самой низкой скоростью среди исследуемых нами LCD-принтеров (130 мм/ч) [1].

Разницы в удобстве использования принтеров выявлено не было, так как их размеры и вес близки, а программное обеспечение уникально для каждого принтера и требует определенных дополнительных компетенций. Передача информации на печать проста для всех видов принтеров. Технология LCD показала скорость печати в 6,8 раз выше при сравнении максимально быстрого принтера (Phrozen Sonic Mega 8K) и самого медленного SLA-принтера (Formlabs Form 3B+). В среднем следует отметить, что технология LCD быстрее технологии SLA в 2,95 раза. Принтеры с технологией LCD являются более скоростными, чем принтеры с технологией SLA, за счет использования послойного отверждения смолы. При этом точность изделия, по заявленным производителями характеристикам, у всех принтеров SLA оказалась в 2 раза выше в сравнении самым точным принтером технологии LCD (UNIZ Slash C), так как отверждение происходит точно с максимальной детализацией. При этом средняя точность SLA принтеров выше в 1,88 раза.

Обе технологии удобны для использования и доступны для покупки и обслуживания на территории РФ. Технология SLA в среднем дороже технологии LCD в 0,7 раза. Однако в каждой категории имеется возможность найти принтеры с низким бюджетом и высокой производительностью.

Для демонстрации преимуществ 3D-технологий по ранее полученной 3D-модели ушной раковины был напечатан прототип эпитеза ушной раковины с помощью принтера Phrozen Shuffle 2019. В итоге прототип соответствовал заявленным требованиям, был достаточно детализирован, соответствовал анатомии ушной раковины. Процесс печати занял 4 часа (рис.).



Рис. Прототип эпитеза ушной раковины

Fig. Prototype of ear epithesis

## Выводы

1. Фотополимерные 3D-принтеры с технологией SLA позволяют создать наиболее детализированный и четкий конечный продукт, чем LCD-принтеры.
2. Фотополимерные 3D-принтеры с технологией SLA обладают меньшей скоростью по сравнению с технологией LCD.
3. Технологии SLA и LCD довольно близки по определенным параметрам (бюджет, удобство в работе, доступность на территории РФ).
4. Технологию LCD возможно применять на этапах реабилитации пациентов с дефектами ушной раковины.

## Заключение

Основным преимуществом принтеров с технологией SLA является наиболее детализированный конечный продукт, а недостатком — увеличенное время печати, так как лазерный луч, отверждающий смолу, работает в каждой точке отдельно. Преимуществом LCD является меньшая затрата времени на изготовление за счет жидкокристаллического дисплея, отверждающего

смолу послойно по всей необходимой площади, однако точность конечного продукта при использовании данной технологии снижается [1]. Поэтому можно сделать вывод, что данные технологии предназначены для различных задач. Скорость воспроизведения готового изделия зависит не только от технологии, но и от количества изделий, воспроизводимых принтером одновременно. Чем большее количество изделий запрограммировано для одновременной печати, тем быстрее с этой задачей справится принтер LCD по сравнению с SLA. Современные компьютерные технологии возможно применять на этапах реабилитации пациентов с дефектами ушной раковины. Однако данная тема требует более детального изучения.

Таблица

Сравнительная характеристика параметров SLA и LCD технологий  
Table. Comparative characteristics of SLA and LCD technologies parameters

Название 3D-принтера	Максимальная скорость печати (мм/ч)	Точность изделия (мкм)	Удобство использования	Доступность на рынке РФ	Бюджет
(SLA)					
Formlabs Form 3B+ (SLA)	25	25	Удобно	Да	3
Shining 3D AccuFab L4D (SLA)	30	25	Удобно	Да	1
Среднее	40	25	-	-	2
(LCD)					
UNIZ Slash C	140	50	Удобно	Да	1
Phrozen Sonic Mega 8K	170	43	Удобно	Да	2
Phrozen Shuffle 2019	130	48	Удобно	Да	1
Среднее	118	47	-	-	1,3

## Литература/References

5. Бобрович К.А., Кокшарова А.А. Обзор и сравнение современных технологий для 3D-печати в стоматологии доступных на территории РФ. Сборник материалов 71 Итоговой студенческой научной конференции СНО им. Л.И. Фалина. 2023:79-80. [K.A. Bobrovich, A.A. Koksharova. Review and comparison of modern technologies for 3D printing in dentistry available in the Russian Federation. Collection of materials of the 71st Final Student Scientific Conference of the SSS named after. L.I. Falina. 2023:79-80. (In Russ.)]. <https://www.msmu.ru/science/molodyezhnaya-nauka/sborniki-tezisev-nauchnykh-konferentsiy/71.pdf>
6. Вокулова Ю.А., Жулев Е.Н. Результаты изучения размерной точности временных искусственных коронок, изготовленных с помощью субтрактивных и аддитивных технологий. Norwegian Journal of Development of the International Science. 2020;44-1. [Yu.A. Vokulova, E.N. Zhulev. Results of studying the dimensional accuracy of temporary artificial crowns manufactured using subtractive and additive technologies. Norwegian Journal of Development of the International Science. 2020;44-1. (In Russ.)]. <https://cyberleninka.ru/article/n/rezultaty-izucheniya-razmernoy-tochnosti-vremennyh-iskusstvennyh-koronok-izgotovlennyh-s-pomoschyu-subtraktivnyh-i-additivnyh>
7. Гветадзе Р.Ш., Тимофеев Д.Е., Бутова Валентина Гавриловна, Жеребцов А.Ю., Андреева С.Н. Цифровые технологии в стоматологии. Российский стоматологический журнал. 2018;5. [R.Sh. Gvetadze, D.E. Timofeev, V.G. Butova, A.Yu. Zherebtsov, S.N. Andreeva. Digital technologies in dentistry. Russian dental journal. 2018;5. (In Russ.)]. <https://cyberleninka.ru/article/n/tsifrovye-tehnologii-v-stomatologii>
8. Жулев Е.Н., Вокулова Ю.А. Изучение качества краевого прилегания каркасов искусственных коронок из дисиликата лития IPS e. Max, изготовленных с помощью современных цифровых технологий. The Scientific Heritage. 2020;46-3:46. [E.N. Zhulev, Yu.A. Vokulova. Study of the quality of marginal fit of artificial crown frames made of lithium disilicate IPS e. Max, made using modern digital technology. The Scientific Heritage. 2020;46-3:46. (In Russ.)]. <https://cyberleninka.ru/article/n/izuchenie-kachestva-krayevogo-prileganiya-karkasov-iskusstvennyh-koronok-iz-disilikata-litiya-ips-e-max-izgotovlennyh-s-pomoschyu>
9. Ибрагим Эмиль Рустам Оглы. Метод планирования трансгингивальной дентальной имплантации без помощи аддитивной технологии. Вестник Национального медико-хирургического Центра им. Н. И. Пирогова. 2012;4. [Ibrahim Emil Rustam Ogly. A method for planning transgingival dental implantation without the help of additive technology. Bulletin of the National Medical and Surgical Center named after. N.I. Pirogova. 2012;4. (In Russ.)]. <https://cyberleninka.ru/article/n/metod-planirovaniya-transgingivalnoy-dentalnoy-implantatsii-bez-pomoschi-additivnoy-tehnologii>
10. Иванова В.А., Борисов В.В., Платонова В.В., Данышина С.Д. Высокая точность конструкций при применении 3D-печати в имплантологии (обзор литературы). Актуальные проблемы медицины. 2020;1. [V.A. Ivanova, V.V. Borisov, V.V. Platonova, S.D. Danshina. High precision of structures when using 3D printing in implantology (literature review). Current problems of medicine. 2020;1. (In Russ.)]. <https://cyberleninka.ru/article/n/vysokaya-tochnost-konstruktsiy-pri-primeneni-3d-pechati-v-implantologii-obzor-literatury>
11. Искендеров Рамиль Мазахирович. Применение cad/cam-технологий в зуботехнической лаборатории. Российский стоматологический журнал. 2016;1. [R.M. Iskenderov. Application of cad/cam technologies in a dental laboratory. Russian dental journal. 2016;1. (In Russ.)]. <https://cyberleninka.ru/article/n/primeneniye-cad-cam-tehnologii-v-zubotekhnicheskoy-laboratorii>
12. Карапетян Т.А., Перунов А.Ю. Технология CAD/CAM – ортопедическая стоматология будущего. БМИК. 2018;2. [T.A. Karapetyan, A.Yu. Perunov. CAD/CAM technology – prosthetic dentistry of the future. БМИК. 2018;2. (In Russ.)]. <https://cyberleninka.ru/article/n/tehnologiya-cad-cam-ortopedicheskaya-stomatologiya-buduschego>
13. Клёмин В.А., Корж В.И., Калиновский Д.К., Корж Д.В. Использование результатов изобретательской деятельности в работе кафедры ортопедической стоматологии: цифровые и аддитивные технологии. Журнал телемедицины и электронного здравоохранения. 2020;4. [V.A. Klemmin, V.I. Korzh, D.K. Kalinovsky, D.V. Korzh. Using the results of inventive activity in the work of the Department of Orthopedic Dentistry: digital and additive technologies. Journal of Telemedicine and eHealth. 2020;4. (In Russ.)]. <https://cyberleninka.ru/article/n/ispolzovanie-rezultatov-izobretatelskoy-deyatelnosti-v-rabote-kafedry-ortopedicheskoy-stomatologii-tsifrovye-i-additivnye>
14. Наумович С.С., Разоренов А.Н. CAD/Cam системы в стоматологии: современное состояние и перспективы развития. Современная стоматология. 2016;4(65). [S.S. Naumovich, A.N. Razorenov. CAD/Cam systems in dentistry: current state and development prospects. Modern dentistry. 2016;4(65). (In Russ.)]. <https://cyberleninka.ru/article/n/sad-cam-sistemy-v-stomatologii-sovremennoe-sostoyanie-i-perspektivy-razvitiya>
15. Вокулова Ю.А. Разработка и внедрение цифровых технологий при ортопедическом лечении с применением несъемных протезов зубов : автореферат дис. ... кандидата медицинских наук : 14.01.14. Нижний Новгород, 2017:22. [Yu.A. Vokulova. Development and implementation of digital technologies in orthopedic treatment using fixed dental prostheses: abstract of thesis. ... candidate of medical sciences : 01/14/14. Nizhny Novgorod, 2017:22. (In Russ.)]. <http://repo.tvergma.ru/393/2/автореферат.pdf>
16. Степанов В.А., Шемонаев В.И., Буянов Е.А., Грачев Д.В., Пархоменко А.Н., Зубрева И.А. Перспективы изготовления каркасов металлокерамических конструкций зубных протезов методом селективного лазерного спекания. Здоровье и образование в XXI веке. 2021;6. [V.A. Stepanov, V.I. Shemonaev, E.A. Buyanov, D.V. Grachev, A.N. Parkhomenko, I.A. Zubreva. Prospects for the manufacture of frameworks for metal-ceramic structures of dental prostheses using selective laser sintering. Health and education in the 21st century. 2021;6. (In Russ.)]. <https://cyberleninka.ru/article/n/perspektivy-izgotovleniya-karkasov-metallokeramicheskikh-konstruktsiy-zubnyh-protetov-metodom-selektivnogo-lazernogo-spekaniya>
17. Barazanchi A., Li K.C., Al-Amlah B., Lyons K., Waddell J.N. Additive technology: update on current materials and applications in dentistry // Journal of Prosthodontics. – 2017;26(2):156-163. DOI: 10.1111/jopr.12510
18. Bilgin M.S., Baytaroglu E.N., Erdem A., Dilber E. A review of computer-aided design/computer-aided manufacture techniques for removable denture fabrication // European journal of dentistry. – 2016;10(2):286-291. doi: 10.4103/1305-7456.178304
19. Chockalingam K., Jawahar N., Chandrasekhar U. Influence of layer thickness on mechanical properties in stereolithography // Rapid Prototyping Journal. – 2006;12(2):106-113. doi: 10.1108/13552540610652456
20. Jeong Y.G., Lee W.S., Lee K.B. Accuracy evaluation of dental models manufactured by CAD/CAM milling method and 3D printing method // The journal of advanced prosthodontics. – 2018;10(3):245-251. DOI: 10.4047/jap.2018.10.3.245
21. Layani M., Wang X., Magdassi S. Novel materials for 3D printing by photopolymerization // Advanced Materials. – 2018;30:e1706344. DOI: 10.1002/adma.201706344
22. Liaw C.Y., Guvendiren M. Current and emerging applications of 3D printing in medicine // Biofabrication. – 2017;9:024102. DOI: 10.1088/1758-5090/aa7279
23. Pasquet W., Benoit A., Hategi-Kimana C., Wulfman C. Mechanical properties of CAD/CAM denture base resins // The International Journal of Prosthodontics. – 2019;32(1):104-106. doi: 10.11607/ijp.6025
24. Tack P., Victor J., Gemmel P., Annemans L. 3D-printing techniques in a medical setting: a systematic literature review // Biomedical engineering online. – 2016;15:115. DOI: 10.1186/s12938-016-0236-4
25. Yueyi Tian, ChunXu Chen, Xiaotong Xu, Jiayin Wang, Xingyu Hou, Kelun Li, Xinyue Lu, HaoYu Shi, Eui-Seok Lee, Heng Bo Jiang. A Review of 3D Printing in Dentistry // Technologies, Affecting Factors, and Applications. DOI: 10.1155/2021/9950131

