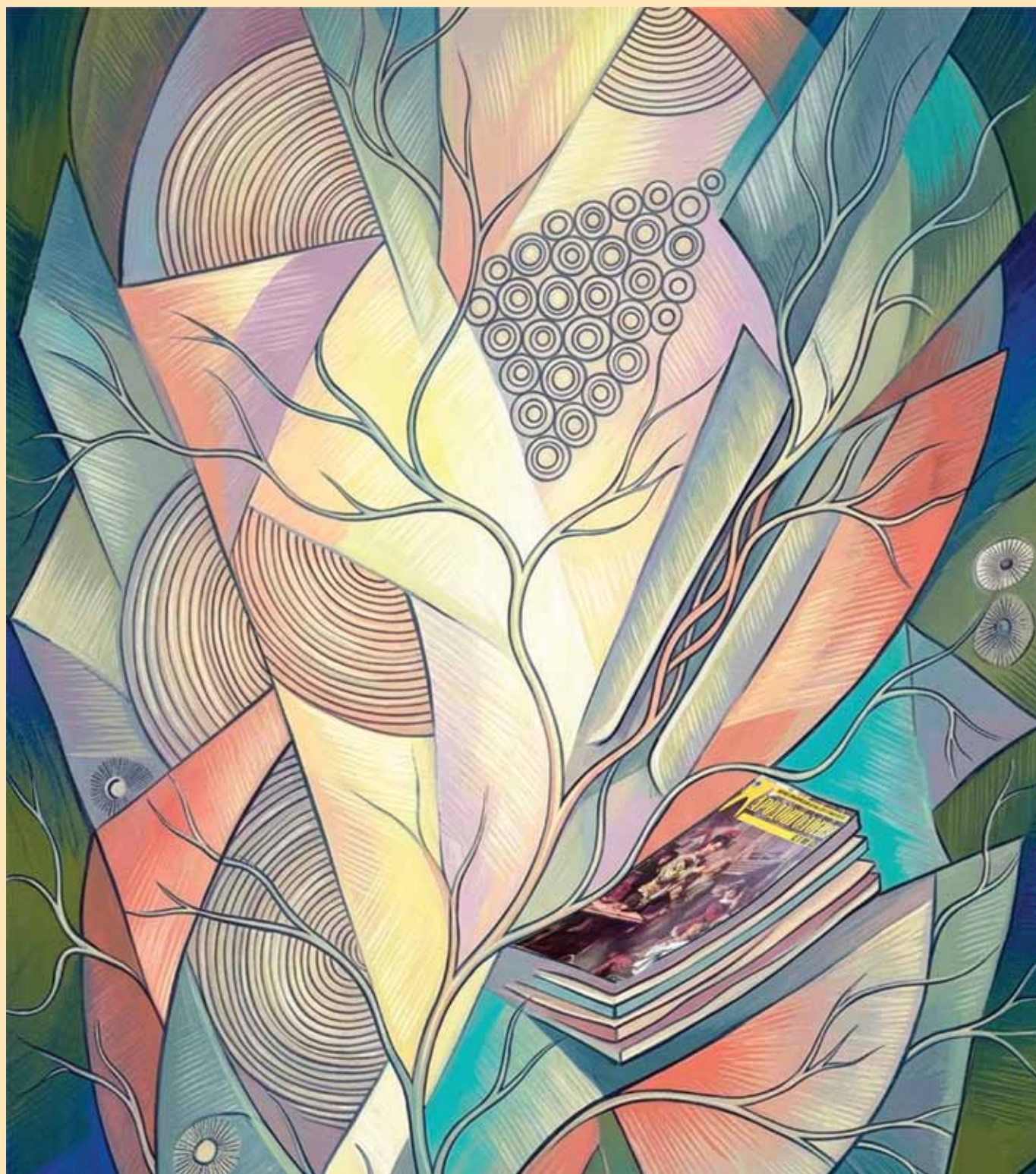


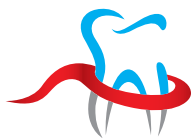


НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ ДЛЯ СТОМАТОЛОГОВ

# ПАРОДОНТОЛОГИЯ

PARODONTOLOGIYA • SCIENTIFIC-PRACTICAL JOURNAL





Решением Высшей аттестационной комиссии (ВАК) Министерства образования и науки РФ журнал включен в **Перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий**, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученых степеней доктора и кандидата наук.  
Журнал включен в базу данных **Russian Science Citation Index на платформе Web of Science.**

## РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

### Главный редактор:

**Л.Ю. Орехова** – д.м.н., проф., зав. кафедрой стоматологии терапевтической и пародонтологии ПСПбГМУ им. акад. И.П. Павлова, Почетный президент Пародонтологической Ассоциации «РПА» (Санкт-Петербург, Россия)

### Зам. главного редактора:

**В.Г. Атрушкевич** – д.м.н., проф., зав. кафедрой терапевтической стоматологии и пародонтологии Российского университета медицины, президент Пародонтологической Ассоциации «РПА» (Москва, Россия)

### Ответственный секретарь:

**Т.В. Кудрявцева** – д.м.н., проф., профессор кафедры стоматологии терапевтической и пародонтологии ФГБОУ ВО ПСПбГМУ им. акад. И.П. Павлова (Санкт-Петербург, Россия)

**М. Айметти** – доцент, директор секции пародонтологии стоматологического факультета Университета Турина (Турин, Италия)

**А.В. Акулович** – к.м.н., доц., профессор института цифровой стоматологии РУДН (Москва, Россия)

**И.Н. Антонова** – д.м.н., проф., зав. кафедрой пропедевтики стоматологических заболеваний ПСПбГМУ им. акад. И.П. Павлова (Санкт-Петербург, Россия)

**И.П. Балмасова** – д.м.н., проф., зав. лабораторией патогенеза и методов лечения инфекционных заболеваний НИМСИ Российского университета медицины (Москва, Россия)

**Г.Н. Берченко** – д.м.н., проф., зав. патолого-анатомическим отделением ЦИТО им. Приорова (Москва, Россия)

**С.Л. Блашкова** – д.м.н., проф., зав. кафедрой терапевтической стоматологии КГМУ (Казань, Россия)

**А.И. Булгакова** – д.м.н., проф., зав. кафедрой пропедевтики стоматологических заболеваний БГМУ (Уфа, Россия)

**И.А. Горбачева** – д.м.н., проф., зав. кафедрой внутренних болезней стоматологического факультета ПСПбГМУ им. акад. И.П. Павлова (Санкт-Петербург, Россия)

**Л.Н. Дедова** – д.м.н., проф., зав. кафедрой периодонтологии БГМУ (Минск, Республика Беларусь)

**К. Демирель** – проф., зав. кафедрой пародонтологии Стамбульского университета (Стамбул, Турция)

**Е.А. Дурново** – д.м.н., проф., директор института стоматологии, зав. кафедрой хирургической стоматологии и ЧЛХ ПИМУ (Нижний Новгород, Россия)

**Е.В. Ипполитов** – д.м.н., проф., профессор кафедры микробиологии, вирусологии, иммунологии Российского университета медицины (Москва, Россия)

**Н.Р. Карелина** – д.м.н., проф., зав. кафедрой анатомии человека СПбГПМУ (Санкт-Петербург, Россия)

**С.И. Кутукова** – д.м.н., доц., профессор кафедры стоматологии хирургической и челюстно-лицевой хирургии, доцент кафедры онкологии ПСПбГМУ им. акад. И.П. Павлова, врач-онколог отделения №10 (противоопухолевой терапии) СПб ГБУЗ «Городской клинический онкологический диспансер» (Санкт-Петербург, Россия)

**М.В. Ломакин** – д.м.н., проф., зав. кафедрой хирургической стоматологии Российского университета медицины (Москва, Россия)

**Д.М. Нейзберг** – к.м.н., доцент кафедры стоматологии терапевтической и пародонтологии ПСПбГМУ им. акад. И.П. Павлова (Санкт-Петербург, Россия)

**А.И. Перепелкин** – д.м.н., проф., профессор кафедры анатомии человека ВолгГМУ (Волгоград, Россия)

**М.Д. Перова** – д.м.н., доц., профессор кафедры хирургической стоматологии и челюстно-лицевой хирургии ФГБОУ ВО КГМУ (Краснодар, Россия)

**Т.Г. Петрова** – д.м.н., проф., зав. кафедрой терапевтической стоматологии НГМУ (Новосибирск, Россия)

**М. Сааг** – к.м.н., зав. кафедрой стоматологии медицинского факультета Университета Тарту (Тарту, Эстония)

**А.А. Тотолян** – д.м.н., проф., академик РАН, директор НИИ эпидемиологии и микробиологии им. Пастера (Санкт-Петербург, Россия)

**С.Б. Улитовский** – д.м.н., проф., зав. кафедрой стоматологии профилактической ПСПбГМУ им. акад. И.П. Павлова (Санкт-Петербург, Россия)

**В.Н. Царев** – д.м.н., проф., зав. кафедрой микробиологии, вирусологии, иммунологии, директор НИМСИ МГМСУ (Москва, Россия)

**Л.М. Цепов** – д.м.н., проф., профессор кафедры терапевтической стоматологии СГМУ (Смоленск, Россия)

**О.О. Янушевич** – д.м.н., проф., академик РАН, ректор Российского университета медицины (Москва, Россия)

**А.И. Яременко** – д.м.н., проф., зав. кафедрой челюстно-лицевой хирургии и хирургической стоматологии ПСПбГМУ им. акад. И.П. Павлова (Санкт-Петербург, Россия)



**УЧРЕДИТЕЛЬ: ГОРОДСКОЙ  
ПАРОДОНТОЛОГИЧЕСКИЙ ЦЕНТР «ПАКС»,  
САНКТ-ПЕТЕРБУРГ**

197198, г. Санкт-Петербург,  
пр-т Добролюбова, д. 27

**Отпечатано в ООО «Премиум-принт»**  
115054, г. Москва,

ул. Дубнинская, д. 68, стр. 13

Установочный тираж: 2000 экз.

Цена договорная.

**ИЗДАТЕЛЬ: ПАРОДОНТОЛОГИЧЕСКАЯ  
АССОЦИАЦИЯ «РПА», МОСКВА**

129164, г. Москва, проспект Мира,  
дом 124, корпус 10, помещение II, комната 2  
Тел.: +7 (812) 338-64-07, +7 (985) 457-58-05

E-mail: journalparo@parodont.ru

www.parodont.ru

**Руководитель издательской группы:**

Слажнева Екатерина Сергеевна

**Дизайн и верстка:** Грейдинггер Евгения

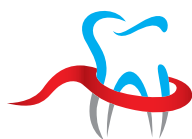
**Корректор:** Перфильева Екатерина

**ПОДПИСКА:**

**КАТАЛОГ «УРАЛ-ПРЕСС»,  
ПОДПИСНОЙ ИНДЕКС ВНО18904**

Статьи, публикуемые в журнале «Пародонтология», проходят рецензирование. За все данные в статьях и информацию по новым медицинским технологиям ответственность несут авторы публикаций и соответствующие медицинские учреждения. Все рекламируемые товары и услуги имеют необходимые лицензии и сертификаты, редакция не несет ответственности за достоверность информации, опубликованной в рекламе. Издание зарегистрировано в Государственном комитете Российской Федерации по печати. Регистрационный номер: 016390 от 22 июля 1997 года. © «ПАРОДОНТОЛОГИЯ», оформление макета, 2026 © Пародонтологическая Ассоциация «РПА», перевод, 2026

Все права авторов охраняются.



The Higher Attestation Commission (VAK) of the Ministry of Education and Science of the Russian Federation has included the journal in the **list of the leading peer-reviewed scholarly journals and editions publishing** main scientific dissertation achievements for the academic ranks of doctor of science of a candidate of science.

The journal is in the **Russian Science Citation Index and Web of Science databases.**

## EDITORIAL BOARD

### Chief Editor:

**L.Yu. Orekhova** – PhD, MD, DSc, Professor, Head of the Department of Restorative dentistry and periodontology of Pavlov First Saint Petersburg State Medical University (Saint Petersburg, Russia)

### Deputy Editor-in-Chief:

**V.G. Atrushkevich** – PhD, MD, DSc, Head of the Department of Restorative Dentistry and Periodontology of Russian University of Medicine (Moscow, Russia)

### Assistant Editor:

**T.V. Kudryatseva** – PhD, MD, DSc, Professor, Professor of the Department of Restorative dentistry and periodontology of Pavlov First Saint Petersburg State Medical University (Saint Petersburg, Russia)

**M. Aimetti** – Associate Professor, Chairman and Program Director at the Section of Periodontology, Dental School, University of Turin (Turin, Italia)

**A.V. Akulovich** – PhD, Associate Professor, Professor of the Institute of Digital Dentistry of RUDN University (Moscow, Russia)

**I.N. Antonova** – PhD, MD, DSc, Professor, Head of the Department of Introduction to Oral Diseases of Pavlov First Saint Petersburg State Medical University (Saint-Petersburg, Russia)

**I.P. Balmasova** – PhD, MD, DSc, Professor, Head of the Laboratory of pathogenesis and treatment infectious diseases of SRMDI of Russian University of Medicine (Moscow, Russia)

**G.N. Berchenko** – PhD, MD, DSc, Professor, Head of the Department Pathology of Priorov Central Institute of traumatology and orthopedics (CITO) (Moscow, Russia)

**S.L. Blashkova** – PhD, MD, DSc, Professor, Head of the Department of Restorative Dentistry of Kazan State Medical University (Kazan, Russia)

**A.I. Bulgakova** – PhD, MD, DSc, Professor, Head of the Department of Introduction to Oral Diseases of Bashkir State Medical University (Ufa, Russia)

**L.N. Dedova** – PhD, MD, DSc, Professor, Head of the Department of Periodontology, Belarusian State Medical University (Minsk, Republic of Belarus)

**K. Demirel** – Professor, Head of the Department of Periodontology, İstanbul Üniversitesi (Istanbul, Turkey)

**E.A. Durnovo** – PhD, MD, DSc, Professor, Head of the Department of Oral Surgery and Maxillofacial Surgery of PRMU (Nizhny Novgorod, Russia)

**I.A. Gorbacheva** – PhD, MD, DSc, Professor, Head of the Department of Internal Diseases of Pavlov First Saint Petersburg State Medical University (Saint-Petersburg, Russia)

**E.V. Ippolitov** – PhD, MD, DSc, Professor, Professor of the Department of Microbiology, Virology, Immunology of Russian University of Medicine (Moscow, Russia)

**N.R. Karelina** – PhD, MD, DSc, Professor, Head of the Department of Human Anatomy of Saint Petersburg Pediatric State Medical University (Saint Petersburg, Russia)

**S.I. Kutukova** – DMD, PhD, DSc, Professor of Department of Dental Surgery and Maxillofacial Surgery, Associate Professor of the First Pavlov State Medical University, Medical oncologist (Chemotherapy Department No11) of the City clinical oncology dispensary, Saint Petersburg, Russian Federation

**M.V. Lomakin** – PhD, MD, DSc, Professor, Head of the Department of Oral Surgery of Russian University of Medicine (Moscow, Russia)

**D.M. Neizberg** – PhD, Associate Professor of the Department of Restorative dentistry and periodontology of Pavlov First Saint Petersburg State Medical University (Saint Petersburg, Russia)

**A.I. Perepelkin** – PhD, MD, DSc, Professor, Professor of the Department of Human Anatomy of Volgograd State Medical University (Volgograd, Russia)

**M.D. Perova** – PhD, MD, DSc, Associate Professor, Professor of the Department of Oral Surgery and Maxillofacial Surgery of Kuban State Medical University (Krasnodar, Russia)

**T.G. Petrova** – PhD, MD, DSc, Professor, Head of the Department of Restorative Dentistry of Novosibirsk State Medical University (Novosibirsk, Russia)

**M. Saag** – PhD, Head of the Department of Dentistry of the Medical Faculty of the University of Tartu (Tartu, Estonia)

**A.A. Totolian** – PhD, MD, DSc, Professor, Academician of Russian Academy of Sciences, Director of Saint-Petersburg Pasteur Institute (Saint Petersburg, Russia)

**V.N. Tsarev** – PhD, MD, DSc, Professor, Head of the Department of Microbiology, Virology, Immunology of Russian University of Medicine (Moscow, Russia)

**L.M. Tsepov** – PhD, MD, DSc, Professor, Professor of the Department of Restorative Dentistry of Smolensk State Medical University (Smolensk, Russia)

**S.B. Ulitovskiy** – PhD, MD, DSc, Professor, Head of the Department of preventive dentistry of Pavlov First Saint Petersburg State Medical University (Saint Petersburg, Russia)

**O.O. Yanushevich** – PhD, MD, DSc, Professor, Academician of Russian Academy of Sciences, President of Russian University of Medicine (Moscow, Russia)

**A.I. Yaremenko** – PhD, MD, DSc, Professor, Head of the Department of Oral Surgery and Maxillofacial Surgery of Pavlov First Saint Petersburg State Medical University (Saint Petersburg, Russia)



### FOUNDER:

**CITY PERIODONTAL CENTER "PAKS",  
SAINT PETERBURG**

197198, pr. Dobrolyubova, 27,  
Saint Peterburg, Russia

**Printed by "Premiya Print" LLC**

115054, st. Dubininskaya, 68-13,  
Moscow, Russia

Circulation: 2000. Negotiated price.