DOI: 10.18481/2077-7566-2024-20-1-170-174

УДК: 616.314-76

## ИЗУЧЕНИЕ МЕТОДОМ КОНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ЭФФЕКТА АРМИРОВАНИЯ СТЕКЛОВОЛОКНОМ ПРОВИЗОРНЫХ НЕСЪЕМНЫХ ПРОТЕЗОВ ИЗ АКРИЛОВОЙ И БИС-АКРИЛОВОЙ ПЛАСТМАССЫ

Петрикас О. А., Трапезников Д. В., Костин И. О., Буланов В. И.

Тверской государственной медицинской университет, г. Тверь, Россия

### Аннотация

Применение временных (провизорных) конструкций представляет собой неотъемлемый этап современного зубного протезирования. Признанной большинством специалистов проблемой провизорных протезов (ПП) является их использование в условиях длительной либо повышенной функциональной нагрузки в связи с возможностью их поломки. Разработка простого, не требующего специального оборудования способа усиления провизорных протезов непосредственно во время клинического приема является актуальной научно-практической задачей.

**Цель.** Изучить напряженно-деформированного состояния несъемных армированных и неармированных стекловолокном провизорных протезов различной протяженности из акриловой либо бис-акриловой композиционной пластмассы.

**Методология.** Для этого было разработано четыре конечно-элементные модели с воспроизведением свойств материалов протеза, твердых тканей зуба (модуль Юнга, коэффициент Пуассона, твердость). Каждая модель подвергалась вертикальной нагрузке в 100 н, приложенной к середине тела ПП. Были проведены расчеты в APM 3D Studio, контроль полученных результатов проводился в Ansys 12.2. Полученные результаты выводились на экран монитора, распечатывались и анализировались.

**Результаты.** Анализ картины распределения напряжений (КРН) для акрилового неармированного ПП с укороченным телом (модель 1) показал наибольшее напряжение (4,2–5,2 н/мм<sup>2</sup>) в области окклюзионной поверхности. КРН для акрилового неармированного ПП с удлиненным телом (модель 2) показала наибольшее напряжение (11,4–12,3 н/мм<sup>2</sup>) как в зоне оказания нагрузки, так и в пришеечных зонах коннектора, обращенных в сторону дефекта. КРН для акрилового армированного ПП с удлиненным телом (модель 3) показала наибольшее напряжение (10,5–12,0 н/мм<sup>2</sup>) в области расположения волоконной армирующей ленты в глубине ПП. КРН для бис-акрилового армированного ПП с удлиненным телом (модель 4) показала наибольшие напряжения (9,8–10,5 н/мм<sup>2</sup>) как в области расположения стекловолоконной армирующей ленты, так и на окклюзионной поверхности.

**Выводы.** Анализ напряженно-деформированного состояния ПП подтвердил целесообразность армирования стекловолоконной лентой при удлинении промежуточной части провизорного протеза из акриловой или бис-акриловой композиционной пластмассы.

**Ключевые слова:** провизорный протез, акрилаты, бис-акрилаты, метод конечных элементов, картина распределения напряжений

Авторы заявили об отсутствии конфликта интересов.

**Олег Арнольдович ПЕТРИКАС** ORCID ID 0000-0003-0286-5123

д.м.н., профессор, профессор кафедры ортопедической стоматологии, Тверской государственной медицинской университет г. Тверь, Россия  
opetrikas@mail.ru

**Дмитрий Валерьевич ТРАПЕЗНИКОВ** ORCID ID 0009-0008-3776-0122

ассистент кафедры ортопедической стоматологии, Тверской государственной медицинской университет г. Тверь, Россия  
trapeznikovdv@mail.ru

**Игорь Олегович КОСТИН** ORCID ID 0000-0003-3714-0966

к.м.н., доцент кафедры ортопедической стоматологии, Тверской государственной медицинской университет г. Тверь, Россия  
stomatologistic@mail.ru

**Виталий Иванович БУЛАНОВ** ORCID ID 0000-0002-8022-8894

к.м.н., доцент кафедры ортопедической стоматологии, Тверской государственной медицинской университет г. Тверь, Россия  
B220840@mail.ru

**Адрес для переписки: Олег Арнольдович ПЕТРИКАС**

170000, г. Тверь, ул. Советская, д. 4,

+7 (909) 2666669

opetrikas@mail.ru

**Образец цитирования:**

Петрикас О. А., Трапезников Д. В., Костин И. О., Буланов В. И.

ИЗУЧЕНИЕ МЕТОДОМ КОНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ЭФФЕКТА АРМИРОВАНИЯ СТЕКЛОВОЛОКНОМ ПРОВИЗОРНЫХ НЕСЪЕМНЫХ ПРОТЕЗОВ ИЗ АКРИЛОВОЙ И БИС-АКРИЛОВОЙ ПЛАСТМАССЫ. Проблемы стоматологии. 2024; 1: 170-174.

© Петрикас О. А. и др., 2024

DOI: 10.18481/2077-7566-2024-20-1-170-174

Поступила 28.02.2024. Принята к печати 07.04.2024

DOI: 10.18481/2077-7566-2024-20-1-170-174

## FINITE ELEMENT STUDY EVALUSTION OF GLASS FIBER REINFORCED FIXED PROSTHESES MADE OF ACRYLIC AND BIS-ACRYLIC RESIN MATERIALS

Petrikas O.A., Trapeznikov D.V., Kostin I.O., Bulanov V.I.

Tver State Medical University, Tver, Russia

### Annotation

The use of interim (provisional) prostheses is an obligate stage of modern dental practice. The problem of provisional bridges recognized by most experts is their use under heavy occlusal stress due to the possibility of their fracture. The development of a simple method of reinforcing provisional of prostheses during a clinical appointment that does not require special equipment is an urgent scientific and practical task.

**Objectives.** The goal of this study was to evaluate the stress distribution in fiberglass reinforced and non-reinforced short-span and long-span provisional bridges according to different acrylic and bis-acrylic resin.

**Methodology.** For this purpose, four finite element models were developed to reproduce the properties of prosthetic materials and hard dental tissues (Young's modulus, Poisson's ratio, hardness). Each model was subjected to a vertical load of 100 N applied to the middle of the bridge. Calculations were carried out in APM 3D Studio, and the results obtained were monitored in Ansys 12.2. The results obtained were displayed on the monitor screen, printed and analyzed.

**Results.** Stress distribution pattern for an acrylic non-reinforced short-span bridge (model 1) showed the highest stress (4.2–5.2 n/mm<sup>2</sup>) in the area of the occlusal surface.

Stress distribution pattern for an acrylic non-reinforced long-span bridge (model 2) showed the highest stress (11.4–12.3 n/mm<sup>2</sup>) both in the load zone and in the cervical zones of the connector facing the defect.

Stress distribution pattern for acrylic reinforced long-span bridge (model 3) showed the highest stress (10.5–12.0 n/mm<sup>2</sup>) in the area where the fiber reinforcing tape is located deep in the bridge.

Stress distribution pattern for bis-acrylic reinforced long-span bridge (model 4) showed the highest stress (9.8–10.5 n/mm<sup>2</sup>) observed both in the area where the glass fiber reinforcing tape is located and on the occlusal surface.

**Conclusion.** Finite element analysis confirmed the feasibility of fiberglass reinforcement of long-span provisional bridges made of acrylic or bis-acrylic resin.

**Keywords:** provisional bridges, acrylates, bis-acrylates, finite element method, stress distribution pattern

The authors declare no conflict of interest.

**Oleg A. PETRIKAS** ORCID ID 0000-0003-0286-5123

Grand PhD in Medical Science, Professor, Department of Orthopedic Dentistry, Tver State Medical University, Tver, Russia  
opetrikas@mail.ru

**Dmitriy V. TRAPEZNIKOV** ORCID ID 0009-0008-3776-0122

Teaching Assistant, Department of Orthopedic Dentistry, Tver State Medical University, Tver, Russia  
trapeznikovdv@mail.ru

**Igor O. KOSTIN** ORCID ID 0000-0003-3714-0966

PhD in Medical Science, Associate Professor, Department of Orthopedic Dentistry, Tver State Medical University, Tver, Russia  
stomatologistic@mail.ru

**Vitaliy I. BULANOV** ORCID ID 0000-0002-8022-8894

PhD in Medical Science, Associate Professor, Department of Orthopedic Dentistry, Tver State Medical University, Tver, Russia  
B220840@mail.ru

**Correspondence address: Oleg A. PETRIKAS**

Sovetskaya str. 4, Tver, Russia 170000

+7 (909) 2666669

opetrikas@mail.ru

**For citation:**

Petrikas O.A., Trapeznikov D.V., Kostin I.O., Bulanov V.I.

FINITE ELEMENT STUDY EVALUSTION OF GLASS FIBER REINFORCED FIXED PROSTHESES MADE OF ACRYLIC AND BIS-ACRYLIC RESIN MATERIALS. *Actual problems in dentistry*. 2024; 1: 170-174. (In Russ.)

© Petrikas O.A. et al., 2024

DOI: 10.18481/2077-7566-2024-20-1-170-174

Received 28.02.2024. Accepted 07.04.2024

### Актуальность

Применение временных (провизорных) конструкций представляет собой неотъемлемый этап современного зубного протезирования. Это относится как к традиционным несъемным металлокерамическим или цельнокерамическим протезам с опорой на естественные зубы, так и к имплантатам на период их приживления и последующие этапы имплантационного протезирования [1, 2]. Признаваемой большинством специалистов проблемой провизорных протезов является их использование в условиях длительной либо повышенной функциональной нагрузки в связи с возможностью их поломки [3, 4].

Существует несколько путей повышения прочности провизорных протезов. Это проверенные временем способы усиления полимерных провизорных протезов путем армирования [5]. Прочные априори, традиционные, например, металлопластмассовые конструкции для имплантатов либо новые полимерные материалы, изначально обладающие повышенными физико-механическими характеристиками; новые технологии — CAD/CAM, 3D-печать, — предлагающие принципиально другой подход к изготовлению протезов [6, 7].

Однако, несмотря на эффективность самых современных технологических решений, наряду с определенным повышением прочности получаемых с их помощью провизорных конструкций, такие протезы пока избыточно дороги для большинства пациентов и малопригодны для изготовления у кресла на рутинном стоматологическом приеме [8]. Поэтому разработка простого, не требующего специального оборудования способа усиления провизорных протезов непосредственно во время клинического приема является актуальной научно-практической задачей [9]. Причем это относится к провизорным протезам как с опорой на естественные зубы, так и на дентальные имплантаты [10]. По мнению специалистов, возможность сохранения фиксированных временных протезов на протяжении всех этапов протезирования на имплантатах представляет весьма сложную проблему [10].

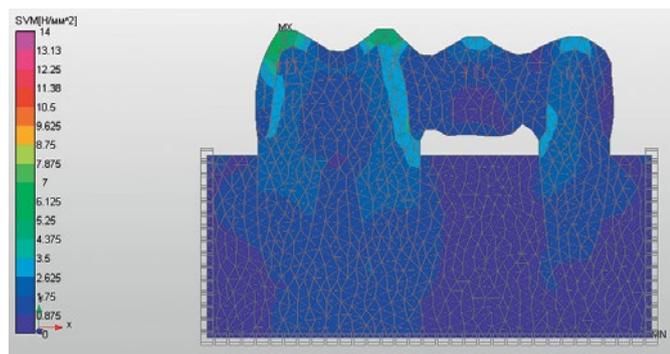


Рис. 1. Картина распределения напряжений для акрилового ПП с укороченным телом

Fig. 1. Stress distribution pattern for the short-span acrylic provisional bridge

**Целью** настоящего исследования явилось изучение напряженно-деформированного состояния зубочелюстной системы в зоне включенных дефектов, замещенных армированными мостовидными провизорными протезами (ПП) различной протяженности и выполненными из акриловой либо бис-акриловой композиционной пластмассы.

### Материал и методы

Настоящая работа является продолжением лабораторных механических испытаний по изучению прочности на изгиб балок из хемотвердеющей бис-акриловой композиционной пластмассы, армированных стекловолокном [11]. Итогом данных испытаний было доказательство возможности значимого повышения прочности таких балок после армирования стекловолоконной лентой. Настоящее исследование направлено на обоснование полученных результатов методом математического моделирования конечных элементов ПП.

Изучение напряженно-деформированного состояния зубочелюстной системы в зоне включенных дефектов, замещенных ПП различных вариантов, проводили в зависимости от протяженности промежуточной части (тела ПП) и материалов изготовления. Для этого были разработаны четыре конечно-элементные модели в системе опорный зуб / провизорный несъемный протез с воспроизведением свойств материалов протеза, твердых тканей зуба (модуль Юнга, коэффициент Пуассона, твердость). Каждая модель подвергалась вертикальной нагрузке в 100 н, приложенной к середине тела ПП. Были проведены расчеты в APM 3D Studio, контроль полученных результатов проводился в Ansys 12.2. Полученные результаты выводились на экран монитора, распечатывались и анализировались.

Изучались следующие варианты моделей:

- ПП, выполненный из акриловой пластмассы с укороченным телом (1 отсутствующий зуб);
- ПП, выполненный из акриловой пластмассы с удлиненным телом (2 отсутствующих зуба);
- ПП, выполненный из акриловой пластмассы с удлиненным телом (2 отсутствующих зуба), армированный стекловолокном;
- ПП, выполненный из бис-акриловой композиционной пластмассы с удлиненным телом (2 отсутствующих зуба), армированный стекловолокном.

### Результаты и их обсуждение

На рисунке 1 представлен характер напряженно-деформированного состояния ПП, выполненного из акриловой пластмассы, с укороченным телом (1 отсутствующий зуб), что соответствует условно нормальным функциональным нагрузкам для опорных зубов. Модель 1 является контрольной для последующего сравнения с моделью 2, имитирующей повышенную функциональную нагрузку для ПП.

Приложение к данной конструкции ПП вертикальной нагрузки в 100 н вызывает наибольшее напряжение (4,2–5,2 н/мм<sup>2</sup>) в области окклюзионной поверхности (бугорков искусственного зуба) и бугорков опорных коронок ПП.

На рисунке 2 представлен характер напряженно-деформированного состояния ПП, выполненного из акриловой пластмассы, с удлиненным телом (2 отсутствующих зуба), что соответствует повышенной функциональной нагрузке для опорных зубов.

Приложение той же нагрузки к середине удлиненного тела ПП вызывает наибольшее напряжение (11,4–12,3 н/мм<sup>2</sup>) как в области оказания нагрузки, так и в пришеечных зонах коннектора, обращенных в сторону дефекта.

Количественное и качественное сравнение выявленных напряжений для первой модели — 4,2–5,2 н/мм<sup>2</sup> и для второй модели — 11,4–12,3 н/мм<sup>2</sup> говорит о значительном повышении вероятности поломки ПП во втором случае, особенно в зоне приложения нагрузки к середине тела протеза, а также участках перехода тела протеза в опорные коронки.

На рисунке 3 представлен характер напряженно-деформированного состояния ПП, выполненного из акриловой пластмассы, с удлиненным телом (2 отсутствующих зуба), что соответствует повышенной функциональной нагрузке для опорных зубов, с армированием стекловолоконной лентой.

Приложение нагрузки к середине удлиненного тела ПП вызывает наибольшее напряжение (10,5–12,0 н/мм<sup>2</sup>) в области расположения волоконной армирующей ленты в глубине ПП как напротив точки оказания нагрузки, так и в зонах коннектора, обращенных в сторону дефекта, в месте перехода армирующей ленты с тела на коронки ПП.

Количественное и качественное сравнение картины напряжений для армированного ПП (третья модель) с неармированным ПП (вторая модель) показывает существенную разгрузку прежде опасных для перелома участков ПП (с 11,4–12,3 н/мм<sup>2</sup> до 5,2–7,3 н/мм<sup>2</sup>) за счет перераспределения основных напряжений с середины тела ПП и пришеечных зон коннекторов на априори прочную стекловолоконную арматуру.

На рисунке 4 представлен характер напряженно-деформированного состояния ПП, выполненного из бис-акриловой композиционной пластмассы, с удлиненным телом (2 отсутствующих зуба), что соответствует повышенной функциональной нагрузке для опорных зубов, с армированием стеклолентой.

Приложение той же нагрузки к середине удлиненного тела ПП вызывает относительно равномерное распределение напряжений. Наибольшие напряжения (9,8–10,5 н/мм<sup>2</sup>) наблюдаются как в области расположения стекловолоконной армирующей ленты напротив точки оказания нагрузки, так и непосредственно в данной точке — на окклюзионной поверхности. Количественное и качественное сравнение картины

напряжений для армированного акрилового ПП (третья модель) с армированным бис-акриловым ПП (четвертая модель) показывает еще более значительную разгрузку пришеечных зон коннекторов (с 5,2–7,3 н/мм<sup>2</sup> до 3,8–5,3 н/мм<sup>2</sup>) за счет перераспределения основных напряжений как на стекловолоконную арматуру, так и на более жесткую за счет наполнителя бис-акриловую композиционную пластмассу.