### PUBLISHER:

**PERIODONTAL ASSOCIATION RPA, MOSCOW**

129164, ave. Mira, 1-10-II-2, Moscow, Russia

Tel.: +7 (812) 338-64-07, +7 (985) 457-58-05

E-mail: journalparo@parodont.ru

www.parodont.ru

**Publication team manager:** E. S. Slazhneva

**Design and layout:** E. Greydinger

**Proofreader:** E. Perflyeva

### SUBSCRIPTION:

**CATALOGUE "URAL-PRESS";**

**SUBSCRIPTION CODE BH018904**

The articles published in the journal "Parodontologiya" are peer-reviewed. Authors and relevant medical institutions are responsible for all the data and information on new medical technologies published in the articles. All advertised products and services should be necessary licensed and certified; editorial staff is not responsible for the advertising accuracy. The journal is registered in the State Press Committee of the Russian Federation. The registration certificate is 016390 dated July 22, 1997.

© "PARODONTOLOGIYA", Design, 2026

© PERIODONTAL ASSOCIATION RPA, Translation, 2026

All publications are protected by copyright.

## ОБЗОР

- Влияние гиалуроновой кислоты на процессы репарации альвеолярной челюстной кости. Систематический обзор с метаанализом при помощи большой языковой модели DeepSeek**  
*М.Д. ПЕРОВА, И. АЛЬАЮБ, Г.В. АНДРЕЕВ, И.Д. САМОХВАЛОВА, К.В. ГЮЛУМЯН, Г.В. КАЛАЙДИНА, А.А. ХАЛАФЯН* ..... 4
- Характеристика изменений микрофлоры полости рта при ковидной инфекции (обзор литературы)**  
*Г.Р. ХАМЗИНА, М.Ф. КАБИРОВА* ..... 19

## ИССЛЕДОВАНИЕ

- Сравнительные характеристики систем дентальных имплантатов в условиях импортозамещения**  
*В.В. ЛАБИС, И.В. ТАБОЛИН, Э.А. БАЗИКЯН, И.Г. ДЬЯЧКОВА, Д.А. ЗОЛОТОВ, В.Е. АСАДЧИКОВ, О.М. ЖИГАЛИНА, Д.Н. ХМЕЛЕНИН, Е.А. БЕЙШЕР, С.В. СИЗОВА, В.А. ОЛЕЙНИКОВ, В.А. ПУТЬ, И.Г. КОЗЛОВ* ..... 31
- Мукозит полости рта как осложнение химиотерапии: методы лечения и профилактики**  
*Т.Г. ПЕТРОВА, Т.И. ПОСПЕЛОВА, Е.Д. ФЁДОРОВА, Э.С. АБРАМКИНА, В.В. ВАНЮНИНА, Т.М. РАГИМОВА* ..... 45
- Ограниченность линейных статистических методов в анализе взаимосвязей стоматологического статуса и соматического здоровья пациента**  
*В.Ю. ШЕФОВ, Л.Ю. ОРЕХОВА, Е.С. ЛОБОДА, А.В. ШЕФОВА* ..... 61
- Оптимизация методов определения типологических особенностей жевания по данным электромиографии**  
*И.В. ДИДЕНКО, В.В. ШКАРИН, Ю.А. МАКЕДОНОВА, Е.Н. ЯРЫГИНА, А.Д. ДМИТРИЕНКО, Д.М. МАКЕДОНОВА, А.А. СИНЕНКО* ..... 77
- Современные подходы к выбору средств гигиены у пациентов с пародонтитом, страдающих ксеростомией**  
*С.Л. БЛАШКОВА, Е.В. КРИКУН, Ю.В. ФАЗЫЛОВА, Ю.В. БЛАШКОВА* ..... 85
- Оценка состояния тканей пародонта у детей, находящихся в процессе ортодонтического лечения**  
*А.К. КОЛЕДАЕВА, С.Н. ГРОМОВА, Е.П. КОЛЕВАТЫХ, Т.Н. КАЙСИНА, Т.А. ДРОКИНА, М.В. РОГОЗИНА, А.С. ТАРАБУКИНА* ..... 93
- Анализ гигиенического статуса полости рта студентов медицинского вуза в зеркале современной парадигмы образования**  
*Е.М. РАЗМАХНИНА, Н.С. ЧУРСИН, А.И. ПЕЛЁВИНА, К.О. СТУКОВА* ..... 99
- КЛИНИЧЕСКИЙ СЛУЧАЙ**
- Опухоль Уортина у мужчины с длительным стажем табакокурения: клинический случай**  
*Н.И. МАКОВСКАЯ* ..... 111
- Цементодисплазия челюстей: сложности диагностики на примере клинического случая**  
*Д.А. НЕМЕРЮК, Л.А. ДМИТРИЕВА, М.И. ЛАЗЕЧКО, А.Г. НАДТОЧИЙ, Н.Р. ЕВАРНИЦКАЯ* ..... 120

## REVIEW

- Effect of hyaluronic acid on alveolar ridge regeneration: a systematic review and meta-analysis assisted by the DeepSeek large language model**  
*M.D. PEROVA, I. ALAYOUB, G.V. ANDREEV, I.D. SAMOKHVALOVA, K.V. GULUMYAN, G.V. KALAJDINA, A.A. KHALAFYAN* ..... 4
- Characteristics of oral microbiota alterations in COVID-19: a literature review**  
*G.R. KHAMZINA, M.F. KABIROVA* ..... 19

## RESEARCH

- Comparative evaluation of dental implant systems in the context of import substitution**  
*V.V. LABIS, I.V. TABOLIN, E.A. BAZIKYAN, I.G. DYACHKOVA, D.A. ZOLOTOV, V.E. ASADCHIKOV, O.M. ZHIGALINA, D.N. KHELENIN, E.A. BEISHER, S.V. SIZOVA, V.A. OLEINIKOV, V.A. PUT, I.G. KOZLOV* ..... 31
- Oral mucositis as a complication of chemotherapy: approaches to treatment and prevention**  
*T.G. PETROVA, T.I. POSPELOVA, E.D. FEDOROVA, E.S. ABRAMKINA, V.V. VANYUNINA, T.M. RAGIMOVA* ..... 45
- Limitations of linear statistical methods for detecting associations between dental status and systemic patient's health**  
*V.Yu. SHEFOV, L.Yu. OREKHOVA, E.S. LOBODA, A.V. SHEFOVA* ..... 61
- Optimization of methods for identifying chewing patterns using electromyographic data**  
*I.V. DIDENKO, V.V. SHKARIN, Yu.A. MAKEDONOVA, E.N. YARYGINA, A.D. DMITRIENKO, D.M. MAKEDONOVA, A.A. SINENKO* ..... 77
- Current approaches to the selection of oral hygiene products for patients with periodontitis and xerostomia**  
*S.L. BLASHKOVA, E.V. KRİKUN, Yu.V. FAZYLOVA, Yu.V. BLASHKOVA* ..... 85
- Periodontal tissue status in children undergoing orthodontic treatment**  
*A.K. KOLEDAEVA, S.N. GROMOVA, E.P. KOLEVATYKH, T.N. KAYSINA, T.A. DROKINA, M.V. ROGOZINA, A.S. TARABUKINA* ..... 93
- Oral hygiene status among medical students in the context of contemporary health professions education**  
*E.M. RAZMAKHNINA, N.S. CHURSIN, A.I. PELYOVINA, K.O. STUKOVA* ..... 99
- CASE REPORT**
- Warthin tumor in a patient with a long-term smoking history: a clinical case report**  
*N.I. MAKOVSKAYA* ..... 111
- Cemento-osseous dysplasia of the jaws: diagnostic challenges in a clinical case**  
*D.A. NEMERYUK, L.A. DMITRIEVA, M.I. LAZECHKO, A.G. NADTOCHIY, N.R. EVARNITSKAYA* ..... 120



# Влияние гиалуроновой кислоты на процессы репарации альвеолярной челюстной кости. Систематический обзор с метаанализом при помощи большой языковой модели DeepSeek

М.Д. Перова<sup>1\*</sup>, И. Альаюб<sup>1</sup>, Г.В. Андреев<sup>1</sup>, И.Д. Самохвалова<sup>1</sup>,  
К.В. Гюлумян<sup>1</sup>, Г.В. Калайдина<sup>2</sup>, А.А. Халафян<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Кубанский государственный медицинский университет, Краснодар, Российская Федерация

<sup>2</sup>Кубанский государственный университет Краснодар, Российская Федерация

## АННОТАЦИЯ

**Актуальность.** Проблема предотвращения регрессионных процессов в отсутствие механических стимулов к ремоделированию кости и резорбции альвеолярного челюстного гребня воспалительного генеза все еще остается нерешенной, несмотря на большое внимание исследователей к данной тематике. Клинический алгоритм «сохранения размеров костных альвеол» включает применение преимущественно ксеногенных и аллопластических биоматериалов для формирования новых минерализованных структур. Однако известно, что результаты остеозамещения отличаются компромиссным качеством. Для его улучшения было предложено использовать высокомолекулярную гиалуроновую кислоту как биоактивный агент, участвующий в клеточных взаимодействиях, формировании внеклеточного матрикса и регуляции функций в ходе костного роста и минерализации структур. Цель работы. Оценить дополнительное положительное влияние экзогенной гиалуроновой кислоты в сочетании с остеокондуктивными биоматериалами на репарацию дефектов альвеолярного челюстного гребня. **Материалы и методы.** Направленный поиск источников литературы (по ключевым словам и согласно критериям соответствия) был осуществлен за период с 2014 по 2025 год в электронных базах данных PubMed/Medline, КиберЛенинка и e-Library. Извлечение результатов поиска проведено с учетом международных рекомендаций PRISMA по подготовке систематических обзоров и метаанализов. Оценка риска предвзятости релевантных целевому запросу четырех рандомизированных контролируемых испытаний осуществлялась с помощью инструмента RoB 2.0. Статистический анализ и визуализацию провели с использованием нейросети – большой языковой модели (LLM) DeepSeek с генерацией кода на Python для проведения метаанализа. Рассчитывалась стандартизованная разность средних (Cohen's d); объединение оценок по модели случайных эффектов (Der Simonian-Laird); оценка гетерогенности ( $I^2$ ) и были построены лесовидные графики и графики воронки. На всех этапах работа LLM верифицировалась. **Результаты.** В ходе метаанализа было выявлено, что воздействие экзогенной гиалуроновой кислоты на формирование новой костной ткани и оставшихся нерезорбированными частиц остеокондуктора были статистически значимым при  $p = 0,0035$  и 95% ДИ: [0,275; 1,404] и при  $p = 0,0001$ , 95% ДИ: [-1,615, -0,547] в сравнении с результатами контроля. Процент площади соединительнотканых структур/ костномозговых пространств в зонах репарации альвеолярного челюстного гребня демонстрировал незначимые результаты воздействия биоактивного полимера на процессы моделирования новой ткани при  $p = 0,1881$  и 95% ДИ: [-0,248; 1,263]. Все параметры оценки исходов остеозамещения демонстрируют высокую степень гетерогенности ( $I^2$ ): 94,9%, 92,6%, 96,7%, соответственно. В качестве ограничений нашего метаанализа следует отметить небольшое число релевантных исследований по проблеме, различия в дизайне, материалах и протоколах, широкое расхождение по срокам оценки результатов и, что более существенно, разные методы оценки и адекватности использования морфологических (гистологических, гистоморфометрических) параметров. **Заключение.** Продемонстрировано дополнительное положительное влияние высокомолекулярной гиалуроновой кислоты на репаративное моделирование альвеолярного челюстного гребня. Результаты нашего метаанализа подчеркивают важность стандартизации оценочных протоколов и необходимость в дальнейших исследованиях для детализации исходов реконструктивно-восстановительных вмешательств с более приемлемыми объективными исследовательскими параметрами.

**Ключевые слова:** гиалуроновая кислота, остеокондуктивные биоматериалы, репарация альвеолярной челюстной кости, гистология

**Для цитирования:** Перова МД, Альаюб И, Андреев ГВ, Самохвалова ИД, Гюлумян КВ, Калайдина ГВ, Халафян АА. Влияние гиалуроновой кислоты на процессы репарации альвеолярной челюстной кости. Систематический обзор с метаанализом при помощи большой языковой модели DeepSeek. *Пародонтология*. 2026;31(1):4-18. <https://doi.org/10.33925/1683-3759-2026-1191>

\***Автор, ответственный за связь с редакцией:** Перова Марина Дмитриевна, кафедра хирургической стоматологии и челюстно-лицевой хирургии Кубанского государственного медицинского университета, 350063, ул. Митрофана Седина, д. 4, г. Краснодар, Российская Федерация. Для переписки: mperova2013@yandex.ru  
**Конфликт интересов:** Перова М. Д. является членом редакционной коллегии журнала «Пародонтология», но не имеет никакого отношения к решению опубликовать эту статью. Статья прошла принятую в журнале процедуру рецензирования. Об иных конфликтах интересов авторы не заявляли.  
**Благодарности:** Авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования при проведении исследования. Индивидуальные благодарности для декларирования отсутствуют.