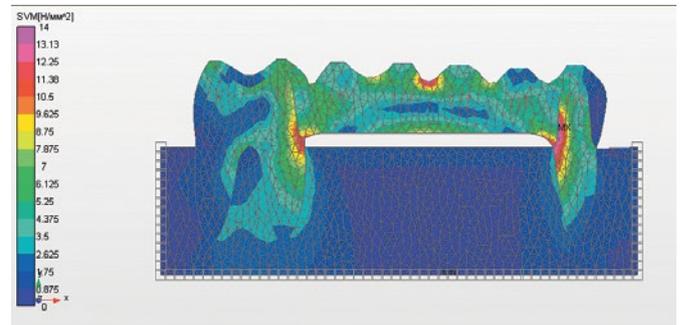


Рис. 2. Картина распределения напряжений для акрилового ПП с удлиненным телом

Fig. 2. Stress distribution pattern for the long-span acrylic provisional bridge

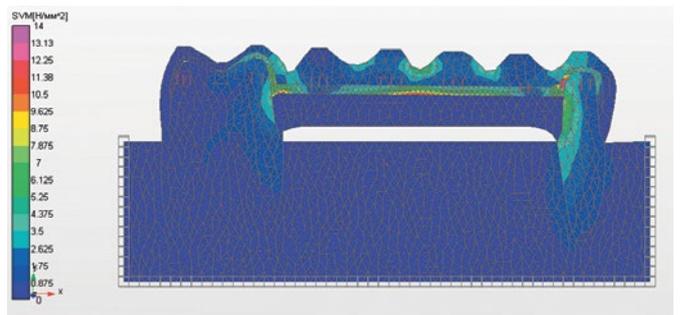


Рис. 3. Картина распределения напряжений для акрилового ПП с удлиненным телом и армированием стеклолентой

Fig. 3. Stress distribution pattern for the acrylic reinforced long-span provisional bridge

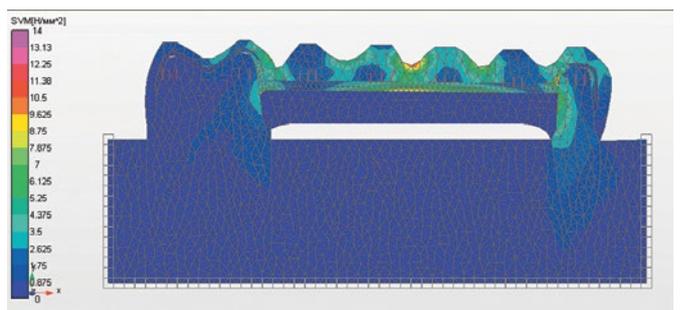


Рис. 4. Картина распределения напряжений для бис-акрилового ПП с удлиненным телом и армированием стеклолентой

Fig. 4. Stress distribution pattern for the bis-acrylic reinforced long-span provisional bridge

## Выводы

1. Изучение напряженно-деформированного состояния позволило выделить критические зоны, в которых наиболее высока вероятность функциональной перегрузки и разрушения как элементов самого протеза, так и опорных зубов.
2. Анализ картины распределения напряжений подтвердил целесообразность армирования стекловолоконной лентой при удлинении про-

межуточной части провизорного протеза из хемотвердеющей акриловой или бис-акриловой композиционной пластмассы.

Таким образом, армированные провизорные протезы, выполняемые непосредственно во время клинического приема, способны успешно противостоять повышенным функциональным нагрузкам на протяжении всех этапов протезирования.

## Литература/References

1. Sanz-Martin I., Encalada C., Sanz-Sánchez I., Aracil J., Sanz M. Soft tissue augmentation at immediate implants using a novel xenogeneic collagen matrix in conjunction with immediate provisional restorations: A prospective case series // *Clin Implant Dent Relat Res.* – 2019;21(1):145-153. DOI: 10.1111/cid.12696.
2. Yao J.W., Wang H.L. Assessment of Peri-implant Soft Tissue Adaptive Pressure and Time After Provisional Restorations // *Int J Periodontics Restorative Dent.* – 2019;39(6):809-815. DOI: 10.11607/prd.4063.
3. James Field I, Robert Wassell. Provisional restorations (Part 1) // *Br Dent J.* – 2023;234(11):805-809. doi: 10.1038/s41415-023-5974-7.
4. Psarri C., Kourtis S. Effect of fiber-reinforcement on the strength of polymer materials for provisional restorations: An in vitro study // *J Esthet Restor Dent.* – 2020;32(4):433-440. DOI: 10.1111/jerd.12586
5. Hamza T.A., Rosenstiel S.F., Elhosary M.M., Ibraheem R.M. The effect of fiber reinforcement on the fracture toughness and flexural strength of provisional restorative resins // *J Prosthet Dent.* – 2004;91(3):258-264. DOI: 10.1016/j.prosdent.2004.01.005
6. Jurado C.A., Barkmeier W.W., Alshabib A., Alresayes S.S., Fu C.C., Teixeira E.C., Baruth A.G., Tsujimoto A. Effectiveness of Different Polishing Kits for Chairside CAD/CAM Provisional Restorative Materials // *Oper Dent.* – 2022;47(6):670-677. DOI: 10.2341/21-147-L.
7. Ahmad Abadi M.N., Goharifar A., Mahabadi M. The effect of fabrication methods (conventional, computer-aided design/computer-aided manufacturing milling, three-dimensional printing) and material type on the fracture strength of provisional restorations // *Dent Res J (Isfahan).* – 2023;20:86. PMID: 37674576.
8. Blasi A., Alnassar T., Chiche G. Injectable technique for direct provisional restoration // *J Esthet Restor Dent.* – 2018;30(2):85-88. DOI: 10.1111/jerd.12333.
9. Kozmacs C., Baumann V., Bunz O., Piwowarczyk A. Relative Clinical Success of Bis-Acryl Composite Provisional Crowns // *Compend Contin Educ Dent.* – 2018;39(1):9-12. PMID: 29293015.
10. Askar O.M., ELSyad M.A. Fiber-Reinforced Hybrid Prosthesis Veneered With Composite Resin for 4 Implant-Supported Fixed Provisional and Definitive Restorations // *J Oral Implantol.* – 2023;49(1):30-38. DOI: 10.1563/aaid-joi-D-21-00252.
11. Петрикас О.А., Трапезников Д.В., Змеева Э.А. Лабораторное изучение прочности на изгиб армированного бис-акрилового материала для провизорных протезов. *Проблемы в стоматологии.* 2018;14(4):121-125. [O.A. Petrikas, D.V. Trapeznikov, E.A. Zmeeva. The laboratory study of the flexural strength of reinforced bis-acrylic material for provisional fixed restorations. *Actual Problems in dentistry.* 2018;14(4):121-125. (In Russ.)]. DOI: 10.18481/2077-7566-2018-14-4-121-125

DOI: 10.18481/2077-7566-2024-20-1-175-179

УДК: 614.251.2

## ПРАВОВЫЕ АСПЕКТЫ ДОГОВОРА ПРЕДОСТАВЛЕНИЯ ПЛАТНЫХ МЕДИЦИНСКИХ УСЛУГ

Купряхин В. А., Сергеев В. В.

*Самарский государственный медицинский университет, г. Самара, Россия*

### Аннотация

**Актуальность.** На развитие и совершенствование правовой основы оказания медицинских услуг направлены новые Правила предоставления медицинскими организациями платных медицинских услуг, утвержденные Постановлением Правительства Российской Федерации от 11 марта 2023 г. № 736. В связи с этим представляется актуальным обратить внимание врачей-стоматологов на правовые аспекты договорных отношений.

**Основная цель работы.** Цель исследования — обратить внимание врачей-стоматологов на отдельные правовые аспекты договоров предоставления платных медицинских услуг, имеющие существенное значение для эффективной защиты их интересов при возникновении споров о надлежащем исполнении договорных обязательств.

**Используемые подходы.** Изучены положения законодательных и подзаконных актов, имеющих отношения к платным медицинским услугам. Проведено анкетирование 125 респондентов (72 врачей-стоматологов, 53 потребителей медицинских услуг) по некоторым правовым аспектам предоставления платных медицинских (стоматологических) услуг.

**Полученные результаты.** С помощью метода анкетирования показано отношение врачей-стоматологов и потребителей к преддоговорным отношениям, к информированию о медицинских работниках, участвующих в предоставлении платных медицинских услуг, а также к предоставлению в письменной форме правил пользования результатами услуги или их хранения.

**Основные выводы.** При предоставлении платных медицинских (стоматологических) услуг необходимо уделять особое внимание: 1) преддоговорному уведомлению потребителей в письменной форме о последствиях несоблюдения им указаний (рекомендаций) исполнителя (медицинского работника, предоставляющего платную медицинскую услугу); 2) сообщению потребителю (заказчику) сведений о медицинских работниках, участвующих в предоставлении платных медицинских услуг, об уровне их профессионального образования и квалификации; 3) предоставлению потребителю в письменной форме установленных правил пользования результатами услуги или их хранения.

**Ключевые слова:** платные медицинские (стоматологические) услуги, качество и безопасность медицинской услуги, преддоговорное уведомление, сведения о медицинских работниках, правила пользования результатами услуги или их хранения

Авторы заявили об отсутствии конфликта интересов.

**Вячеслав Алексеевич КУПРЯХИН** ORCID ID 0000-0001-6814-1609

*к.м.н., доцент кафедры медицинского права и биоэтики, Самарский государственный медицинский университет, г. Самара, Россия  
vuyacheslav.kupryakhin@mail.ru*

**Владимир Вячеславович СЕРГЕЕВ** ORCID ID 0000-0001-9439-3623

*д.м.н., профессор кафедры медицинского права и биоэтики, Самарский государственный медицинский университет, г. Самара, Россия  
v.v.sergeev@samsmu.ru*

**Адрес для переписки:** Вячеслав Алексеевич КУПРЯХИН

*443099, г. Самара, ул. Чапаевская, 89. Самарский государственный медицинский университет, кафедра медицинского права и биоэтики  
+7 (927) 7663313  
vuyacheslav.kupryakhin@mail.ru*

### Образец цитирования:

*Купряхин В. А., Сергеев В. В.*

*ПРАВОВЫЕ АСПЕКТЫ ДОГОВОРА ПРЕДОСТАВЛЕНИЯ ПЛАТНЫХ МЕДИЦИНСКИХ УСЛУГ. Проблемы стоматологии. 2024; 1: 175-179.*

*© Купряхин В. А. и др., 2024*

*DOI: 10.18481/2077-7566-2024-20-1-175-179*

*Поступила 29.02.2024. Принята к печати 10.04.2024*

DOI: 10.18481/2077-7566-2024-20-1-175-179

## LEGAL ASPECTS OF THE AGREEMENT FOR THE PROVISION OF PAID MEDICAL SERVICES

Kupriakhin V.A., Sergeev V.V.

*Samara State Medical University, Samara, Russia*

### Annotation

**Relevance.** The new Rules for the provision of paid medical services by medical organizations, approved by Decree of the Government of the Russian Federation of March 11, 2023 No. 736, are aimed at developing and improving the legal framework for the provision of medical services. In this regard, it seems relevant to draw the attention of doctors dentists on the legal aspects of contractual relations.

**The main goal of the work.** The purpose of the study is to draw the attention of dentists to certain legal aspects of contracts for the provision of paid medical services, which are essential for the effective protection of their interests in the event of disputes regarding the proper performance of contractual obligations.

**Approaches used.** The provisions of legislative and by-laws related to paid medical services have been studied. A survey of 125 respondents (72 dentists, 53 consumers of medical services) was conducted on some legal aspects of the provision of paid medical (dental) services.

**Results.** Using the survey method, the attitude of dentists and consumers to pre-contractual relations, to information about medical workers involved in the provision of paid medical services, as well as to the provision in written form of rules for using the results of the service or their storage is shown.

**Main conclusions.** When providing paid medical (dental) services, it is necessary to pay special attention to: 1) pre-contractual notification to consumers in writing about the consequences of failure to comply with the instructions (recommendations) of the performer (medical worker providing a paid medical service; 2) notification to the consumer (to the customer) information about medical workers involved in the provision of paid medical services, about the level of their professional education and qualifications; 3) providing the consumer with written rules for using the results of the service or storing them.

**Keywords:** *paid medical (dental) services, quality and safety of medical service, pre-contractual notification, information about medical workers, rules for using the results of the service or storing them*

The authors declare no conflict of interest.

**Vyacheslav A. KUPRYAKHIN** ORCID ID 0000-0001-6814-1609

*PhD in Medical sciences, Associate Professor of the Department of Medical Law and Bioethics, Samara State Medical University, Samara, Russia*  
vyacheslav.kupryakhin@mail.ru

**Vladimir V. SERGEEV** ORCID ID 0000-0001-9439-3623

*Grand PhD in Medical sciences, Professor of the Department of Medical Law and Bioethics, Samara State Medical University, Samara, Russia*  
v.v.sergeev@samsmu.ru

**Address for correspondence: Vyacheslav A. KUPRYAKHIN**

*443099, Samara, st. Chapaevskaya, 89. Samara State Medical University, Department of Medical Law and Bioethics*

+7 (927) 7663313

vyacheslav.kupryakhin@mail.ru

### For citation:

*Kupriakhin V.A., Sergeev V.V.*

*LEGAL ASPECTS OF THE AGREEMENT FOR THE PROVISION OF PAID MEDICAL SERVICES. Actual problems in dentistry. 2024; 1: 175-179. (In Russ.)*

© Kupriakhin V.A. et al., 2024

DOI: 10.18481/2077-7566-2024-20-1-175-179

Received 29.02.2024. Accepted 10.04.2024

Говоря о заключении и исполнении договоров предоставления платных медицинских услуг (ДППМУ), можно утверждать, что в центре внимания врачей-стоматологов часто находятся лишь содержательные (медико-технологические), а не правовые аспекты договорных отношений. Недостаточное внимание к правовым аспектам ДППМУ, как правило, лишает врачей-стоматологов возможности эффективной защиты своих интересов при возникновении споров о надлежащем исполнении договорных обязательств. В связи с этим представлялось актуальным рассмотрение некоторых правовых аспектов ДППМУ.

**Цель исследования** — обратить внимание врачей-стоматологов на отдельные правовые аспекты ДППМУ, имеющие существенное значение для эффективной защиты их интересов при возникновении споров о надлежащем исполнении договорных обязательств. Для достижения поставленной цели сформулированы следующие задачи: 1) рассмотреть вопрос об уведомлении до заключения договора в письменной форме потребителя (заказчика) о последствиях несоблюдения им указаний (рекомендаций) исполнителя (медицинского работника, предоставляющего платную медицинскую услугу); 2) акцентировать внимание врачей-стоматологов на сообщении потребителю (заказчику) сведений о медицинских работниках, участвующих в предоставлении платных медицинских услуг, об уровне их профессионального образования и квалификации; 3) показать значимость сообщения потребителю в письменной форме установленных правил пользования результатами услуги или их хранения.

### Материал и методы

Материалом исследования служили: законодательные и подзаконные акты, научные публикации, анкеты 125 респондентов: 1) врачи-стоматологи, имеющие стаж практической работы не менее 5 лет (72); 2) потребители медицинских (стоматологических) услуг (53).

Для статистической обработки данных анкетирования в группах сравнения использовали критерий К. Пирсона. Нулевая гипотеза указывала на случайный характер несовпадения между частотами ответов респондентов (группы сравнения принадлежат одной генеральной совокупности). Нулевая гипотеза отвергалась, если рассчитанное (фактическое) значение критерия Пирсона было больше критического (табличного) [1]. Количественные показатели четырех вариантов ответов по каждому вопросу анкеты группировали по двум интегральным показателям: *количество положительных ответов* (КПО) — сумма первого и второго вариантов ответов [1]; *количество отрицательных ответов* (КОО) — сумма третьего и четвертого вариантов ответов.

### Результаты исследования и их обсуждение

Результаты анкетирования представлены в табл. 1–3.

При статистической обработке результатов анкетирования по первому вопросу частоты ответов врачей-стоматологов и потребителей статистически недостоверны и, следовательно, имеют случайный характер (фактический критерий Пирсона 7,01 меньше критического значения 7,81, поэтому нулевая гипотеза о принадлежности выборок к одной генеральной совокупности сохраняется). Интегральные показатели ответов на первый вопрос анкеты: врачи-стоматологи [1] — КПО = 80%, КОО = 20%; потребители — КПО = 79%, КОО = 21%. Эти результаты не дают основания для излишнего оптимизма, так как пятая часть респондентов суммарно давала отрицательные ответы на данный вопрос анкеты. В связи с этим актуальность совершенствования соответствующего правового аспекта ДППМУ сохраняется. Важно заметить, что врачи-стоматологи нередко отождествляют преддоговорные и договорные отношения с потребителем медицинских услуг.

Следствием этого является невыполнение положения об уведомлении до заключения договора в письменной форме потребителя (заказчика) о последствиях несоблюдения им указаний (рекомендаций) исполнителя (медицинского работника, предоставляющего платную медицинскую услугу, предусмотренного п. 24 Правил предоставления медицинскими организациями платных медицинских услуг, утвержденных Постановлением Правительства Российской Федерации от 11 марта 2023 г. № 736. Необходимо заметить, что указанное положение не является новеллой, так как оно предусматривалось п. 15 Правил предоставления медицинскими организациями платных медицинских услуг, утвержденных Постановлением Правительства Российской Федерации от 4 октября 2012 г. № 1006, которые в настоящее время утратили силу. Таким образом, норма о преддоговорном уведомлении потребителя действует 12 лет, но, к сожалению, до настоящего времени она не нашла должного закрепления в правосознании каждого врача-стоматолога. Для исключения случаев забвения указанной нормы

Таблица 1

**Результаты анкетирования по вопросу об уведомлении до заключения договора в письменной форме потребителя (заказчика) о последствиях несоблюдения им указаний (рекомендаций) исполнителя (медицинского работника, предоставляющего платную медицинскую услугу**

**Table 1. Results of the questionnaire on the issue of notification of the consumer (customer) in writing about the consequences of non-compliance with the instructions (recommendations) of the contractor (medical worker, providing paid medical service**

Варианты ответов	Врачи %	Потребители %
Уведомление осуществляется во всех случаях	58	62
Уведомление осуществляется в отдельных случаях	22	17
Уведомление не осуществляется	15	6
Затрудняюсь ответить	5	15

можно предложить врачам-стоматологам в верхнем поле над словосочетанием «Договор предоставления платных медицинских услуг» указывать: «Преддоговорное уведомление» с изложением содержания п. 24 Правил предоставления медицинскими организациями платных медицинских услуг с подписями исполнителя и потребителя.

Таблица 2

**Результаты анкетирования по вопросу о сообщении потребителю (заказчику) сведения о медицинских работниках, участвующих в предоставлении платных медицинских услуг, об уровне их профессионального образования и квалификации**

**Table 2. Results of the questionnaire on the issue of reporting to the consumer (customer) information about medical workers involved in the provision of paid medical services, on the level of their professional education and qualifications**

Варианты ответов	Врачи %	Потребители %
Сведения сообщаются во всех случаях	33	42
Сведения сообщаются в отдельных случаях	43	30
Сведения не сообщаются	22	13
Затрудняюсь ответить	2	15

При статистической обработке результатов анкетирования по второму вопросу различия частот ответов врачей-стоматологов и потребителей статистически достоверны (фактический критерий Пирсона 11.12 больше критического значения [1] 7,81, поэтому нулевая гипотеза о принадлежности выборок к одной генеральной совокупности отвергается). В данном случае статистическая значимость частотного распределения ответов врачей и потребителей, главным образом, определяется выраженным отличием в ответах на четвертый вопрос анкеты. При этом сравнительно большое количество потребителей, которые затруднились ответить на этот вопрос, не следует связывать с их недостаточной компетентностью в медицинских или правовых аспектах ДППМУ, так как для понимания содержания соответствующей информации

Таблица 3

**Результаты анкетирования по вопросу о сообщении потребителю в письменной форме установленных правил пользования результатами услуги или их хранения**

**Table 3. Results of a questionnaire on the issue of communicating to the consumer in writing the established rules for using the results of the service or storing them**

Варианты ответов	Врачи %	Потребители %
Правила в письменной форме сообщаются всегда	42	49
Правила в письменной форме сообщаются в отдельных случаях	19	17
Правила в письменной форме не сообщаются	33	19
Затрудняюсь ответить	6	15

не требуется никаких специальных познаний в области медицины или права. Следует также обратить внимание на интегральные показатели ответов на второй вопрос анкеты: врачи-стоматологи — КПО = 76%, КОО = 24%; потребители — КПО = 72%, КОО = 28%.

Необходимо заметить, что 22% врачей-стоматологов указывали на то, что сведения о медицинских работниках, участвующих в предоставлении платных медицинских услуг, об уровне их профессионального образования и квалификации потребителям не сообщались. Очевидно, что на указанный момент информирования потребителей необходимо обратить особое внимание. При заказе медицинской услуги потребитель нередко выражает желание об оказании ее конкретным врачом-стоматологом. Интернет предоставляет широкие возможности для получения информации о любом специалисте, в частности отзывов о нем пациентов. В связи с этим следует обратить внимание на пп. «д» п. 17 Правил предоставления медицинскими организациями платных медицинских услуг, согласно которому исполнитель обязан довести до сведения потребителя (заказчика) сведения о медицинских работниках, участвующих в предоставлении платных медицинских услуг, об уровне их профессионального образования и квалификации. Поскольку стоматологическая услуга часто имеет комплексный характер (услуга, оказываемая специалистом с высшим медицинским образованием и работа, выполняемая лицом, имеющим среднее медицинское образование), при заключении конкретного договора предоставления платных медицинских услуг в нем должны быть отражены сведения обо всех медицинских работниках, участвующих в их оказании.

Отсутствие в договоре сведений о медицинских работниках, участвующих в предоставлении платных медицинских услуг, будет означать, что потребителю не предоставлена полная информация об услуге. Это может лишить врача-стоматолога возможности эффективной защиты своих интересов при рассмотрении и разрешении споров, связанных с ненадлежащим оказанием медицинских услуг, так как в соответствии с п. ст. 12 Закона Российской Федерации от 7 февраля 1992 г. № 2300-1 «О защите прав потребителей» (ЗоЗПП) при причинении вреда жизни, здоровью и имуществу потребителя вследствие непредоставления ему полной и достоверной информации о товаре (работе, услуге) потребитель вправе потребовать возмещения такого вреда.