# Effect of hyaluronic acid on alveolar ridge regeneration: a systematic review and meta-analysis assisted by the DeepSeek large language model

M.D. Perova<sup>1\*</sup>, I. Alayoub<sup>1</sup>, G.V. Andreev<sup>1</sup>, I.D. Samokhvalova<sup>1</sup>,  
K.V. Gulumyan<sup>1</sup>, G.V. Kalaidina<sup>2</sup>, A.A. Khalafyan<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Kuban State Medical University, Krasnodar, Russian Federation

<sup>2</sup>Kuban State University, Krasnodar, Russian Federation

## ABSTRACT

**Relevance.** Despite sustained research interest, the prevention of regressive changes associated with the absence of mechanical stimuli for bone remodeling and inflammatory alveolar ridge resorption continues to present a clinical challenge. Current alveolar ridge preservation protocols rely predominantly on xenogeneic and alloplastic biomaterials to support new mineralized tissue formation. However, the quality of the regenerated tissue remains suboptimal. High-molecular-weight hyaluronic acid has therefore been proposed as a bioactive adjunct because of its role in cell signaling, extracellular matrix formation, and the regulation of bone growth and mineralization. **Objective:** To evaluate the additional beneficial effect of exogenous hyaluronic acid combined with osteoconductive biomaterials on alveolar ridge defect repair. **Materials and methods.** A targeted literature search based on predefined keywords and eligibility criteria was conducted for studies published between 2014 and 2025 in the PubMed/MEDLINE, CyberLeninka, and eLIBRARY databases. Study identification, screening, and selection were performed in accordance with PRISMA guidelines for systematic reviews and meta-analyses. The risk of bias in the four randomized controlled trials included in the review was assessed using the RoB 2.0 tool. Statistical analysis and data visualization were performed using the DeepSeek large language model (LLM), which generated Python code for the meta-analysis. Standardized mean differences (Cohen's d) were calculated, pooled effect estimates were derived using a DerSimonian–Laird random-effects model, heterogeneity was assessed using  $I^2$ , and forest and funnel plots were generated. All LLM-assisted outputs were verified at each stage of the analysis. **Results.** The meta-analysis showed that exogenous hyaluronic acid had a statistically significant positive effect on new bone formation and significantly reduced the proportion of residual nonresorbed osteoconductive particles compared with the control group ( $p = 0.0035$ , 95% CI [0.275, 1.404] and  $p = 0.0001$ , 95% CI [-1.615, -0.547], respectively). In contrast, the percentage area of connective tissue structures/bone marrow spaces within alveolar ridge repair sites showed no significant effect of the bioactive polymer on new tissue modeling ( $p = 0.1881$ , 95% CI [-0.248, 1.263]). All assessed bone substitution outcome parameters showed a high degree of heterogeneity ( $I^2 = 94.9\%$ , 92.6%, and 96.7%, respectively). The main limitations of this meta-analysis include the small number of relevant studies, differences in study design, materials, and treatment protocols, wide variation in follow-up periods, and, more importantly, heterogeneity in the methods used to assess and interpret morphological outcomes, including histological and histomorphometric parameters. **Conclusion.** High-molecular-weight hyaluronic acid exerts an additional beneficial effect on reparative remodeling of the alveolar ridge. The findings of this meta-analysis emphasize the importance of standardized outcome assessment protocols and the need for further studies to better define the outcomes of reconstructive procedures using more robust and objective evaluation measures.

**Keywords:** hyaluronic acid, osteoconductive biomaterials, alveolar ridge preservation, bone regeneration, histomorphometry  
**For citation:** Perova M. D., Alayoub I., Andreev G. V., Samokhvalova I. D., Gulumyan K. V., Kalaidina G. V., Khalafyan A. A. Effect of hyaluronic acid on alveolar ridge regeneration: a systematic review and meta-analysis assisted by the DeepSeek large language model. *Parodontologiya*. 2026;31(1):4-18. (In Russ.). <https://doi.org/10.33925/1683-3759-2026-1191>

**\*Corresponding author:** Marina D. Perova, Department of the Oral and Maxillofacial Surgery, Kuban State Medical University, 4 Mitrofan Sedin Str., Krasnodar, Russian Federation, 350063. For correspondence: mperova2013@yandex.ru

**Conflict of interests:** M.D. Perova is a member of the Parodontologiya journal's editorial board but was not involved in the decision-making process regarding the publication of this article. The article underwent the standard peer-review process of the journal. The authors have declared no other conflicts of interest.

**Acknowledgments:** The authors declare that there was no external funding for the study. There are no individual acknowledgments to declare.

## ВВЕДЕНИЕ

Вопросы качества исходов реконструктивных операций в хирургической стоматологии и челюстно-лицевой хирургии не теряют актуальности по причине высокой востребованности морфофункционального замещения утраченных структур, прежде всего альвеолярного челюстного гребня, для достижения долгосрочных полезных эффектов этих тканей как несущих нагрузку. Увеличение объема тканей альвеолярного челюстного гребня, утраченного в основном вследствие экстракции зубов, является приоритетной задачей реабилитации зубочелюстного аппарата. Резорбтивные процессы в альвеолярных отростках, оставшихся без нагрузки, особенно активно происходят в первые два месяца, когда ширина может уменьшиться наполовину от первоначального размера [1-3]. Для увеличения костного объема в хирургической стоматологии и челюстно-лицевой хирургии выполняют реконструктивно-восстановительные операции с использованием аутогенных, аллогенных, гетерогенных (ксеногенных) и аллопластических (искусственно созданных) биоматериалов. Однако в научной литературе по результатам замещения утраченного альвеолярного челюстного гребня с широким использованием костных остеокондукторов появляется все больше свидетельств о компромиссном качестве гибридных структур с соответствующим влиянием на функционирование дентальных имплантатов [4, 5].

Недавно проведенный нами эксперимент на животных позволил установить факт развития асинергии процессов замещения дефектов альвеолярного челюстного гребня с применением современных остеокондукторов, что было охарактеризовано как дезорганизация гемокapилляров вследствие замещения остеоидной субстанцией, блокадой процессов миграции, дифференцировки и пролиферации клеточных форм, лизисом кроветворных островков, изменением костномозговых пространств, включая появление очагов фиброза и обызвествления de novo структур [6]. Поэтому клинический запрос на достижение оптимальных характеристик замещаемых тканей альвеолярного челюстного гребня остается пока не удовлетворенным.

В последние годы использование трансплантационных материалов в сочетании с биоактивными компонентами дает заметные результаты, способствуя заживлению тканей за счет ускорения остеогенеза [1]. Гиалуроновая кислота как высокомолекулярный полисахарид является важным компонентом внекле-

точного матрикса и содержится во многих тканях организма человека. Она поддерживает вязкоупругость, форму внеклеточного матрикса, взаимодействует с протеогликанами и другими биоактивными молекулами; она иммунологически инертна и оказывает стимулирующее воздействие на ангиогенез [7].

Использование биологически активных веществ, например обогащенной тромбоцитами аутогенной плазмы, как было выяснено, значимо не изменяло скорость и характеристики формируемой кости, ограничивая действие лишь покровными тканями [8-10]. Экспериментальное тестирование фактора роста BMP-2 (костного морфогенетического белка) для стимуляции процессов остеогенеза сопровождалось побочными эффектами, хотя и демонстрировало высокий остеогенетический потенциал [11, 4]. Известным, прошедшим необходимую регистрацию фактором роста, пока является рекомбинантный тромбоцитарный фактор роста (rhPDGF) [11].

В последние годы наметился рост числа публикаций, оценивающих влияние гиалуроновой кислоты (ГК) на повышение объема утраченной кости при манипуляциях сохранения/консервации постэкстракционной лунки зуба, коррекции размеров альвеолярного гребня в субантральной зоне (синуслифтинг) и пр., благодаря ее известным свойствам гидратации, биосовместимости и биоразлагаемости, поддержания стабильности тканевых структур. Выявлено, что ГК служит сигнальной молекулой, взаимодействующей с рядом рецепторов на поверхности клеток и модулирующей фундаментальные клеточные функции [12, 13]. Отмечено влияние ГК на активность остеобластических и остеокластических реакций, что приводило к изменению плотности минерализованных тканей и улучшению функции остеокондукции биоматериалов [14-17], в связи с чем ГК предлагается в качестве средства увеличения объема альвеолярной кости [18]. Найдены исследования по модулированию ГК провоспалительных реакций и усилению кровотока в зоне воздействия [19]. Вместе с тем анализ результатов в современных публикациях, в частности представленных здесь, имеет высокую степень неоднородности. Отмечена противоречивость суждений об исходах лечения с применением ГК.

С учетом значительного научного и клинического интереса к проблеме мы сочли актуальным провести поиск и изучение накопленного исследовательского материала, применив методологию метааналитического исследования, с результатами использования ГК в реконструктивно-восстановительной хирургии тканей альвеолярного челюстного гребня.

**Цель исследования:** оценить дополнительное положительное влияние экзогенной гиалуроновой кислоты в сочетании с остеокондуктивными биоматериалами на репарацию дефектов альвеолярного челюстного гребня

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

### Соответствие принципам этики

Проведенное исследование одобрено независимым этическим комитетом федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Кубанский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, протокол № 135 от 11 сентября 2024 г.

### Стратегия поиска и отбора данных литературы

Поиск литературы осуществлен по электронным базам PubMed/Medline, КиберЛенинка и e-Library за период с 2014 года по сентябрь 2025 года с использованием следующих ключевых слов для русскоязычных и англоязычных поисковых систем: «гиалуроновая кислота», «гиалуронан», «консервация костной лунки», «сохранение альвеолярного гребня», «остеозамещение альвеолярных челюстных дефектов», «репарация постэкстракционной альвеолы», «костные заменители», «гранулы ксенотрансплантата», «гистологические исследования», «гистоморфометрические параметры»; “hyaluronic acid”, “hyaluronan”, “alveolar ridge preserva-

tion”, “alveolar process”, “alveolar bone augmentation”, “xenotransplantation”, “osteoconductive granules”, “biological preservation”, “histological study”, “histomorphometric parameters”. Кроме электронного поиска дополнительно проведен ручной отбор статей по названиям и абстрактам согласно критериям соответствия.

### Критерии соответствия

#### Критерии включения

Для обработки исследовательского запроса была использована PICOS-модель:

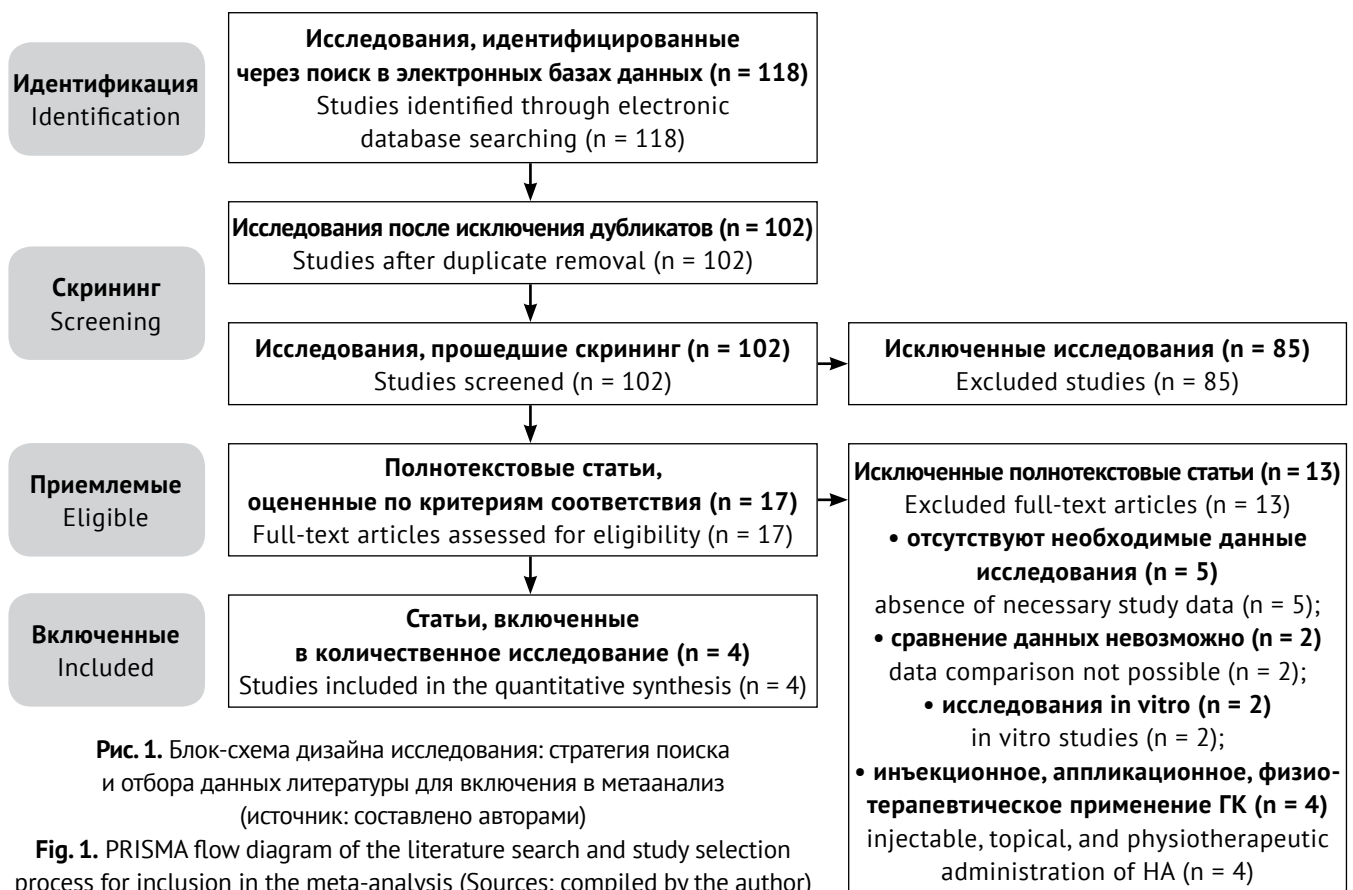
– *Population, P* (участники исследования) – люди, лабораторные животные.

– *Intervention, I* (вмешательство) – использование ГК как активного компонента для введения с остеокондуктивными гранулами биоматериала в дефекты альвеолярного челюстного гребня при костнопластических операциях.

– *Comparison, C* (сравнение) – сравнение способов замещения костных дефектов в присутствии остеозамещающих биоматериалов без ГК.

– *Outcome, O* (результат) – оценка дополнительного положительного влияния при замещении альвеолярных челюстных дефектов в сочетании с препаратами ГК на основании клинических и гистологических/ гистоморфометрических параметров.

– *Study design, S* (дизайн исследования) – статьи с результатами рандомизированных контролируемых исследований, включая split-mouth, когортных проспективных и доклинических исследований.