В связи с этим в тексте конкретного договора предоставления платных медицинских услуг необходимо указывать: «Медицинские работники, участвующие в предоставлении платных медицинских услуг:

- врач-стоматолог *ФИО*, имеющий высшее медицинское образование, высшую квалификационную категорию, стаж работы по специальности 20 лет;
- зубной врач *ФИО*, имеющий среднее медицинское образование, высшую квалификационную категорию, стаж работы по специальности 15 лет;

- зубной техник *ФИО*, имеющий среднее медицинское образование, высшую квалификационную категорию, стаж работы по специальности 15 лет;
- медицинская сестра *ФИО*, имеющая среднее медицинское образование, высшую квалификационную категорию, стаж работы по специальности 10 лет.

При статистической обработке результатов анкетирования по третьему вопросу различия частот ответов врачей-стоматологов и потребителей оказались недостоверными (фактический критерий Пирсона 5,67 меньше критического значения 7,81, поэтому нулевая гипотеза о принадлежности выборок к одной генеральной совокупности сохраняется) [1].

Интегральные показатели ответов на третий вопрос анкеты: врачи-стоматологи — КПО = 61%, КОО = 39%; потребители — КПО = 66%, КОО = 34%. Указанные результаты, в первую очередь, показательны высокими значениями КОО как у врачей-стоматологов, так и у потребителей. Значимость сообщения потребителю в письменной форме установленных правил пользования результатами услуги или их хранения вытекает из положений Гражданского кодекса Российской Федерации (ГК РФ) и ЗоЗПП. Так, согласно ст. 1095 ГК РФ, вред, причиненный жизни, здоровью или имуществу гражданина либо имуществу юридического лица вследствие конструктивных, рецептурных или иных недостатков товара, работы или услуги, а также вследствие недостоверной или недостаточной информации о товаре (работе, услуге), подлежит возмещению продавцом или изготовителем товара, лицом, выполнившим работу или оказавшим услугу (исполнителем), независимо от их вины и от того, состоял потерпевший с ними в договорных отношениях или нет. При этом в силу п. 4 ст. 14 ЗоЗПП изготовитель (исполнитель) несет ответственность за вред, причиненный жизни, здоровью или имуществу потребителя в связи с использованием материалов, оборудования, инструментов и иных средств, необходимых для производства товаров (выполнения работ, оказания услуг), независимо от того, позволял уровень научных и технических знаний выявить их особые свойства или нет. Из приведенных норм видно, что законодатель обоснованно устанавливает высокий

уровень гражданско-правовой ответственности за недостатки товара, работы или услуги. Вместе с тем, в ст. 1098 ГК РФ определены следующие основания освобождения от ответственности за вред, причиненный вследствие недостатков товара, работы или услуги: «Продавец или изготовитель товара, исполнитель работы или услуги освобождается от ответственности в случае, если докажет, что вред возник вследствие непреодолимой силы или нарушения потребителем установленных правил пользования товаром, результатами работы, услуги или их хранения». В связи с этим для обеспечения качества медицинской услуги, а также для эффективной защиты интересов врачей-стоматологов при возникновении споров о надлежащем исполнении договорных обязательств необходимо сообщать потребителю в письменной форме установленные правила пользования результатами медицинской услуги или их хранения. Указанные правила следует оформлять в двух экземплярах (один — для потребителя, другой — для врача-стоматолога) и обозначать их в качестве неотъемлемой части ДППМУ.

### Заключение

Таким образом, можно констатировать необходимость постоянно уделять внимание врачей-стоматологов правовым аспектам ДППМУ. Во всех случаях необходимо тщательно соблюдать положения законодательных и подзаконных нормативно-правовых актов. При этом особое значение имеют:

- преддоговорное уведомление потребителей в письменной форме о последствиях несоблюдения ими указаний (рекомендаций) исполнителя (медицинского работника, предоставляющего платную медицинскую услугу);
- сообщение потребителю (заказчику) сведений о медицинских работниках, участвующих в предоставлении платных медицинских услуг, об уровне их профессионального образования и квалификации;
- предоставление потребителю в письменной форме установленных правил пользования результатами услуги или их хранения.

### Перечень законодательных и нормативных правовых актов

1. Гражданский кодекс Российской Федерации. [Civil Code of the Russian Federation. (In Russ.)]. <https://base.garant.ru/10164072/?ysclid=lrej40dzw284297780>
2. Федеральный закон от 21 ноября 2011 г. N 323-ФЗ «Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации». [Federal Law of November 21, 2011 N 323-FL "On the fundamentals of protecting the health of citizens in the Russian Federation." (In Russ.)]. <https://base.garant.ru/12191967/>
3. Закон Российской Федерации от 7 февраля 1992 г. N 2300-I «О защите прав потребителей». [Law of the Russian Federation of February 7, 1992 N 2300-I "On the protection of consumer rights." (In Russ.)]. <https://base.garant.ru/10106035/?ysclid=lrej99vvi6808037877>
4. Постановление Правительства Российской Федерации от 11 марта 2023 г. N 736 «Об утверждении Правил предоставления медицинскими организациями платных медицинских услуг, внесении изменений в некоторые акты Правительства Российской Федерации и признании утратившим силу постановления Правительства Российской Федерации от 4 октября 2012 г. N 1006». [Decree of the Government of the Russian Federation dated March 11, 2023 N 736 "On approval of the Rules for the provision of paid medical services by medical organizations, amendments to certain acts of the Government of the Russian Federation and invalidation of the Decree of the Government of the Russian Federation dated October 4, 2012 N 1006". (In Russ.)]. <https://base.garant.ru/406870186/?ysclid=lrekeb2183310666827>
5. Постановление Правительства Российской Федерации от 4 октября 2012 г. N 1006 «Об утверждении Правил предоставления медицинскими организациями платных медицинских услуг». [Decree of the Government of the Russian Federation of October 4, 2012 N 1006 "On approval of the Rules for the provision of paid medical services by medical organizations." (In Russ.)]. <https://base.garant.ru/70237118/>

### Литература/References

1. Купряхин В.А., Сергеев В.В. О техно-гуманитарном балансе в стоматологии. Проблемы стоматологии. 2023;19(1):133-138. [V.A. Kupryakhin, V.V. Sergeev. On the techno-humanitarian balance in dentistry. Actual problems of dentistry. 2023,19(1):133-138. (In Russ.)]. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=53765757>

DOI: 10.18481/2077-7566-2024-20-1-180-184

УДК: 616.314:338

## АНАЛИЗ ОБЪЕМОВ СТОМАТОЛОГИЧЕСКОЙ ОРТОПЕДИЧЕСКОЙ ПОМОЩИ ПАЦИЕНТАМ В СИСТЕМЕ ПЛАТНЫХ МЕДИЦИНСКИХ УСЛУГ

Маркина Л. А.<sup>1</sup>, Лосев Ф. Ф.<sup>1,2</sup>, Гринин В. М.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Национальный медицинский исследовательский центр «Центральный научно-исследовательский институт стоматологии и челюстно-лицевой хирургии», г. Москва, Россия

<sup>2</sup> Первый московский государственный медицинский университет им. И. М. Сеченова, г. Москва, Россия

### Аннотация

Статья посвящена анализу объемов стоматологической ортопедической помощи пациентам в системе платных медицинских услуг в многопрофильной медицинской организации.

Различные эпидемиологические обследования, проводимые за рубежом и в нашей стране, выявили неудовлетворительное состояние органов и тканей рта у большей части населения России. Среди стоматологической патологии значительное место занимает утрата зубов с последующими функциональными нарушениями [2–4]. Одним из важных показателей стоматологического здоровья взрослого населения, характеризующим уровень оказания стоматологической помощи, является обеспечение потребности в протезировании.

По данным ВОЗ, основными причинами отсутствия зубов являются пародонтит и кариес. Пародонтит отмечается у 75–80% населения, из них 90% составляют люди пожилого и старческого возраста. По данным А. К. Курьянова, Л. Н. Бабенко (1988), из 1000 обследованных в возрасте 60 лет в зубном протезировании нуждалось 75%, причем полная потеря зубов на челюсти была выявлена в 225 случаях.

Анализ объемов стоматологической ортопедической помощи пациентам при оказании платных медицинских услуг по ортопедической стоматологии показал, что за 5 лет среди всех изготовленных ортопедических конструкций наибольший объем составили съемные пластиночные протезы при частичном отсутствии зубов, на втором месте — одиночные коронки, на третьем месте — съемные пластиночные протезы при полном отсутствии зубов. По каждому виду изготавливаемых ортопедических конструкций имеется тенденция роста с 2018 года по 2022 год. Выявлено некоторое снижение объема ортопедической стоматологической помощи в 2020 году, что связано с неблагоприятной эпидемиологической обстановкой в стране в это время.

**Ключевые слова:** протезы, ортопедические конструкции, платные медицинские услуги, пациенты, объем медицинской помощи

Авторы заявили об отсутствии конфликта интересов.

**Лариса Анатольевна МАРКИНА** ORCID ID 0000-0003-1170-2991

к.м.н., докторант, Национальный медицинский исследовательский центр «Центральный научно-исследовательский институт стоматологии и челюстно-лицевой хирургии», г. Москва, Россия

+7(985) 9249007

markina.la@mail.ru

**Федор Федорович ЛОСЕВ** ORCID ID 0000-0002-9448-9614

д.м.н., профессор, директор Национального медицинского исследовательского центра «Центральный научно-исследовательский институт стоматологии и челюстно-лицевой хирургии»; заведующий кафедрой стоматологии Института стоматологии

им. Е. В. Боровского Первого московского государственного медицинского университета им. И. М. Сеченова, г. Москва, Россия

+7 (499) 2461334

losev@cniis.ru

**Василий Михайлович ГРИНИН** ORCID ID 0000-0002-2280-8559

д.м.н., профессор, профессор кафедры челюстно-лицевой хирургии Института стоматологии им. Е. В. Боровского

Первого московского государственного медицинского университета им. И. М. Сеченова, г. Москва, Россия

+7 (903) 1546238

grinin@mail.ru

**Адрес для переписки: Лариса Анатольевна МАРКИНА**

121352, Москва, ул. Старовольнская, 10

+7 (985) 9249007

markina.la@mail.ru

**Образец цитирования:**

Маркина Л. А., Лосев Ф. Ф., Гринин В. М.

АНАЛИЗ ОБЪЕМОВ СТОМАТОЛОГИЧЕСКОЙ ОРТОПЕДИЧЕСКОЙ ПОМОЩИ ПАЦИЕНТАМ В СИСТЕМЕ ПЛАТНЫХ МЕДИЦИНСКИХ УСЛУГ. Проблемы стоматологии. 2024; 1: 180-184.