**Рис. 1.** Блок-схема дизайна исследования: стратегия поиска и отбора данных литературы для включения в метаанализ (источник: составлено авторами)

**Fig. 1.** PRISMA flow diagram of the literature search and study selection process for inclusion in the meta-analysis (Sources: compiled by the author)

**Таблица 1.** Характеристика данных отобранных источников для метаанализа (источник: составлено авторами)  
**Table 1.** Characteristics of the studies included in the meta-analysis (Sources: compiled by the author)

Источник, тип исследования, участники, зона дефекта Study, study design, participants, defect site	Группы исследования, число участников Study groups, sample size	Данные гистоморфометрии в зоне воздействия Histomorphometric findings at the defect site		
		% площади костных структур 6 месяцев bone area percentage 6 month	% площади остаточных гранул 6 месяцев residual granules area percentage 6 month	% площади СТ/костного мозга 6 месяцев connective tissue/bone marrow area percentage 6 month
1. Stiller M. et al, 2014 РКИ пациенты синус-лифтинг RCT split-mouth patients sinus lift	test: гранулы β-ТКФ + ГК control: гранулы β-ТКФ test: β-TCP granules + HA control: β-TCP granules n = 7	30,1 ± 3,1 17,4 ± 3,3 P = 0,004	29,5 ± 3,0 32,9 ± 2,4 P = 0,216	40,5 ± 3,2 49,7 ± 2,6 P = 0,003
2. Arago OF. et al, 2018 РКИ кролики дефекты теменной кости RCT rabbits parietal bone defects	test: ксеногранулы + ГК control 1: ксеногранулы control 2: аутогранулы test: xenograft + HA control 1: xenograft control 2: autograft n = 10	1 месяц 1 month  30,72 ± 3,14 <sup>b*</sup> 26,92 ± 4,49 <sup>c*</sup> 75,31 ± 2,88 <sup>a*</sup> P = 0,0001	1 месяц 1 month  54,78 ± 5,16 <sup>b*</sup> 63,59 ± 7,18 <sup>b*</sup> 0 P = 0,0355	1 месяц 1 month  14,49 ± 4,41 <sup>b*</sup> 11,01 ± 4,63 <sup>b*</sup> 24,67 ± 2,88 <sup>a*</sup> P = 0,0001
3. Velasco-Ortega et al., 2021 РКИ пациенты синуслифтинг RCT split-mouth patients sinus lift	test: двухфазный фосфат кальция + сшитая ГК control 1: двухфазный фосфат кальция control 2: неорганический деминерализованный костный матрикс test: two-phase calcium phosphate + crosslinked HA control 1: two-phase calcium phosphate control 2: norganic demineralized bone matrix n = 8	9 месяцев 9 month  23,29 ± 2,01 23,85 ± 3,36 25,97 ± 2,79 P = 0,191	9 месяцев 9 month  7,47 ± 3,59 7,17 ± 4,37 32,19 ± 1,52 P = 0,000	9 месяцев 9 month  69,80 ± 2,51 68,98 ± 7,40 41,99 ± 3,44 P = 0,000
4. Abaza et al, 2024 РКИ пациенты дефекты альвеолярного гребня ВЧ RCT patients maxillary alveolar ridge defects	test: гранулы ксенотрансплантата + ГК control: только гранулы ксенотрансплантата test: xenograft + HA control: xenograft n = 12	4 месяца 4 month  56,66 ± 7,35 (зрелая кость 18,26 ± 4,44) 24,05 ± 3,64 (зрелая кость 2,41 ± 1,36)	4 месяца 4 month  2,63 ± 1,27 2,71 ± 1,24 P < 0,001	4 месяца 4 month  Данные не представлены Data are not provided

\*Разные буквы в строке показывают статистически значимые различия между тремя группами. Порядок значимости a > b > c

\*Different letters in a row indicate statistically significant differences among the three groups. Significance order: a > b > c

**Критерии исключения**

- Повествовательные обзорные статьи.
- Ретроспективные исследования.
- Исследования без сравнительного анализа.
- Исследования на грызунах (мыши, крысы).

В результате поиска было найдено 118 исследований, относящихся к целевому запросу: «Характерно

ли для ГК в сочетании с остеокондуктивными гранулами биоматериала адьювантное воздействие на процессы репарации альвеолярной челюстной кости в сравнении с заживлением без применения ГК, в рандомизированных испытаниях?».

Потенциально релевантные статьи, первично отобранные для включения в систематический обзор,

были прочитаны, разногласия разрешены путем совместного обсуждения для обеспечения единообразия. Полные тексты отобранных статей проверены на соответствие критериям включения и исключения, просмотрены пристатейные списки литературы. Извлечение данных поиска проведено согласно международным рекомендациям PRISMA последнего пересмотра по подготовке систематических обзоров и метаанализов [20]. После удаления дубликатов и скрининга было прочтено и подвергнуто анализу 17 полнотекстовых статей, 13 из которых исключены по причинам, обозначенным в блок-схеме дизайна исследования (рис. 1). Для метаанализа отобрано четыре статьи, содержащие результаты рандомизированных контролируемых испытаний (РКИ) (табл. 1).

**Оценка риска предвзятости в отобранных исследованиях**

Для оценки рисков предвзятости РКИ, включенных в количественный анализ (рис. 2), был использован инструмент RoB 2.0 [21-22]. Сводная оценка риска систематической ошибки определена для каждого исхода в рамках каждого исследования. Большая часть информации получена в ходе исследований с низким риском систематической ошибки. При этом исследование O.F. Arpag et al. проведено на темных костях кролика, где костная ткань находилась только по окружности неглубокой костной раны, а дном дефекта была твердая мозговая оболочка (dura mater), не обладающая остеогенными свойствами; это стало основанием в данном случае оценить риск предвзятости по домену 5 как высокий [23]. Результат оценивался авторами исследования через 1 месяц, учитывая более быстрое наступление целевого эффекта в сравнении с другими выбранными для метаанализа исследованиями, в связи с чем по домену 6 была выбрана градация неясный риск систематической ошибки в трактовке исхода. В работе G. Abaza et al. отсутствуют данные о соотношении замещенных костных структур с соединительной тканью/костномозговыми пространствами в составе регенерата (по домену 4) [9]. Параметр является ключевым для ремоделирования первичных костных структур во времени до формирования полноценной костной опоры. Выбор высокого риска предвзятости по домену 5 у G. Abaza et al. и M. Stiller et al имеет отношение к полноте и специфике оценочных параметров первичного костного роста, а также к динамике процессов созревания костных структур в ходе ремоделирования [9, 24].

**Статистические процедуры**

Для дихотомических переменных рассчитано процентное изменение параметров оценки:  $\Delta\% = ((HA - Control) / Control) \times 100$  относительный риск (OR) и 95% доверительный интервал (95% ДИ), в свою очередь для непрерывных переменных использована стандартизированная разница средних

Исследования	Параметры предвзятости					
	Генерация последовательности данных	Использование процедуры ослепления	Предвзятость, возникающая при измерении воздействия	Неполный перечень полученных данных исследования	Предвзятость, возникающая при измерении результата	Иные параметры
Stiller et al., 2014	●	●	●	●	●	●
Arpag et al., 2018	●	●	●	●	●	●
Velasco-Ortega et al., 2020	●	●	●	●	●	●
Abaza et al., 2023	●	●	●	●	●	●

**Рис. 2.** Оценка риска предвзятости для каждого исследования. Зеленый – низкий риск; красный – высокий риск; желтый – неясный риск (источник: составлено авторами)

**Fig. 2.** Risk-of-bias assessment for each included study Green – low risk; red – high risk; yellow – unclear risk (Sources: compiled by the author)

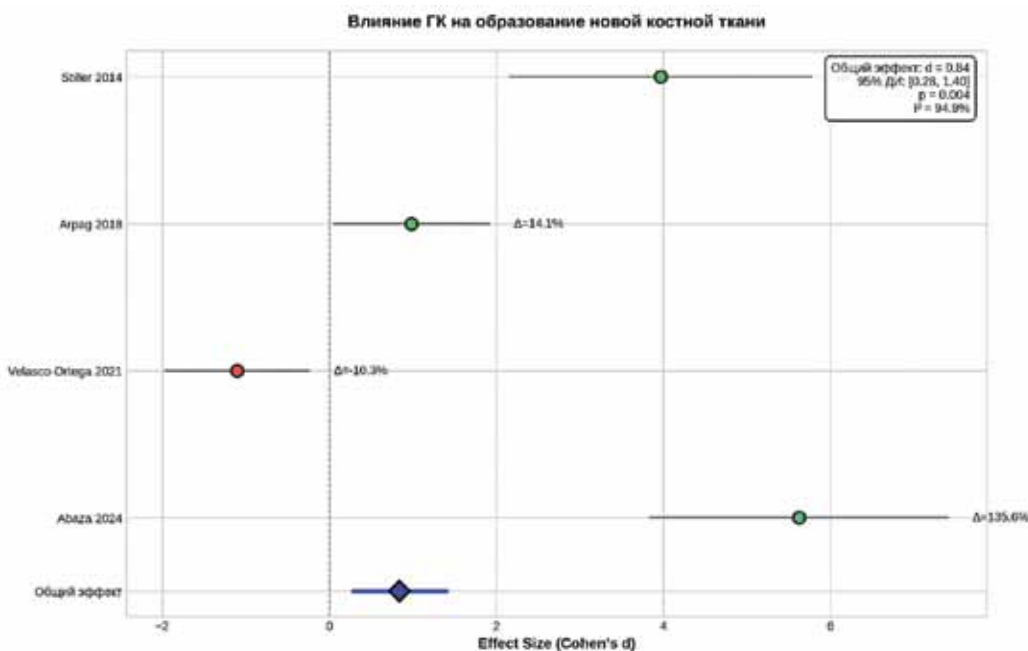
значений (Cohen's d):  $d = (M_1 - M_2) / SD \text{ pooled}$   $SD \text{ pooled} = \sqrt{[(n_1-1)SD_1^2 + (n_2-1)SD_2^2] / (n_1 + n_2 - 2)}$  и их 95% ДИ; метаанализ – модель случайных эффектов (Der Simonian-Laird). Оценка степени гетерогенности проведена с помощью критерия I<sup>2</sup>. При значении I<sup>2</sup> менее 25% параметры считались гомогенными, от 25 до 50% – низкой степени, от 50 до 75% – умеренной степени, более 75% – высокой степени гетерогенности. Систематическую ошибку определяли с помощью построения графиков воронки. Уровень значимости различий параметров при  $p < 0,05$ .

Статистический анализ и визуализация осуществлены с использованием большой языковой модели (LLM) DeepSeek – сгенерирован код на Python для проведения метаанализа, включая: расчет стандартизированной разности средних (Cohen's d); объединение оценок по модели случайных эффектов (Der Simonian-Laird); оценку гетерогенности (I<sup>2</sup>), построения лесовидных графиков и графиков воронки. На всех этапах работа LLM верифицировалась.

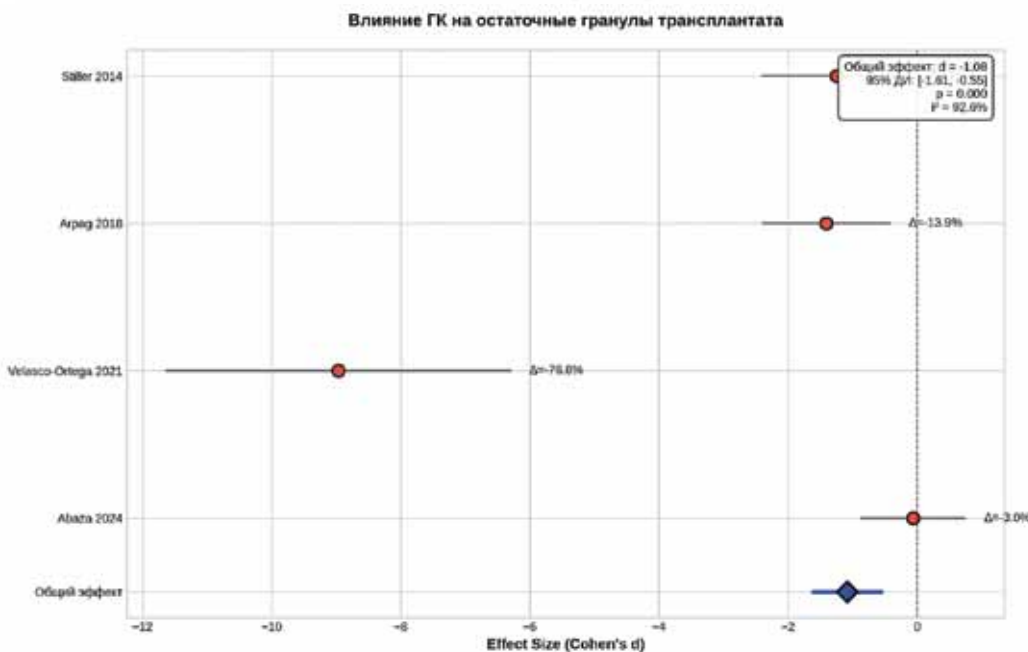
**РЕЗУЛЬТАТЫ**

**Визуализация результатов метааналитического исследования (рис. 3)**

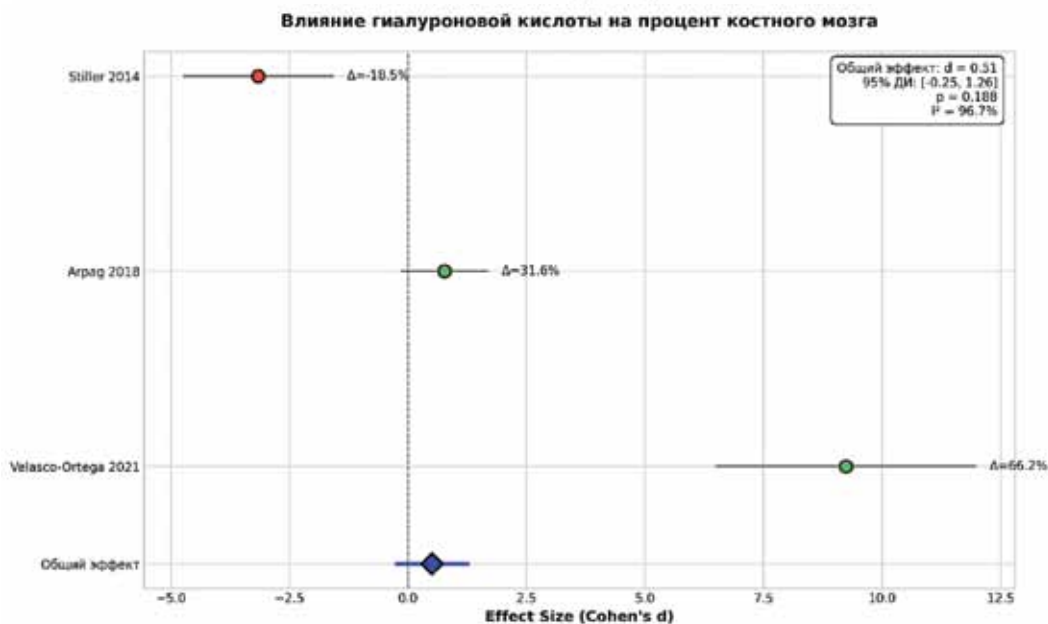
*Описание:* график демонстрирует индивидуальные эффекты четырех исследований и общий объединенный эффект. Все исследования, кроме Velasco-



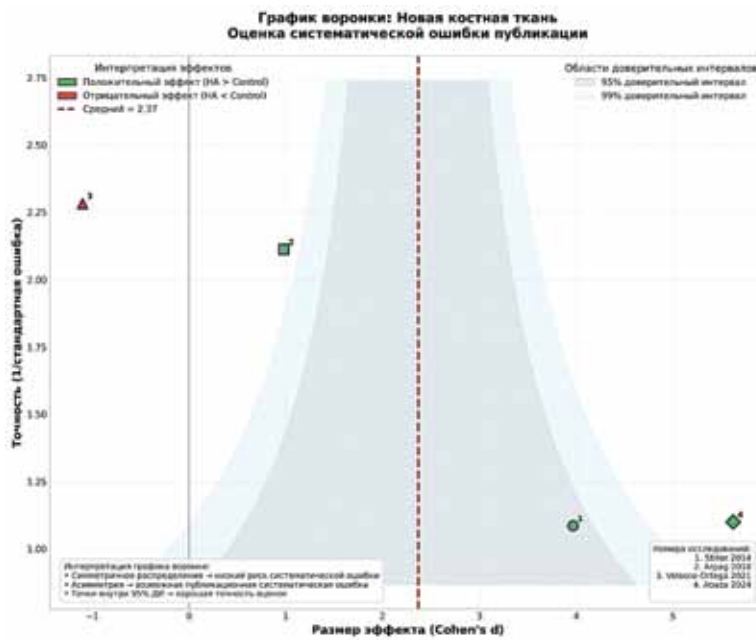
**Рис. 3.** Влияние ГК на процент площади образования костных структур (источник: составлено авторами)  
**Fig. 3.** Effect of hyaluronic acid on the percentage area of newly formed bone (Sources: compiled by the author)