© Маркина Л. А. и др., 2024

DOI: 10.18481/2077-7566-2024-20-1-180-184

Поступила 05.03.2024. Принята к печати 26.03.2024

DOI: 10.18481/2077-7566-2024-20-1-180-184

## ANALYSIS OF THE VOLUME OF DENTAL ORTHOPEDIC CARE FOR PATIENTS IN THE SYSTEM OF PAID MEDICAL SERVICES

Markina L.A.<sup>1</sup>, Losev F.F.<sup>1,2</sup>, Grinin V.M.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> National Medical Research Center «Central Research Institute of Dentistry and Maxillofacial Surgery», Moscow, Russia

<sup>2</sup> I.M. Sechenov First Moscow State Medical University, Moscow, Russia

### Annotation

The article is devoted to the analysis of the volume of dental orthopedic care for patients in the system of paid medical services in a multidisciplinary medical organization. Various epidemiological surveys conducted abroad and in our country have revealed an unsatisfactory condition of the organs and tissues of the mouth in the majority of the Russian population. Among dental pathology, tooth loss with subsequent functional disorders occupies a significant place [2–4]. One of the important indicators of dental health of the adult population, characterizing the level of dental care, is to ensure the need for prosthetics.

According to WHO, the main causes of missing teeth are periodontitis and caries. Periodontitis is noted in 75–80% of the population, of which 90% are elderly and senile people. According to A. K. Kuryanov and L. N. Babenko (1988), 75% of 1,000 examined at the age of 60 needed dental prosthetics, and complete loss of teeth in the jaw was detected in 225 cases [1].

An analysis of the volume of dental orthopedic care for patients in the provision of paid medical services in orthopedic dentistry showed that for 5 years, among all manufactured orthopedic structures, removable plate prostheses with partial absence of teeth accounted for the largest volume, single crowns in second place, removable plate prostheses in the third place with complete absence of teeth. For each type of orthopedic structures manufactured, there is a growth trend from 2018 to 2022. There was a slight decrease in the volume of orthopedic dental care in 2020, due to the unfavorable epidemiological situation in the country at that time.

**Keywords:** prostheses, orthopedic structures, paid medical services, patients, scope of medical care

The authors declare no conflict of interest.

**Larisa A. MARKINA** ORCID ID 0000-0003-1170-2991

PhD in Medical sciences, Doctoral Student, National Medical Research Center «Central Research Institute of Dentistry and Maxillofacial Surgery», Moscow, Russia

+7 (985) 9249007

markina.la@mail.ru

**Fedor F. LOSEV** ORCID ID 0000-0002-9448-9614

Grand PhD in Medical sciences, Professor, Director of the National Medical Research Center «Central Research Institute of Dentistry and Maxillofacial Surgery»; Head of the Department of Dentistry, E.V. Borovsky Institute of Dentistry, I.M. Sechenov First Moscow State Medical University, Moscow, Russia

+7 (499) 2461334

losev@cniis.ru

**Vasily M. GRININ** ORCID ID 0000-0002-2280-8559

Grand PhD in Medical sciences, Professor, Professor of the Department of Maxillofacial Surgery, E.V. Borovsky Institute of Dentistry, I.M. Sechenov First Moscow State Medical University, Moscow, Russia

+7 (903) 1546238

grynin@mail.ru

**Correspondence address: Larisa A. MARKINA**

10 Starovolynskaya str., Moscow, 121352

+7 (985) 9249007

markina.la@mail.ru

**For citation:**

Markina L.A., Losev F.F., Grinin V.M.

ANALYSIS OF THE VOLUME OF DENTAL ORTHOPEDIC CARE FOR PATIENTS IN THE SYSTEM OF PAID MEDICAL SERVICES. *Actual problems in dentistry*. 2024; 1: 180-184. (In Russ.)

© Markina L.A. et al., 2024

DOI: 10.18481/2077-7566-2024-20-1-180-184

Received 05.03.2024. Accepted 26.03.2024

### Актуальность

По результатам ранее проведенного эпидемиологического стоматологического обследования, различные виды ортопедических конструкций имеют 31% 35–44-летних и 60% лиц 65 лет и старше. Выявлено, что в возрастной группе 35–44 года потребность в протезировании составляет 55%, при этом в большинстве случаев (39%) необходимо изготовление одного или нескольких несъемных мостовидных протезов. Потребность в изготовлении полных съемных протезов на одной или обеих челюстях у лиц данного возраста была выявлена лишь в отдельных районах. У пациентов 65 лет и старше потребность в протезировании была выше и составила 63%, из них большинство (32%) нуждалось в частичном съемном или комбинированном протезировании, а 14% — в полном съемном протезировании [5]. Одной из основных причин, заставляющих пациентов обращаться к врачу-стоматологу-ортопеду, является частичное или полное отсутствие зубов.

Граждане могут получить стоматологическую ортопедическую помощь в рамках оказания платных медицинских услуг. Правила их предоставления медицинскими организациями утверждены постановлением Правительства Российской Федерации от 11.05.2023 г. № 736 «Об утверждении правил предоставления медицинскими организациями платных медицинских услуг...».

Платные медицинские услуги предоставляются за счет личных средств граждан, средств работодателей и иных средств на основании договоров, в том числе договоров добровольного медицинского страхования. Они предоставляются при наличии информированного добровольного согласия потребителя (законного

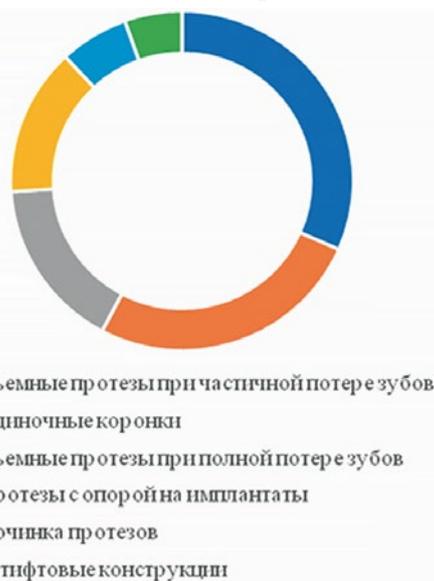


Рис. 1. Структура стоматологической ортопедической помощи пациентам в системе платных медицинских услуг по видам ортопедических конструкций

Fig. 1. The structure of dental orthopedic care for patients in the system of paid medical services by types of orthopedic structures

представителя потребителя), данного в порядке, установленном законодательством Российской Федерации об охране здоровья граждан.

**Цель исследования:** изучить объем стоматологической ортопедической помощи пациентам в системе платных медицинских услуг в отдельной медицинской организации.

**Материалы и методы исследования.** С целью реализации поставленной задачи изучены объемы стоматологической ортопедической помощи пациентам в системе платных медицинских услуг.

### Результаты исследования

Всего за 5 лет 1808 пациентам были оказаны стоматологические ортопедические услуги, из них 31,63% пациентам были изготовлены съемные пластиночные протезы при частичной потере зубов, 26,11% — одиночные коронки, 16,26% — съемные пластиночные протезы при полной потере зубов и 14,05% — протезы с опорой на имплантаты (рис. 1, табл. 1).

Наибольший объем оказанной стоматологической ортопедической помощи наблюдался в 2022 году, наименьший зафиксирован в 2020 году, что, вероятно, связано с неблагоприятной эпидемиологической обстановкой в связи с коронавирусной инфекцией (рис. 2).

Количество пациентов, получивших съемные пластиночные протезы при частичной потере зубов, в 2018 году составило 105, в 2019 году увеличилось до 123 чел., в 2020 году уменьшилось на 33 человека и составило 90 человек, а в последующие годы снова возросло и составило в 2021 году — 116 человек, а в 2022 году — 138 человек. За период 2018–2022 гг. было изготовлено 572 съемных пластиночных протеза при частичном отсутствии зубов, что составило 31,63% среди всех изготовленных за анализируемый период времени ортопедических конструкций (рис. 3).

Число пациентов, получивших одиночные коронки, за 5 лет составило 472 человека, из них в 2018 году одиночные коронки изготовлены 88 пациентам (4,87%), в 2019 г. — 103 чел. (5,7%), в 2020 г. — 73 чел. (4,04%),

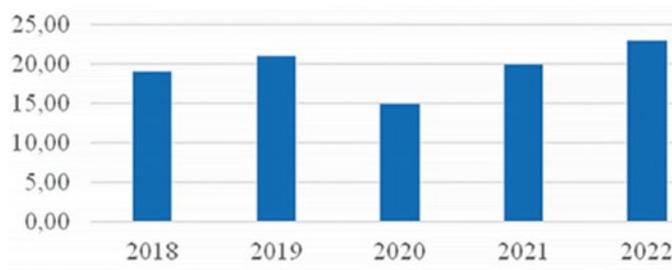


Рис. 2. Динамика объема стоматологической ортопедической помощи пациентам в системе платных медицинских услуг за период 2018–2022 гг

Fig. 2. The structure of dental orthopedic care for patients in the system of paid medical services for the period 2018–2022

Таблица 1

Объем стоматологической ортопедической помощи пациентам в системе платных услуг

Table 1. The volume of dental orthopedic care for patients in the system of paid services

Ортопедические конструкции	ГОДЫ					Всего Кол-во 5 лет (%)
	2018	2019	2020	2021	2022	
	Кол-во (%)					
Съемные пластиночные протезы при частичной потере зубов	105 (5,81)	123 (6,80)	90 (4,98)	116 (6,41)	138 (7,63)	<b>572 (31,63)</b>
Одиночные коронки	88 (4,87)	103 (5,70)	73 (4,04)	96 (5,31)	112 (6,19)	<b>472 (26,11)</b>
Съемные пластиночные протезы при полной потере зубов	54 (2,98)	65 (3,60)	45 (2,49)	60 (3,32)	70 (3,87)	<b>294 (16,26)</b>
Протезы с опорой на имплантаты	47 (2,60)	55 (3,04)	40 (2,21)	52 (2,87)	60 (3,33)	<b>254 (14,05)</b>
Ремонт протезов	22 (1,22)	26 (1,44)	18 (0,99)	24 (1,33)	28 (1,55)	<b>118 (6,53)</b>
Штифтовые конструкции	19 (1,05)	21 (1,16)	15 (0,83)	20 (1,11)	23 (1,27)	<b>98 (5,42)</b>
Всего	335 (18,53)	393 (21,74)	281 (15,54)	368 (20,35)	431 (23,84)	<b>1808 (100)</b>

в 2021 г. — 96 чел. (5,31%), а в 2022 году количество пациентов, которым были изготовлены одиночные коронки, увеличилось до 112 чел. (6,19%) (рис. 4).