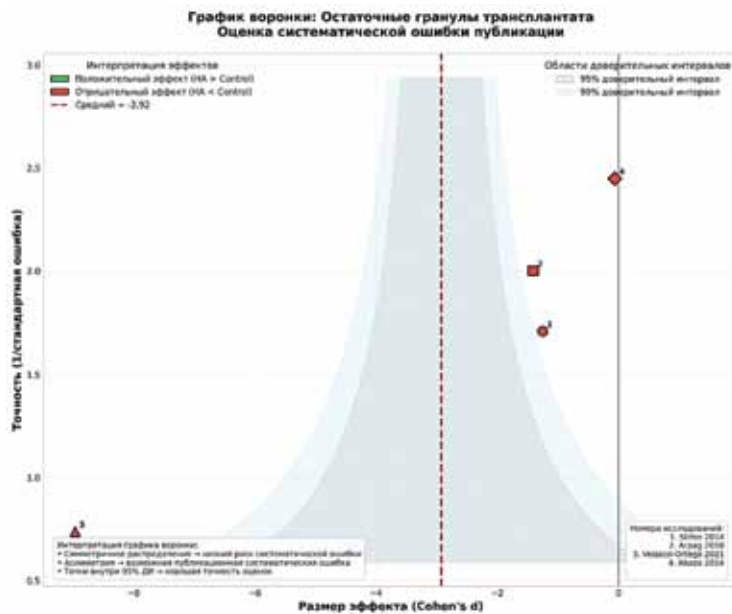
**Рис. 4.** Влияние ГК на процент площади остаточных гранул трансплантата (источник: составлено авторами)  
**Fig. 4.** Effect of hyaluronic acid on the percentage area of residual graft particles (Sources: compiled by the author)



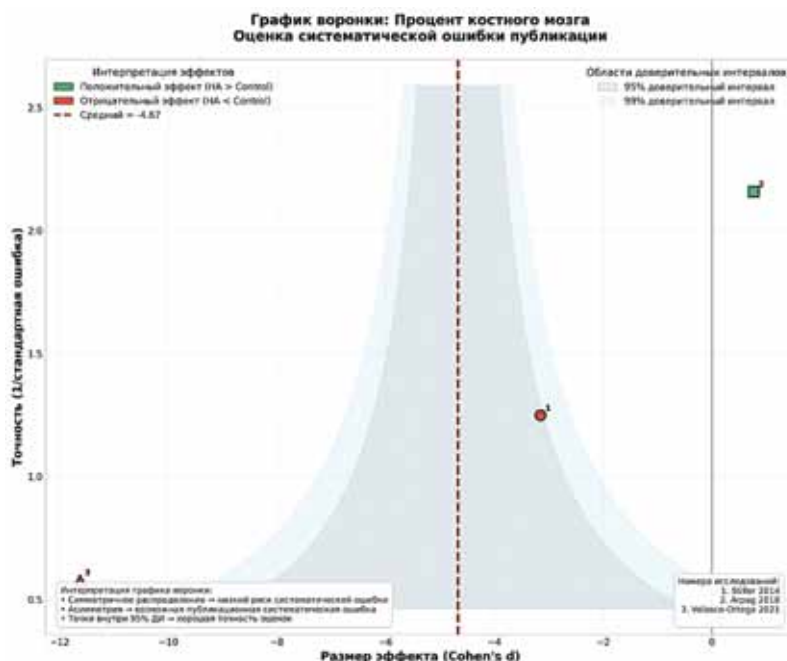
**Рис. 5.** Влияние ГК на процент площади соединительной ткани / костного мозга (источник: составлено авторами)  
**Fig. 5.** Effect of hyaluronic acid on the percentage area of connective tissue and bone marrow spaces (Sources: compiled by the author)



**Рис. 6.** График воронки: новая костная ткань (источник: составлено авторами)  
**Fig. 6.** Funnel plot for newly formed bone (Sources: compiled by the author)



**Рис. 7.** График воронки: остаточные гранулы трансплантата (источник: составлено авторами)  
**Fig. 7.** Funnel plot for residual graft particles (Sources: compiled by the author)



**Рис. 8.** График воронки: процент соединительной ткани / костного мозга (источник: составлено авторами)  
**Fig. 8.** Funnel plot for the percentage of connective tissue/bone marrow (Sources: compiled by the author)

Ortega et al. (2021), показывают дополнительное положительное влияние ГК на формирование кости *de novo* [25].

**Ключевые данные:**

- Stiller et al.:  $\Delta = +72,9\%$  ( $d = 3,08$ );
- Arpag et al.:  $\Delta = +14,1\%$  ( $d = 0,85$ );
- Velasco-Ortega et al.:  $\Delta = -10,3\%$  ( $d = -1,25$ );
- Abaza et al.:  $\Delta = +135,6\%$  ( $d = 4,77$ )

**Общий эффект (рис. 4):**

$d = 0,84$  (95% ДИ: 0,28 до 1,40),  $p = 0,004$ ,  $I^2 = 94,9\%$

**Описание:** все исследования демонстрируют уменьшение остаточных гранул в присутствии ГК. Наиболее выраженный эффект наблюдается в исследовании Velasco-Ortega et al. (2021).

**Ключевые данные:**

- Stiller et al.:  $\Delta = -10,3\%$  ( $d = -1,13$ )
- Arpag et al.:  $\Delta = -13,9\%$  ( $d = -1,39$ )
- Velasco-Ortega et al.:  $\Delta = -76,8\%$  ( $d = -8,49$ )
- Abaza et al.:  $\Delta = -3,0\%$  ( $d = -0,06$ )

**Общий эффект (рис. 5):**

$d = -1,08$  (95% ДИ: -1,61 до -0,55),  $p = 0,000$ ,  $I^2 = 92,6\%$

**Описание.** Эффекты вариативны: в двух исследованиях наблюдается уменьшение % соединительной ткани/костного мозга, в одном – увеличение.

**Ключевые данные:**

- Stiller et al.:  $\Delta = -18,5\%$  ( $d = -2,88$ )
- Arpag et al.:  $\Delta = +31,6\%$  ( $d = 0,79$ )
- Velasco-Ortega et al.:  $\Delta = 66,2\%$  ( $d = -10,79$ )

**Общий эффект:**

$d = 0,51$  (95% ДИ: -0,25 до 1,26),  $p = 0,188$ ,  $I^2 = 96,7\%$

**Оценка систематической ошибки публикаций (рис. 6-8)**

**Интерпретация:** графики воронки демонстрируют относительную симметричность распределения исследований, что указывает на низкий риск систематической ошибки публикаций. Отсутствие явной асимметрии подтверждает надежность полученных результатов.

**Сводные статистические результаты (рис. 9, табл. 2)**

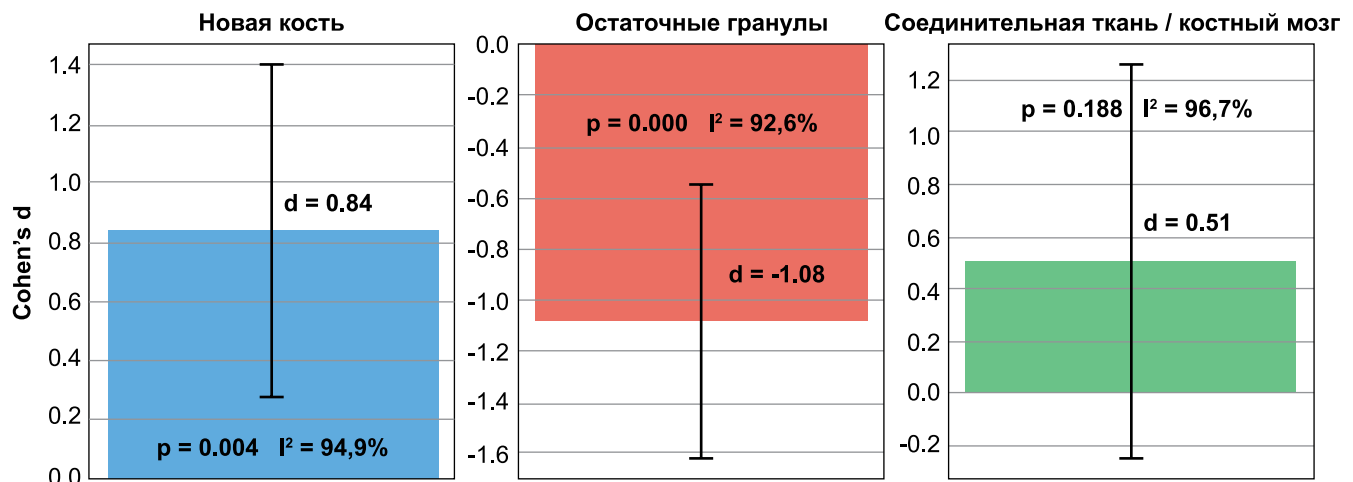
**Факторы гетерогенности**

Все три параметра оценки исходов демонстрируют высокую степень гетерогенности ( $I^2$ ), что объясняется следующими факторами: концентрация ГК и формы – в виде гелей с различной молекулярной массой, в виде пасты, шитых или жестких каркасов; разное происхождение и химизм остеозамещающих биоматериалов; характеристика реципиентных тканей – одна из стенок замещаемых костных дефектов не проявляет свойств остеогенности (шнайдерова мембрана и твердая мозговая оболочка); выбор авторами оценочных параметров костного замещения в разные сроки наблюдений.

**ОБСУЖДЕНИЕ**

Выбор тематики систематического обзора с метаанализом обусловлен накопившейся исследовательской информацией о полезном влиянии биологически активного компонента внеклеточного матрикса – экзогенной ГК на процессы репарации костей. Как было выяснено, ГК является биологической основой внеклеточного матрикса, содействуя запуску процессов замещения утраченных костных структур и улучшая результаты лечения [26]. Небольшое число статей для метааналитического исследо-

**Сводные результаты метаанализа**



**Рис. 9.** Сводный график результатов: визуальное представление общих эффектов для трех параметров оценки с доверительными интервалами и p-значениями (источник: составлено авторами)

**Fig. 9.** Summary plot of the meta-analysis showing the overall effects for the three outcome measures with confidence intervals and p values (Sources: compiled by the author)

**Таблица 2.** Результаты метаанализа (источник: составлено авторами)  
**Table 2.** Meta-analysis results (Sources: compiled by the author)

Исход Outcome	Число исследований Number of studies	Среднее Δ% Mean Δ%	Cohen's d (95% ДИ) Cohen's d (95% CI)	p-значение p value	I <sup>2</sup>	Статистическая значимость Statistical significance	Параметры оценки Outcome measures
<b>Новая костная ткань</b> Newly formed bone tissue	4	+53,1%	0,84 (0,28 до 1,40)	0,004	94,9%	<b>Значима</b> Statistically significant difference	<b>Положительная тенденция</b> Positive trend
<b>Остаточные гранулы</b> Residual granules	4	-26,0%	-1,08 (-1,61 до -0,55)	0,000	92,6%	<b>Значима</b> Statistically significant difference	<b>Положительная тенденция</b> Positive trend
<b>СТ / костный мозг</b> Connective tissue / bone marrow	3	26,4%	-0,51 (-0,25 до 1,26)	0,188	96,7%	<b>Незначима</b> Statistically insignificant difference	<b>Неоднозначный эффект</b> Unclear effect

вания связано, по-видимому, с новизной тематики в стоматологии. В результате отбора рандомизированных контролируемых испытаний, включая split-mouth инструмент, найдены только четыре релевантных исследования с подходящим уровнем оценки систематической ошибки.

Согласно данным метаанализа, влияние ГК на появление в зоне репарации костных структур и оставшихся нерезорбированными гранул биоматериала было определено как статистически значимая положительная тенденция при 95% доверительном интервале (p значение = 0,003, доверительный интервал = 0,275; 1,404 и p-значение = 0,000, доверительный интервал = -1,615; -0,547, соответственно). Процент площади соединительной ткани / костного мозга в присутствии ГК (тестовая группа) не показал существенных различий в сравнении с контролем, при 95% доверительном интервале (p значение = 0,188, доверительный интервал = -0,248; 1,263). Данные оценок проведенного нами метаанализа частично согласуются с результатами С. Eeckhout et al. (2022) [8], в то время как в недавнем систематическом обзоре С. Lorenzi et al. (2024) [27] не было обнаружено достоверной разницы параметров замещения костных структур при сходной методологии исследований с включением различных свойств вязкоупругости экзогенной ГК и без нее.

Высокую степень гетерогенности оценки исходов можно объяснить использованием биоматериалов с разной способностью к резорбции (ксенографты vs аллопластических материалов (бета-трикальция фосфат, двухфазный кальция фосфат) vs аутогенных трансплантатов в контрольных группах); разными локализациями дефектов альвеолярного гребня (субантральный регион с выполнением синуслифтинга vs альвеолярного гребня с обеими кортикальными пластинками; отличающимися паттернами костного образования (альвеолярная челюстная кость vs

теменной кости), а также формами ГК (раствор vs паста/замаска sv шитого геля vs жесткие формы подложки). Также была обнаружена неоднородность используемых авторами параметров оценки репаративного ответа, характерная для других текущих публикаций по тематике [8, 28-30].

Сопоставив оценки костного роста в найденных работах с принятой номенклатурой в гистоморфометрии [31], мы обратили внимание на ряд спорных обобщений, применяемых авторами, в характеристиках процессов замещения тканей альвеолярного челюстного гребня. Действительно, опираясь на представленные в публикациях методики гистологической, гистоморфометрической и клинической оценки результатов, сложно заключить о воздействии ГК, например, на процессы остеозамещения через 9 месяцев, как в работе Velasco-Ortega et al. (2022) [25], когда влияние вмешивающихся факторов, модифицирующих результат, неочевидно.

Ключевой особенностью челюстных костей является принадлежность к паттерну интрамедуллярного остеогенеза (или прямого костного образования), принципиально отличаясь от энхондральной модели. В экспериментальной работе на минипигах, физиология, патология и иммунный ответ которых сходны с человеческими, визуализировано замещение дефектов АЧГ путем васкуляризации de novo за счет запуска в них событий кроветворения [26]. В дефектах АЧГ в ходе реорганизации кровяного сгустка появляются синусоидальные капилляры с островками гемопоэтических клеток, часть из которых (неприкрепленные) мигрирует в окружающую ткань через прерывистую эндотелиальную выстилку. Они быстро дифференцируются в обилие преимущественно сегментоядерных гранулоцитов с последующим образованием переходных/промежуточных клеточных форм. В результате появляется соединительнотканная сетчатая основа будущих костномозговых про-

пространств, где формируются новые ретикулофиброзные костные перекладины/балки остеоцитарного строения; последующие итерации дифференцировки миофибробластов в полинуклеарные остеоциты обеспечивают аппозиционный костный рост с формированием костных балок/трабекул. Характеристиками последовательности и полноты отмеченных процессов определяется морфология АЧГ и долговременность его функций как несущей структуры. Также в этой работе было продемонстрировано, что остаточный остеоиндуктивный биоматериал вызывает дезорганизацию и блокаду гемокapилляров с потерей функции кроветворения в участке репарации, что ведет к морфофункциональной уязвимости – появлению в межбалочных пространствах фиброзных изменений и обызвествления структур на фоне отсутствия межклеточных контактов (отсутствие эндоста) как условия для клеточной активности.

На основании изложенного перечисленные ниже исходы лечения и оценочные характеристики, найденные в выбранных нами источниках для метаанализа, такие как: 1) «увеличение плотности зон реконструкции», «улучшение интеграции трансплантата», «снижение усадки трансплантата», «сохранение высоты костных лунок после экстракции зубов», определяемые рентгенологически (КЛКТ, микрокомпьютерная томография) и 2) «улучшение кровоснабжения», «увеличение процента площади костного мозга», «оценка остеоида», «оценка ветвления костных балок», оцененные авторами с помощью гистологического анализа, вряд ли могут помочь в объяснении характера протекающих процессов (с присутствием экзогенной ГК или без нее) для прогнозирования дальнейшего ремоделирования тканевых структур.

Более убедительным представляется изучение гистологических процессов, выбранных из следующего списка, в зависимости от времени проводимого

вмешательства: 1) определение распространенности синусоидальных капилляров с островками гемопоэтических стволовых клеток в очаге репарации; 2) активность протекания клеточных процессов (миграция, дифференцировка, пролиферация); 3) характеристика ретикулярной ткани/ костномозговых пространств; 4) регистрация процесса дифференцировки миофибробластов в полинуклеарные остеоциты; 5) активность (плотность) межклеточных и клеточно-матриксных контактов; 6) формирование ретикулофиброзных костных перекладин/балок с остеоцитами; 7) оценка процессов тесселяции/минерализации костных балок/трабекул; 8) формирование или наличие эндоста.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Настоящий метаанализ продемонстрировал положительную тенденцию к увеличению образования новых минерализованных структур альвеолярного челюстного гребня при сочетанном использовании ГК с современными остеоиндуктивными биоматериалами. Хотя влияние экзогенной ГК на костеобразование требует дальнейших исследований, комбинированные положительные эффекты свидетельствуют в пользу применения этого высокомолекулярного полимера с вязкоэластичными свойствами в качестве ценного дополнения в восстановительно-реконструктивной хирургии. При этом различия в методологии и оценках репаративных процессов в челюстных костях с интрамедуллярным костным ростом не позволяют пока сделать однозначных выводов на достаточном материале. Несмотря на полученный положительный общий эффект ( $p = 0,004$  для новой кости), высокая гетерогенность данных требует осторожной интерпретации результатов и диктует важность стандартизации протоколов исследований для окончательного подтверждения эффекта.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Majidinia M, Sadeghpour A, Yousefi B. The roles of signaling pathways in bone repair and regeneration. *J Cell Physiol.* 2018;233(4):2937-2948. <https://doi.org/10.1002/jcp.26042>
2. Couso-Queiruga E, Stuhr S, Tattan M, Chambro L, Avila-Ortiz G. Post-extraction dimensional changes: a systematic review and meta-analysis. *J. Clin. Periodontol.* 2021;48(1):126-144/ <https://doi.org/10.1111/jcpe.13390>
3. Cardaropoli G, Araújo M, Lindhe J. Dynamics of bone tissue formation in tooth extraction sites. An experimental study in dogs. *J. Clin. Periodontol.* 2003;30(9):809-818. <https://doi.org/10.1034/j.1600-051x.2003.00366.x>
4. Bozo IY, Drobyshev AY, Redko NA, Komlev VS, Isaev AA, Deev RV. Bringing a Gene-Activated Bone Substitute Into Clinical Practice: From Bench to Bedside.

*Front Bioeng Biotechnol.* 2021;9:599300/

<https://doi.org/10.3389/fbioe.2021.599300>

5. Пресняков ЕВ, Курбонов ХР, Сорочану ИП, Жемков НИ, Галбацов ДФ, Подлужный ПС, и др. Регенерационный остеогенез на границе ткань-костнопластический материал. *Морфология.* 2023;161(4):33-42/ <https://doi.org/10.17816/morph.629963>

6. Перова МД, Ананич АЮ, Веревкин АА, Севостьянов ИА, Мелконян КИ, Самохвалова ИД, и др. Замещение дефектов альвеолярного челюстного гребня неиндуцирующими биоматериалами в контексте паттерна прямого костного образования: результаты эксперимента. *Российский стоматологический журнал.* 2025;29(4):327-337.

<https://doi.org/10.17816/dent678800>

7. West DC, Hampson IN, Arnold F, Kumar S. Angiogenesis induced by degradation products of hyaluronic

acid. *Science*. 1985;228(4705):1324-6.

<https://doi.org/10.1126/science.2408340>

8. Eeckhout C, Ackerman J, Glibert M, Cosyn J. A randomized controlled trial evaluating hyaluronic acid gel as wound healing agent in alveolar ridge preservation. *J. Clin. Periodontol*. 2022;Mar;49(3):280-291.

<https://doi.org/10.1111/jcpe.13589>

9. Abaza G, Abdel Gaber HK, Afifi NS, Adel-Khattab D. Injectable platelet rich fibrin versus hyaluronic acid with bovine derived xenograft for alveolar ridge preservation. A randomized controlled clinical trial with histomorphometric analysis. *Clin. Implant. Dent. Relat. Res*. 2024;26(1):88-102.

<https://doi.org/10.1111/cid.13289>

10. James AW, LaChaud G, Shen J, Asatrian G, Nguyen V, Zhang X, et al. A Review of the clinical side effects of bone morphogenetic protein-2. *Tissue Eng Part B Rev*. 2016;22(4):284-297.

<https://doi.org/10.1089/ten.teb.2015.0357>

11. Lopez-Pacheco A, Soto-Penalosa D, Gomez M, Penarrocha-Oltra D, Alarcon MA. Socket seal surgery techniques in the esthetic zone: A systematic review with meta-analysis and trial sequential analysis of randomized clinical trials. *Int. J. Implant. Dent*. 2021;7(1):13.

<https://doi.org/10.1186/s40729-021-00294-2>

12. Retzepi M, Donos N. Guided Bone Regeneration: Biological Principle and Therapeutic Applications. *Clin. Oral Implant. Res*. 2010;21(6):567-76.

<https://doi.org/10.1111/j.1600-0501.2010.01922.x>

13. Litwiniuk M, Krejner A, Speyrer MS, Gauto AR, Grzela T. Hyaluronic acid in inflammation and tissue regeneration. *Wounds*. 2016; 28(3):78-88. Режим доступа:

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26978861/>

14. Asparuhova MB, Chappuis V, Stahl A, Buser D, Sculean A. Role of hyaluronan in regulating self-renewal and osteogenic differentiation of mesenchymal stromal cells and pre-osteoblasts. *Clin Oral Investig*. 2020;24(11):3923-37.

<https://doi.org/10.1007/s00784-020-03259-8>

15. Gurbuz E, Dursun E, Vatansever A, Caglayan F. Microcomputed tomographic analysis of bone microarchitecture after sinus augmentation with hyaluronic matrix: a case-control study. *Oral Maxillofac Surg*. 2022;26(3):431-7.

<https://doi.org/10.1007/s10006-021-01002-5>

16. Tan WL, Wong TL, Wong MC, Lang NP. A systematic review of post-extraction alveolar hard and soft tissue dimensional changes in humans. *Clin Oral Implants Res*. 2012;23(5):1-21.

<https://doi.org/10.1111/j.1600-0501.2011.02375.x>

17. Jafer MA, Salem RM, Hakami FB, Ageeli RE, Alhazmi TA, Bhandi S, Patil S. Techniques for extraction socket regeneration for alveolar ridge preservation. *J Contemp Dent Pract*. 2022;23(2):245-50. Режим доступа:

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35748457/>

18. Kyyak S, Blatt S, Wiesmann N, Smeets R, Kaemmerer PW. Hyaluronic Acid with Bone Substitutes Enhance Angiogenesis In Vivo. *Materials (Basel)*. 2022;15(11):3839.

<https://doi.org/10.3390/ma15113839>

19. Page MJ, McKenzie JE, Bossuyt PM, Boutron I, Hoffmann TC, Mulrow CD, et al. The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ*. 2021;372:n71.

<https://doi.org/10.1136/bmj.n71>

20. Higgins JP, Altman DG, Gøtzsche PC, Jüni P, Moher D, Oxman AD, et al. The Cochrane Collaboration's tool for assessing risk of bias in randomised trials. *BMJ*. 2011;343:d5928.

<https://doi.org/10.1136/bmj.d5928>

21. Viana J, Machado V, Proença, L, Chambrone L, Mendes JJ, Botelho J. Comparative assessment of Cochrane's RoB and RoB2 in dentistry trials: a meta-research study. *Syst Rev*, 2025;14:154.

<https://doi.org/10.1186/s13643-025-02901-4>

22. Arpağ OF, Damlar I, Altan A, Tatli U, Gunay A. To what extent does hyaluronic acid affect healing of xenografts? A histomorphometric study in rabbits. *J Appl Oral Sci*. 2018;26:e20170004.

<https://doi.org/10.1590/1678-7757-2017-0004>

23. Abaza G, Gaber HKA, Afifi NS, Adel-Khattab D. Injectable platelet rich fibrin versus hyaluronic acid with bovine derived xenograft for alveolar ridge preservation. A randomized controlled clinical trial with histomorphometric analysis. *Clin. Implant. Dent. Relat. Res*. 2024;26(1):88-102.

<https://doi.org/10.1111/cid.13289>

24. Stiller M, Kluk E, Bohner M, Lopez-Heredia MA, Muller-Mai C, Knab C. Performance of  $\beta$ -tricalcium phosphate granules and putty, bone grafting materials after bilateral sinus floor augmentation in humans. *Bio-materials*. 2014;35(10):3154-63.

<https://doi.org/10.1016/j.biomaterials.2013.12.068>

25. Velasco-Ortega E, Valente NA, Iezzi G, Petrini M, Derchi G, Barone A. Maxillary sinus augmentation with three different biomaterials: Histological, histomorphometric, clinical, and patient-reported outcomes from a randomized controlled trial. *Clin. Implant. Dent. Relat. Res*. 2021;23(1):86-95.

<https://doi.org/10.1111/cid.12964>

26. Zhu H, Mitsushashi N, Klein A, Barsky LW, Weinberg K, Barr ML, et al. The role of the hyaluronan receptor CD44 in mesenchymal stem cell migration in the extracellular matrix. *Stem Cells*. 2006;24(4):928-35.

<https://doi.org/10.1016/j.stemcells.2005.01.018>

27. Lorenzi C, Leggeri A, Cammarota I, Carosi P, Mazzetti V, Arcuri C. Hyaluronic Acid in Bone Regeneration: Systematic Review and Meta-Analysis. *Dent. J (Basel)*. 2024;12(8):263.

<https://doi.org/10.3390/dj12080263>

28. Engstrom PE, Shi XQ, Tronje G, Larsson A, Weller U, Frithiof L, et al. The effect of hyaluronan on bone and soft tissue and immune response in wound healing. *J. Periodontol*. 2001;72(9):1192-200.

<https://doi.org/10.1902/jop.2000.72.9.1192>

29. Husseini B, Friedmann A, Wak R, Ghosn N, Khoury G, El Ghouli T, et al. Clinical and radiographic assessment of cross-linked hyaluronic acid addition in demineralized bovine bone based alveolar ridge preservation: A human

randomized split-mouth pilot study. *J. Stomatol. Oral Maxillofac. Surg.* 2023;124(4):101426.

<https://doi.org/10.1016/j.jormas.2023.101426>

30. Alcântara CEP, Castro MAA., Noronha MS, Martins-Junior PA, Mendes RM, Caliarí MV, et al. Hyaluronic acid accelerates bone repair in human dental sockets: A randomized triple-blind clinical trial. *Braz. Oral Res.* 2018;32:e84.

<https://doi.org/10.1590/1807-3107bor-2018.vol32.0084>

## REFERENCES

1. Majidinia M, Sadeghpour A, Yousefi B. The roles of signaling pathways in bone repair and regeneration. *J Cell Physiol.* 2018;233(4):2937-2948.

<https://doi.org/10.1002/jcp.26042>

2. Couso-Queiruga E, Stuhr S, Tattan M, Chambrone L, Avila-Ortiz G. Post-extraction dimensional changes: a systematic review and meta-analysis. *J. Clin. Periodontol.* 2021;48(1):126-144.

<https://doi.org/10.1111/jcpe.13390>

3. Cardaropoli G, Araújo M, Lindhe J. Dynamics of bone tissue formation in tooth extraction sites. An experimental study in dogs. *J. Clin. Periodontol.* 2003;30(9):809-818.

<https://doi.org/10.1034/j.1600-051x.2003.00366.x>

4. Bozo IY, Drobyshev AY, Redko NA, Komlev VS, Isaev AA, Deev RV. Bringing a Gene-Activated Bone Substitute Into Clinical Practice: From Bench to Bedside. *Front Bioeng Biotechnol.* 2021;9:599300.

<https://doi.org/10.3389/fbioe.2021.599300>

5. Presnyakov E.V., Kurbonov K.R., Sorochanu I.P., Zhemkov N.I., Galbatsov D.F., Podluzhny P.S., et al. Regenerative osteogenesis at the interface of tissue-osteoplastic material. *Morphology.* 2023;161(4):33-42 (In Russ.).

<https://doi.org/10.17816/morph.629963>

6. Perova M.D., Ananich A.Y., Verevkin A.A., Sevostyanov I.A., Melkonyan K.I., Samokhvalova I.D., et al. Intramembranous ossification in alveolar ridge defect repair using noninductive biomaterials: experimental study. *Russian Journal of Dentistry.* 2025;29 (4):327-337 (In Russ.).

<https://doi.org/10.17816/dent678800>

7. West DC, Hampson IN, Arnold F, Kumar S. Angiogenesis induced by degradation products of hyaluronic acid. *Science.* 1985;228(4705):1324-6.

<https://doi.org/10.1126/science.2408340>

8. Eeckhout C, Ackerman J, Glibert M, Cosyn J. A randomized controlled trial evaluating hyaluronic acid gel as wound healing agent in alveolar ridge preservation. *J. Clin. Periodontol.* 2022;Mar;49(3):280-291.

<https://doi.org/10.1111/jcpe.13589>

9. Abaza G, Abdel Gaber HK, Afifi NS, Adel-Khattab D. Injectable platelet rich fibrin versus hyaluronic acid with bovine derived xenograft for alveolar ridge preservation. A randomized controlled clinical trial with histomorphometric analysis. *Clin. Implant. Dent. Relat. Res.* 2024;26(1):88-102.

<https://doi.org/10.1111/cid.13289>

10. James AW, LaChaud G, Shen J, Asatrian G, Nguyen V, Zhang X, et al. A Review of the clinical side effects

31. Dempster DW, Compston JE, Drezner MK, Glorieux FH, Kanis JA, Malluche H, et al. Standardized nomenclature, symbols, and units for bone histomorphometry: a 2012 update of the report of the ASBMR Histomorphometry Nomenclature Committee. *J Bone Miner Res.* 2013;28(1):2-17.

<https://doi.org/10.1002/jbmr.1805>

of bone morphogenetic protein-2. *Tissue Eng Part B Rev.* 2016;22(4):284-297.

<https://doi.org/10.1089/ten.teb.2015.0357>

11. Lopez-Pacheco A, Soto-Penaloza D, Gomez M, Penarrocha-Oltra D, Alarcon MA. Socket seal surgery techniques in the esthetic zone: A systematic review with meta-analysis and trial sequential analysis of randomized clinical trials. *Int. J. Implant. Dent.* 2021;7(1):13.

<https://doi.org/10.1186/s40729-021-00294-2>

12. Retzepi M, Donos N. Guided Bone Regeneration: Biological Principle and Therapeutic Applications. *Clin. Oral Implant. Res.* 2010;21(6):567-76.

<https://doi.org/10.1111/j.1600-0501.2010.01922.x>

13. Litwiniuk M, Krejner A, Speyrer MS, Gauto AR, Grzela T. Hyaluronic acid in inflammation and tissue regeneration. *Wounds.* 2016;28(3):78-88. Available from:

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26978861/>

14. Asparuhova MB, Chappuis V, Stahli A, Buser D, Sculean A. Role of hyaluronan in regulating self-renewal and osteogenic differentiation of mesenchymal stromal cells and pre-osteoblasts. *Clin Oral Investig.* 2020;24(11):3923-37.

<https://doi.org/10.1007/s00784-020-03259-8>

15. Gurbuz E, Dursun E, Vatanserver A, Caglayan F. Microcomputed tomographic analysis of bone microarchitecture after sinus augmentation with hyaluronic matrix: a case-control study. *Oral Maxillofac Surg.* 2022;26(3):431-7.