Съемные пластиночные протезы при полной потере зубов в рамках оказания платных медицинских услуг в 2018 году получили 54 пациента (2,98%), в 2019 г. — 65 чел. (3,60%), в 2020 г. — 45 чел. (2,49%), в 2021 году количество пациентов, которым были изготовлены съемные пластиночные протезы при полной потере зубов, возросло до 60 (3,32%), а в 2022 году — до 70 чел. (3,87%). Всего за период 2018–2022 гг. количество пациентов, получившие съемные пластиночные протезы при полной потере зубов, составило 294 человека (рис. 5).

Наибольшее количество пациентов, которым были изготовлены протезы с опорой на имплантаты, зафиксировано в 2022 году — 60 чел. (3,33%), в 2018 году оно уменьшилось до 47 человек (2,60%), в 2019 году составило 55 человек (3,04%), уменьшилось в 2020 году до 40 человек (2,21%), а в 2021 году

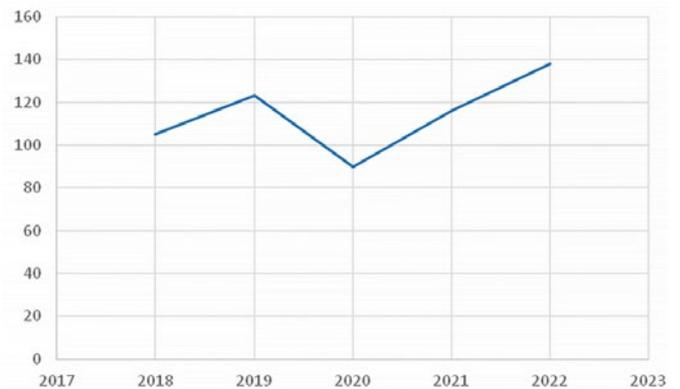


Рис. 3. Изготовление съемных пластиночных протезов при частичной потере зубов в системе платных медицинских услуг за период 2018–2022 гг

Fig. 3. Manufacture of removable plate prostheses for partial loss of teeth in the system of paid medical services for the period 2018–2022

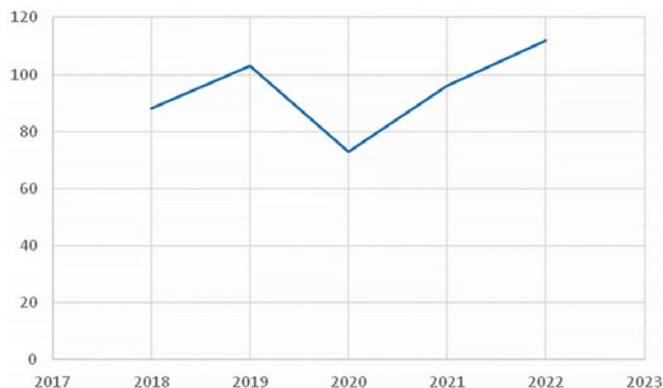


Рис. 4. Изготовление одиночных коронок в системе платных медицинских услуг за период 2018–2022 гг

Fig. 4. Production of single crowns in the system of paid medical services for the period 2018–2022

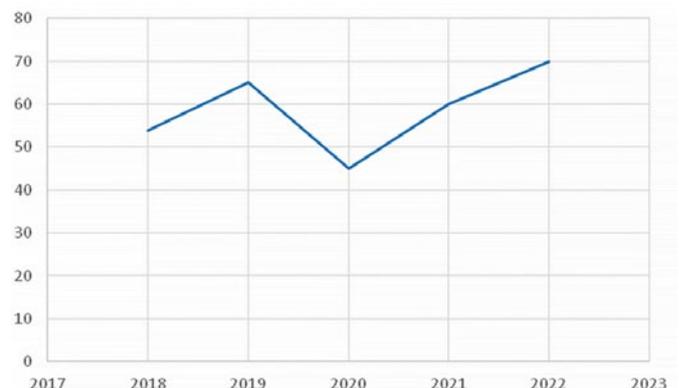


Рис. 5. Изготовление съемных пластиночных протезов при полной потере зубов в системе платных медицинских услуг за период 2018–2022 гг

Fig. 5. Manufacture of removable plate prostheses with complete loss of teeth in the system of paid medical services for the period 2018–2022

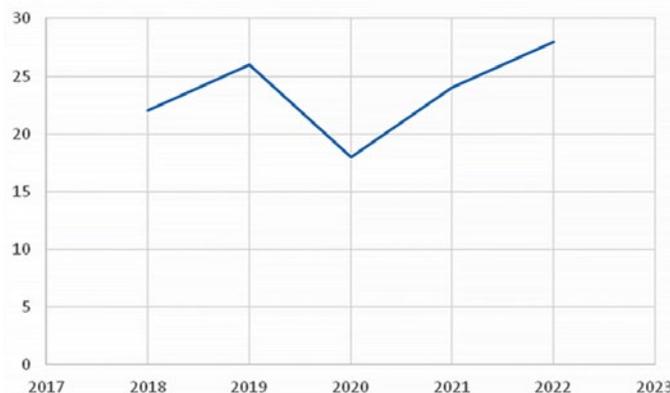


Рис. 7. Ремонт протезов в системе платных медицинских услуг за период 2018–2022 гг

Fig. 7. Repair of prostheses in the system of paid medical services for the period 2018–2022

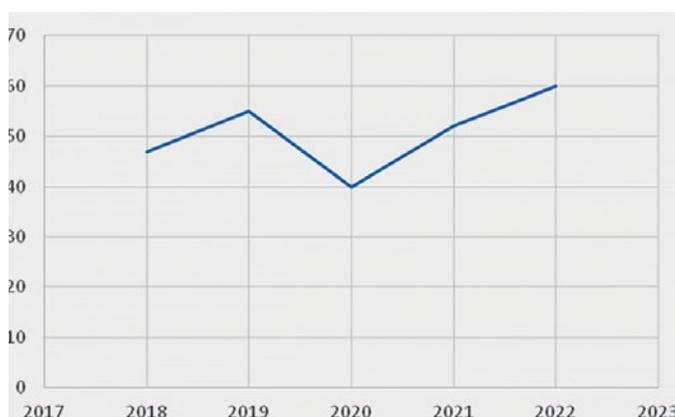


Рис. 6. Изготовление протезов с опорой на имплантаты в системе платных медицинских услуг за период 2018–2022 гг

Fig. 6. Manufacturing of prostheses based on implants in the system of paid medical services for the period 2018–2022

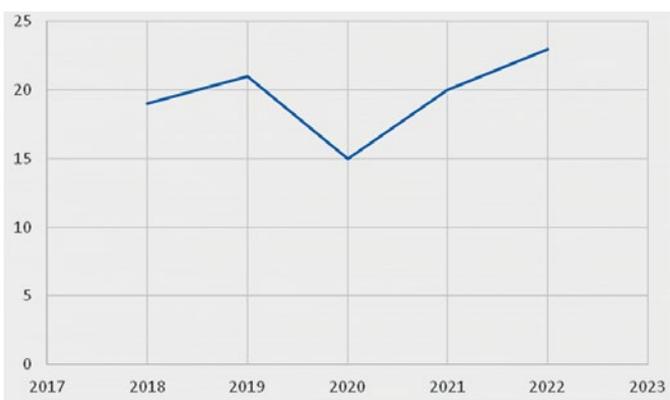


Рис. 8. Изготовление штифтовых конструкций в системе платных медицинских услуг за период 2018–2022 гг

Fig. 8. Manufacturing of pin structures in the system of paid medical services for the period 2018–2022

увеличилось до 52 пациентов (2,87%). Всего за 5 лет протезы с опорой на имплантаты были изготовлены 254 пациентам (рис. 6).

За период 2018–2022 гг. 118 пациентам были проведены починки протезов, из них наибольшее количество было зафиксировано в 2022 году и составило 28 человек (1,55%), а наименьшее в 2020 году и составило 18 человек (0,99%) (рис. 7).

Число пациентов, которым были изготовлены штифтовые конструкции, за период 2018–2022 гг. составило 98 человек (5,42%). В 2018 году количество пациентов, которым были изготовлены штифтовые конструкции, составило 19 человек (1,05%), в 2019 году увеличилось на 2 человека и составило 21 (1,16%), в 2020 году уменьшилось на 6 человек и составило 15 (0,83%), в 2021 году возросло до 20 человек (1,11%), а в 2022 году увеличилось еще до 23 человек (1,27%) (рис. 8).

### Заключение

Анализ объемов стоматологической ортопедической помощи пациентам при оказании платных медицинских услуг по ортопедической стоматологии показал, что за 5 лет среди всех изготовленных ортопедических конструкций наибольший объем составили съемные пластиночные протезы при частичном отсутствии зубов, на втором месте — одиночные коронки, на третьем — съемные пластиночные протезы при полном отсутствии зубов. По каждому виду изготавливаемых ортопедических конструкций имеется тенденция роста с 2018 по 2022 год. Выявлено некоторое снижение объема ортопедической стоматологической помощи в 2020 году, что связано с неблагоприятной эпидемиологической обстановкой в стране в это время.

### Литература/References

1. Вагнер В. Д., Маркина Л. А., Лосев Ф. Ф., Богомолов Д. Э. Характеристика объема стоматологической терапевтической помощи, оказанной в виде платных медицинских услуг. Проблемы стоматологии. 2023;19(3):132-136. [V.D. Wagner, L.A. Markina, F.F. Losev, D.E. Bogomolov. Characteristics of the volume of dental therapeutic care provided in the form of paid medical services. Actual Problems in dentistry. 2023;19(3):132-136. (In Russ.).] <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=54915959>
2. Вагнер В.Д., Маркина Л.А., Лосев Ф.Ф., Богомолов Д.Э. Оценка объема стоматологической ортопедической помощи в виде платных услуг. Институт стоматологии. 2023;3(100):22-23. [V.D. Wagner, L.A. Markina, F.F. Losev, D.E. Bogomolov. Assessment of the volume of dental orthopedic care in the form of paid services. Institute of Dentistry. 2023;3(100):22-23. (In Russ.).] <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=54503724>
3. Вагнер В.Д., Маркина Л.А., Лосев Ф.Ф., Богомолов Д.Э. Оказание стоматологической хирургической помощи в виде платных медицинских услуг. Dental Forum. 2024;1:3-6. [V.D. Wagner, L.A. Markina, F.F. Losev, D.E. Bogomolov. Provision of dental surgical care in the form of paid medical services. Dental Forum. 2024;1:3-6. (In Russ.).] <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=61101186>