<https://doi.org/10.1007/s10006-021-01002-5>

16. Tan WL, Wong TL, Wong MC, Lang NP. A systematic review of post-extraction alveolar hard and soft tissue dimensional changes in humans. *Clin Oral Implants Res.* 2012;23 (5):1-21.

<https://doi.org/10.1111/j.1600-0501.2011.02375.x>

17. Jafer MA, Salem RM, Hakami FB, Ageeli RE, Al-hazmi TA, Bhandi S, Patil S. Techniques for extraction socket regeneration for alveolar ridge preservation. *J Contemp Dent Pract.* 2022;23(2):245-50. Available from:

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35748457/>

18. Kyyak S, Blatt S, Wiesmann N, Smeets R, Kaemmerer PW. Hyaluronic Acid with Bone Substitutes Enhance Angiogenesis In Vivo. *Materials (Basel).* 2022;15(11):3839.

<https://doi.org/10.3390/ma15113839>

19. Page MJ, McKenzie JE, Bossuyt PM, Boutron I, Hoffmann TC, Mulrow CD, et al. The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ.* 2021;372:n71.

<https://doi.org/10.1136/bmj.n71>

20. Higgins JP, Altman DG, Gøtzsche PC, Juni P, Moher D, Oxman AD, et al. The Cochrane Collaboration's tool for assessing risk of bias in randomised trials. *BMJ*. 2011;343:d5928. <https://doi.org/10.1136/bmj.d5928>

21. Viana J, Machado V, Proença, L, Chambrone L, Mendes JJ, Botelho J. Comparative assessment of Cochrane's RoB and RoB2 in dentistry trials: a meta-research study. *Syst Rev*. 2025;14:154. <https://doi.org/10.1186/s13643-025-02901-4>

22. Arpağ OF, Damlar I, Altan A, Tatli U, Gunay A. To what extent does hyaluronic acid affect healing of xenografts? A histomorphometric study in rabbits. *J Appl Oral Sci*. 2018;26:e20170004. <https://doi.org/10.1590/1678-7757-2017-0004>

23. Abaza G, Gaber HKA, Afifi NS, Adel-Khattab D. Injectable platelet rich fibrin versus hyaluronic acid with bovine derived xenograft for alveolar ridge preservation. A randomized controlled clinical trial with histomorphometric analysis. *Clin. Implant. Dent. Relat. Res*. 2024;26(1):88-102. <https://doi.org/10.1111/cid.13289>

24. Stiller M, Kluk E, Bohner M, Lopez-Heredia MA, Muller-Mai C, Knab C. Performance of  $\beta$ -tricalcium phosphate granules and putty, bone grafting materials after bilateral sinus floor augmentation in humans. *Biomaterials*. 2014;35(10):3154-63. <https://doi.org/10.1016/j.biomaterials.2013.12.068>

25. Velasco-Ortega E, Valente NA, Iezzi G, Petrini M, Derchi G, Barone A. Maxillary sinus augmentation with three different biomaterials: Histological, histomorphometric, clinical, and patient-reported outcomes from a randomized controlled trial. *Clin. Implant. Dent. Relat. Res*. 2021;23(1):86-95. <https://doi.org/10.1111/cid.12964>

## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

### Автор, ответственный за связь с редакцией:

**Перова Марина Дмитриевна**, доктор медицинских наук, доцент, профессор кафедры хирургической стоматологии и челюстно-лицевой хирургии Кубанского государственного медицинского университета, Краснодар, Российская Федерация

Для переписки: mperova2013@yandex.ru  
ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-6974-6407>

**Аляюб Ияд**, аспирант кафедры хирургической стоматологии и челюстно-лицевой хирургии Кубанского государственного медицинского университета, Краснодар, Российская Федерация

Для переписки: iyadalayoub@yahoo.com  
ORCID: <http://orcid.org/0000-0007-3888-8024>

**Андреев Георгий Владимирович**, студент 5-го курса стоматологического факультета Кубанского государственного медицинского университета, Краснодар, Российская Федерация

Для переписки: vip.georgiandreev2003@mail.ru  
ORCID: <http://orcid.org/0009-0004-7581-3388>

**Самохвалова Инна Дмитриевна**, аспирант кафедры хирургической стоматологии и челюстно-лицевой

26. Zhu H, Mitsuhashi N, Klein A, Barsky LW, Weinberg K, Barr ML, et al. The role of the hyaluronan receptor CD44 in mesenchymal stem cell migration in the extracellular matrix. *Stem Cells*. 2006;24(4):928-35. <https://doi.org/10.1634/stemcells.2005-0186>

27. Lorenzi C, Leggeri A, Cammarota I, Carosi P, Mazzetti V, Arcuri C. Hyaluronic Acid in Bone Regeneration: Systematic Review and Meta-Analysis. *Dent. J (Basel)*. 2024;12(8):263. <https://doi.org/10.3390/dj12080263>

28. Engstrom PE, Shi XQ, Tronje G, Larsson A, Weiland U, Frithiof L, et al. The effect of hyaluronan on bone and soft tissue and immune response in wound healing. *J. Periodontol*. 2001;72(9):1192-200. <https://doi.org/10.1902/jop.2000.72.9.1192>

29. Hussein B, Friedmann A, Wak R, Ghosn N, Khoury G, El Ghoul T, et al. Clinical and radiographic assessment of cross-linked hyaluronic acid addition in demineralized bovine bone based alveolar ridge preservation: A human randomized split-mouth pilot study. *J. Stomatol. Oral Maxillofac. Surg*. 2023;124(4):101426. <https://doi.org/10.1016/j.jormas.2023.101426>

30. Alcântara CEP, Castro MAA., Noronha MS, Martins-Junior PA, Mendes RM, Caliar MV, et al. Hyaluronic acid accelerates bone repair in human dental sockets: A randomized triple-blind clinical trial. *Braz. Oral Res*. 2018;32:e84. <https://doi.org/10.1590/1807-3107bor-2018.vol32.0084>

31. Dempster DW, Compston JE, Drezner MK, Glorieux FH, Kanis JA, Malluche H, et al. Standardized nomenclature, symbols, and units for bone histomorphometry: a 2012 update of the report of the ASBMR Histomorphometry Nomenclature Committee. *J Bone Miner Res*. 2013;28(1):2-17. <https://doi.org/10.1002/jbmr.1805>

хирургии Кубанского государственного медицинского университета, Краснодар, Российская Федерация

Для переписки: samoxvalovai@mail.ru  
ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-0360-8882>

**Гюлумян Камила Ваниковна**, студентка 5-го курса стоматологического факультета Кубанского государственного медицинского университета, Краснодар, Российская Федерация

Для переписки: corpus@ksma.ru  
ORCID: <http://orcid.org/0009-0004-2556-8011>

**Калайдина Галина Вениаминовна**, кандидат физико-математических наук, доцент кафедры анализа данных и искусственного интеллекта Кубанского государственного университета, Краснодар, Российская Федерация

Для переписки: gkalaidina@yandex.ru  
ORCID: <http://orcid.org/0009-0001-9510-4827>

**Халафян Алексан Альбертович**, доктор технических наук, профессор кафедры анализа данных и искусственного интеллекта, Краснодар, Российская Федерация

Для переписки: statlab@kubsu.ru  
ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-2324-3649>

## INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

**Corresponding author:**

**Marina D. Perova**, DDS, PhD, DSc, Docent, Professor, Department of the Oral and Maxillofacial Surgery, Kuban State Medical University, Krasnodar, Russian Federation

For correspondence: mperova2013@yandex.ru  
ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-6974-6407>

**Iyad Alayoub**, DDS, PhD student, Department of the Oral and Maxillofacial Surgery, Kuban State Medical University, Krasnodar, Russian Federation

For correspondence: iyadalayoub@yahoo.com  
ORCID: <http://orcid.org/0000-0007-3888-8024>

**Georgy V. Andreev**, 5<sup>th</sup> year student, Dental School, Department of the Oral and Maxillofacial Surgery, Kuban State Medical University, Krasnodar, Russian Federation

For correspondence: vip.georgiandreev2003@mail.ru  
ORCID: <http://orcid.org/0009-0004-7581-3388>

**Inna D. Samokhvalova**, DDS, PhD student, Department of the Oral and Maxillofacial Surgery, Kuban State Medical University, Krasnodar, Russian Federation

For correspondence: samokhvalovai@mail.ru  
ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-0360-8882>

**Kamila V. Gulumyan**, 5<sup>th</sup> year student, Dental School, Department of the Oral and Maxillofacial Surgery, Kuban State Medical University, Krasnodar, Russian Federation

For correspondence: corpus@ksma.ru  
ORCID: <http://orcid.org/0009-0004-2556-8011>

**Galina V. Kalaidina**, PhD, Associate Professor, Department of the Data Analysis and Artificial Intelligence, Kuban State University, Krasnodar, Russian Federation

For correspondence: gkalaidina@yandex.ru  
ORCID: <http://orcid.org/0009-0001-9510-4827>

**Aleksan A. Khalafyan**, PhD, DSc, Professor, Department of the Data Analysis and Artificial Intelligence, Kuban State University, Krasnodar, Russian Federation

For correspondence: statlab@kubsu.ru  
ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-2324-3649>

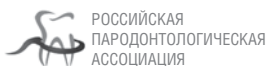
**Поступила / Article received 28.01.2026**

**Поступила после рецензирования / Revised 17.02.2026**

**Принята к публикации / Accepted 18.02.2026**

**Вклад авторов в работу.** Все авторы подтверждают соответствие своего авторства международным критериям ICMJE, а также согласны принять на себя ответственность за все аспекты работы: Перова М. Д. – разработка концепции, разработка методологии, формальный анализ, написание рукописи – рецензирование и редактирование; Альаюб И. – разработка концепции, разработка методологии, формальный анализ; Андреев Г. В. – проведение исследования, формальный анализ, написание черновика рукописи; Самохвалова И. Д. – проведение исследования, формальный анализ, написание черновика рукописи; Гюлумян К. В. – проведение исследования, формальный анализ, написание черновика рукописи; Калайдина Г. В. – формальный анализ, валидация результатов; Халафян А. А. – формальный анализ, валидация результатов.

**Authors' contribution.** All authors confirm that their contributions comply with the international ICMJE criteria and agree to take responsibility for all aspects of the work: M. D. Perova – conceptualization, methodology, formal analysis, writing – review and editing; I. Alayoub – conceptualization, methodology, formal analysis; G. V. Andreev – investigation, formal analysis, writing – original draft preparation; I. D. Samokhvalova – investigation, formal analysis, writing – original draft preparation; K. V. Gulumyan – investigation, formal analysis, writing – original draft preparation; G. V. Kalaidina – formal analysis, validation; A. A. Khalafyan – formal analysis, validation.



ЖУРНАЛЫ ИЗДАТЕЛЬСКОЙ ГРУППЫ РПА

## Журнал «Стоматология детского возраста и профилактика»

Стоимость годовой подписки в печатном виде на 2026 год по России – 5000 рублей

**Подписной индекс в каталоге «Урал-Пресс» – ВН002232**

Электронная версия в открытом доступе

**[www.detstom.ru](http://www.detstom.ru)**

PubMed NLM ID:101516363

Импакт-фактор: 1.3



# Характеристика изменений микрофлоры полости рта при ковидной инфекции (обзор литературы)

Г.Р. Хамзина\*, М.Ф. Кабирова

Башкирский государственный медицинский университет, Уфа, Российская Федерация

## АННОТАЦИЯ

**Актуальность.** Представлен анализ научных данных, посвященных изменениям микрофлоры ротовой полости на фоне COVID-19. Вирус SARS-CoV-2, вызывающий коронавирусную инфекцию, способен влиять на изменение состава микробиоты полости рта, способствуя дисбиозу и прогрессированию воспалительных процессов. Микроорганизмы микробиома ротовой полости могут быть потенциальными биомаркерами в восприимчивости к инфекции и тяжести ее течения. Установлено, что у пациентов, перенесших COVID-19, наблюдается существенное снижение уровня секреторного иммуноглобулина А (IgA) в слюне и ротовой жидкости по сравнению с не болевшими. Эти данные подчеркивают необходимость дальнейшего изучения влияния коронавируса на микроэкологию полости рта и разработки соответствующих клинических рекомендаций. **Материалы и методы.** Для обзора проведен систематический поиск литературы в PubMed, Scopus, Web of Science, eLIBRARY и Google Scholar (2020–2024 гг.) с ключевыми словами на русском и английском: «микрофлора», «полость рта», «ковид», «коронавирус», «oral microbiota», «COVID-19» и др. Ручной поиск выполнен в профильных журналах и по спискам литературы, отбор и анализ источников – по PRISMA. Обзор литературы охватывает период с 2002 по 2024 год, при этом основное внимание уделено исследованиям, проведенным с начала пандемии COVID-19 в 2020 году, непосредственно связанным с ксеростомическим синдромом и стоматологическими заболеваниями. Включены оригинальные исследования, обзоры и метаанализы с полным текстом и четким описанием методов, отражающие влияние микрофлоры на течение COVID-19 и состояние пациентов. Исключены статьи без данных о микрофлоре полости рта, не связанные с COVID-19, без полного текста или с дублирующимися данными. **Результаты.** Современные исследования показывают, что ковидная инфекция приводит к патологическим изменениям в полости рта и нарушает микробиоту. Отмечается рост условно-патогенных бактерий (*Streptococcus*, *Prevotella*, *Aggregatibacter* и др.) при одновременном снижении числа полезных микроорганизмов. Нарушения касаются и грибкового компонента: уменьшается количество *Candida* и *Saccharomyces spp.* Некоторые микроорганизмы, например, *Fusobacterium nucleatum*, способны усиливать инфекцию, повышая экспрессию ACE2 и стимулируя воспалительный ответ. Изменения микробиоты и слизистых оболочек рта при COVID-19 не только ухудшают состояние полости рта, но и могут усиливать течение болезни. Микроорганизмы рассматриваются как потенциальные биомаркеры для диагностики и мониторинга инфекции. **Заключение.** Изменения микрофлоры ротовой полости не являются первичными проявлениями COVID-19 и в основном связаны с медикаментозной терапией. COVID-19 изменяет состав слюны и микробиоты полости рта, что может вызывать стоматологические проблемы и влиять на течение заболевания. Некоторые бактерии усиливают инфекцию (например, *Fusobacterium nucleatum*), а другие способны ее подавлять (*P. gingivalis*). Микробиом рта может служить как маркером тяжести COVID-19, так и активным участником его патогенеза.

**Ключевые слова:** микрофлора полости рта, ковидная инфекция, коронавирусная инфекция, секреторный IgA, дисбиоз полости рта

**Для цитирования:** Хамзина ГР, Кабирова МФ. Характеристика изменений микрофлоры полости рта при ковидной инфекции (обзор литературы). *Пародонтология*. 2026;31(1):19-29. <https://doi.org/10.33925/1683-3759-2025-1152>

\***Автор, ответственный за связь с редакцией:** Хамзина Гульнара Ринатовна, кафедра терапевтической стоматологии Башкирского государственного медицинского университета, 450008, ул. Ленина, д. 3, Уфа, Российская Федерация. Для переписки: [stomat.gkb8@mail.ru](mailto:stomat.gkb8@mail.ru)

**Конфликт интересов:** Авторы декларируют отсутствие конфликта интересов

**Благодарности:** Авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования при проведении исследования. Индивидуальные благодарности для декларирования отсутствуют.

## Characteristics of oral microbiota alterations in COVID-19: a literature review

G.R. Khamzina\*, M.F. Kabirova

Bashkir State Medical University, Ufa, Russian Federation

## ABSTRACT

**Relevance.** This review examines current evidence on COVID-19–related changes in the oral microbiota. SARS-CoV-2 may affect the composition of the oral microbial community, contributing to dysbiosis and the development of inflammatory changes. Accordingly, alterations in the oral microbiome may serve as potential biomarkers of susceptibility to infection and disease severity. Previous studies have shown that patients who have recovered from COVID-19 exhibit a significant reduction in salivary secretory immunoglobulin A (IgA) levels compared with individuals without a history of the disease. These findings highlight the need for further investigation into the impact of coronavirus infection on oral microecology and for the development of appropriate clinical recommendations. **Materials and methods.** A systematic literature search was performed in the PubMed, Scopus, Web of Science, eLIBRARY.ru, and Google Scholar databases using Russian- and English-language keywords, including “microflora”, “oral cavity”, “COVID”, “coronavirus”, “oral microbiota”, and “COVID-19”. The review covered publications from 2002 to 2024, with particular emphasis on studies published since the onset of the COVID-19 pandemic in 2020 that focused on xerostomia and oral diseases. Additional manual searches were conducted in relevant journals and reference lists. Study selection and data analysis were carried out in accordance with PRISMA guidelines. Original research articles, narrative reviews, and meta-analyses with full-text availability and clearly described methodologies were included, provided they examined the role of the oral microbiota in COVID-19 and its clinical manifestations. Studies without data on oral microbiota, unrelated to COVID-19, lacking full-text access, or containing duplicate data were excluded. **Results.** Recent studies indicate that COVID-19 is associated with oral pathological changes and disruption of the oral microbiota. An increase in opportunistic microorganisms, including *Streptococcus*, *Prevotella*, and *Aggregatibacter*, has been reported, alongside a reduction in beneficial microbial species. Alterations have also been observed in the fungal component of the microbiome, with decreased abundance of *Candida* and *Saccharomyces* spp. Certain microorganisms, such as *Fusobacterium nucleatum*, may exacerbate disease severity by increasing ACE2 expression and promoting inflammatory responses. COVID-19–related changes in the oral microbiota and oral mucosal tissues not only compromise oral health but may also contribute to greater disease severity. In this context, oral microorganisms are increasingly regarded as potential biomarkers for infection diagnosis and monitoring. **Conclusion.** Alterations in the oral microbiota are not considered primary manifestations of COVID-19 and are largely attributable to medication-related effects. Nevertheless, COVID-19 can modify salivary composition and disrupt the oral microbiome, potentially contributing to the development of oral diseases and influencing disease progression. Certain bacterial species may enhance infection (e.g., *Fusobacterium nucleatum*), whereas others may exhibit inhibitory effects (e.g., *Porphyromonas gingivalis*). Overall, the oral microbiome may serve both as an indicator of COVID-19 severity and as an active participant in its pathogenesis.

**Keywords:** oral microbiota, COVID-19, SARS-CoV-2, secretory IgA (SIgA), oral dysbiosis

**For citation:** Khamzina G.R., Kabirova M.F. Characteristics of oral microbiota alterations in COVID-19: a literature review. *Parodontologiya*. 2026;31(1):19-29. (In Russ.). <https://doi.org/10.33925/1683-3759-2025-1153>

\***Corresponding author:** Gulnara R. Hamzina, Department of the Restorative Dentistry, Bashkir State Medical University, 3, Lenina Str., Ufa, Russian Federation, 450008. For correspondence: [stomat.gkb8@mail.ru](mailto:stomat.gkb8@mail.ru)

**Conflict of interests:** The authors declare no conflict of interests.

**Acknowledgments:** The authors declare that there was no external funding for the study. There are no individual acknowledgments to declare.

## ВВЕДЕНИЕ

При коронавирусной инфекции нередко развиваются осложнения в виде бактериальных инфекций, которые могут существенно повлиять на тяжесть течения болезни и ее исход. Такие инфекции обусловлены микроорганизмами, попадающими из верхних отделов дыхательной системы в систему легких. Существенное значение в этом процессе имеют микробы, обитающие в полости рта: со слюной они попадают в область глотки, откуда при вдохе способны проникать в отделы дыхательных путей. Важно подчеркнуть, что по уровню альфа-разнообразия микробиота ротовой полости уступает лишь микрофлоре желудочно-кишечного тракта [1-3]. Здоровье ротовой полости способно влиять на риск возникновения аспирационной пневмонии [2, 4-8].

Ротовая полость часто рассматривается как индикатор общего состояния здоровья человека. В насто-

ящее время описаны случаи проявлений COVID-19 в полости рта, что связано с наличием рецепторов ACE2 на клетках слизистой оболочки языка, твердого неба и других участков. Эти рецепторы служат точкой входа для вируса, что приводит к изменению состава микрофлоры ротовой полости [9-11].

Симптомы COVID-19 могут проявляться в разное время и быть результатом длительной иммуносупрессии, дисбаланса микрофлоры или побочных эффектов лекарственной терапии. В зарубежных и отечественных исследованиях описаны случаи, когда инфекция вызывала обострение хронических заболеваний, таких как генерализованный пародонтит и гингивит.

**Цель данного обзора** – проанализировать научные публикации, посвященные изменениям микрофлоры полости рта и показателей ротовой жидкости у пациентов с COVID-19.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Для подготовки статьи проводился тщательный поиск научного материала, касающегося проявлений микрофлоры слизистой полости рта при COVID-19 и их воздействия на общее состояние здоровья пациентов. Поиск осуществлялся в отечественных и международных электронных базах данных PubMed, Scopus, Web of Science, eLIBRARY и Google Scholar в период с 2020 по 2024 год с использованием ключевых слов и их комбинаций на русском и английском языках: «микрофлора», «полость рта», «ковидная инфекция», «коронавирусная инфекция», «oral microbiota», «oral cavity», «COVID-19», «coronavirus infection». Дополнительно проводился ручной поиск релевантных публикаций в профильных стоматологических и медицинских журналах, а также по спискам литературы, приведенным в ранее найденных статьях. Отбор и анализ источников выполнялись в соответствии с рекомендациями PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses). В обзор включались оригинальные исследования, систематические обзоры и метаанализы, опубликованные на русском или английском языках, с полным текстом и четким описанием методологии исследования микробиоты, содержащие данные о влиянии изменений микрофлоры на клиническое течение COVID-19 и общее состояние здоровья пациентов. Исключались публикации, не содержащие сведений о микрофлоре полости рта или не имеющие отношения к COVID-19, работы без полного текста или с недостаточным описанием методов, а также дублирующиеся источники.

## РЕЗУЛЬТАТЫ

Современные исследования все чаще указывают на связь между инфицированием COVID-19 и патологическими изменениями в тканях полости рта, а также нарушениями состава ее микрофлоры. В рамках одного из исследований, основанного на анкетировании пациентов с подтвержденным диагнозом COVID-19 (методом ПЦР), были зафиксированы разнообразные оральные проявления. В исследовании приняли участие 573 человека, из которых у 71 (7%) были выявлены изменения в полости рта. Наиболее распространенными симптомами стали ксеростомия (47,6%), неприятный запах изо рта (10,5%) и образование язв (20,4%). У части пациентов (28,3%) наблюдалось сочетание одного или двух указанных признаков [12].

Другое исследование, в котором участвовали 58 мужчин и 70 женщин, показало, что начальными симптомами COVID-19 чаще всего были кашель (59,4%), слабость (47,7%), миалгия (46,9%), лихорадка (42,2%), головная боль (40,6%), а также нарушения обоняния (38,3%) и вкуса (32,8%). Кроме того, у пациентов отмечались боль в горле (26,6%), насморк (26,6%) и заложенность носа (22,7%). При этом около 56% участников сообщили о наличии ксеростомии [13].

Установлено, что для проникновения в клетку SARS-CoV-2 связывается с рецептором ангиотензин-превращающего фермента 2 (ACE2). Очевидно, что органы с высокой экспрессией клетками ACE2 имеют потенциально высокий риск для заражения вирусом. Помимо легких, кишечника, сердца и почек, в которых выявляется экспрессия ACE2, высокую экспрессию фермента показывают клетки эпителия различных участков слизистой полости рта и языка, а количество рецепторов ACE2 в слюнных железах больше, чем в легких [14]. Секреторный эпителий слюнных желез является источником биологических компонентов, критически значимых для проникновения SARS-CoV-2 в клетки организма, включая рецептор ACE2 и сериновую протеазу TMPRSS2 [11]. Генетический материал вируса (PHK) может выявляться в слюне еще до манифестации клинической картины, связанной с поражением дыхательной системы [5]. Диагностическая точность выявления SARS-CoV-2 в образцах слюны достигает 91,7% [15], при этом уровень вирусной нагрузки в слюне имеет положительную корреляцию с выраженностью симптомов заболевания. Такие клинические признаки, как ксеростомия (сухость во рту) и расстройства вкусового восприятия, свидетельствуют о вовлечении тканей языка и слюнных желез в инфекционно-воспалительный процесс.

Для усиления взаимодействия вируса SARS-CoV-2 с рецептором ACE2 в клетках эпителия дыхательных путей и обонятельной зоны необходим вспомогательный компонент – трансмембранный белок нейропилин-1 (NRP1), который повышает сродство вируса к ACE2 [16]. Существенное значение в этом процессе имеет ядерный фактор NRF2, регулирующий активность генов, вовлеченных в антиоксидантные и защитные механизмы организма. NRF2 активизирует транскрипцию генов, ответственных за нейтрализацию токсических веществ и поддержание клеточного гомеостаза, что критично при полиорганных поражениях, сопровождающих вирусную инфекцию [17, 18]. Кроме того, он препятствует избыточной секреции воспалительных медиаторов, включая интерлейкины IL-6 и IL-1, а также различные хемокины [17], тем самым предотвращая распад тканей, которое происходит за счет активных форм кислорода, и уменьшая выраженность воспалительных реакций. Chiu A. A. и соавторы подчеркивают в своей работе важную роль NRF2 в защите тканей пародонта от воспалительных и окислительных повреждений [18].

При ковидной инфекции патологические изменения слизистой оболочки рта могут быть связаны с нарушениями микроциркуляции, сходными с теми, что возникают при эпидермальных поражениях [19]. В частности, это может быть связано с патологическими изменениями, обусловленными образованием множественных внутрисосудистых микроагрегатов [20], что ведет к нарушению местного кровоснабжения, формированию ишемических

участков и развитию некротических изменений. Как отмечают R. Gianotti и его коллеги [21], вирусное воздействие провоцирует развитие лимфоцитарного васкулита в капиллярной сети кожных покровов и слизистых оболочек. Этот воспалительный процесс активируется чрезмерной секрецией медиаторов воспаления, включая интерлейкин-1 (IL-1), интерферон-гамма (IFN- $\gamma$ ), фактор некроза опухоли- $\alpha$  (TNF- $\alpha$ ), а также увеличением работы клеток иммунного ответа – естественных киллеров (NK). Также происходит повышенный хемотаксис эозинофилов и активация Т-хелперов CD4+, которые способствуют стимуляции В-лимфоцитов и индуцируют дифференцировку CD8+ цитотоксических Т-клеток, нацеленных на элиминацию инфицированных вирусом структур.

В работе S. Magro et al. [22] было установлено, что при тромбогенной васкулопатии происходит отложение компонентов комплемента C5b-C9 (мембраноатакующий комплекс) и C4d, а также локализация гликопротеина вирусного происхождения (S-белок) COVID-19. Таким образом, повреждение тканей является результатом сложного взаимодействия нескольких патогенетических механизмов [19].

Ряд исследований демонстрирует влияние перенесенной коронавирусной инфекции на показатели врожденного иммунитета. Так, было показано, что у реконвалесцентов через два месяца после перенесенной коронавирусной инфекции концентрация секреторного иммуноглобулина А sIgA была более чем в два раза ниже, чем у здоровых не инфицированных добровольцев ( $p < 0,05$ ) [23]. Было показано также, что снижение концентрации sIgA сопряжено с тяжестью клинического течения инфекции: самые низкие показатели были зарегистрированы у пациентов с тяжелой формой COVID-19 [24]. Аналогичные результаты, характеризующие снижение уровня sIgA после перенесенной коронавирусной инфекции, представлены в работах Малышева М. Е., Швецов М. М., Иорданишвили А. К. [25, 26].

Напротив, в работе Колчановой Н. Э. и Манак Т. Н. (2021) показано, что длительное присутствие вируса SARS-CoV-2 в организме способствует повышению концентрации sIgA в ротовой жидкости [27]. У пациентов, перенесших COVID-19, исследователи выявили умеренную статистически значимую отрицательную корреляцию между уровнем sIgA в ротовой жидкости и продолжительностью реабилитационного периода после ( $r = -0,50$ ,  $p < 0,001$ ), а также умеренную положительную корреляцию между уровнем sIgA и длительностью заболевания ( $r = 0,30$ ,  $p < 0,001$ ). Существенное и статистически значимое повышение уровня секреторного IgA отмечалось уже на седьмой день заболевания, при этом рост сохранялся до 30 дня лечения. В интервале от одного до трех месяцев концентрация sIgA хотя и не росла, но значимо превышала показатели контроля. В динамике реабилитации в период от трех до шести меся-

цев и более шести месяцев отмечалось статистически значимое снижение уровня sIgA, которое стало сопоставимым с данными контрольной группы.

Об ингибирующем влиянии вируса SARS-CoV-2 на показатели врожденного иммунитета свидетельствуют результаты следующего исследования [28]. Лизоцим является гидролитическим ферментом, определяемым в слюне, слезной жидкости, в секретах дыхательных путей и играющим барьерную роль. Было показано, что активность лизоцима в ротовой жидкости реконвалесцентов COVID-19, по сравнению со здоровыми добровольцами, существенно снижается, характеризуя недостаточность этого звена врожденного иммунитета. Уменьшение активности лизоцима в постковидный период может способствовать повышению частоты возникновения инфекционных и воспалительных процессов в полости рта [29].

Микробиота полости рта является вторым по величине и сложности сообществом после кишечного в организме человека [3, 30]. Вирусы способны изменять состав микробиоты, обогащая ее патогенами, способствующими развитию вторичной бактериальной инфекции, прогрессированию течения заболевания и дисбактериозу [32]. Микробиота может снижать вероятность инфицирования вирусами. В обзоре J. K. Pfeiffer et al. приводятся данные, полученные на стерильных мышках, свидетельствующие о том, что отсутствие микробиоты повышает восприимчивость к вирусу гриппа А, Коксаки В. Кроме того, микробиота может вырабатывать дефензины – пептиды, связывающие вирионы аденовируса и ограничивающие репликацию [31]. В то же время некоторые бактерии, колонизирующие верхние дыхательные пути, препятствуют инфицированию SARS-CoV-2, и снижение популяции этих бактерий способствует тяжести инфекции. Одним из представителей комменсальных бактерий является тип *Proteobacteria*. Полагают, что уменьшение популяции этих грамотрицательных бактерий у пожилых людей, при курении увеличивает восприимчивость верхних дыхательных путей к вирусной инфекции и репликации, утяжеляя течение заболевания [33].

Было проведено исследование состава микробиоты ротовой полости пациентов, больных коронавирусной инфекцией [30]. Исследование микробиома у 39 пациентов с положительным мазком из носоглотки на COVID-19 показало значительный дисбаланс в соотношении бактериальных родов, представляющих нормальную флору ротовой полости: увеличение *Streptococcus*, *Veillonella*, *Prevotella*, *Lactobacillus* и др. и снижение *Rothia*, *Haemophilus*, *Parvimonas*, *Fusobacterium* и *Gemella spp.* Роды *Enterococcus* и *Enterobacter* выявлялись только у больных, что может указывать на их роль в восприимчивости к SARS-CoV-2 в качестве микробных маркеров. Значения альфа-разнообразия микробиоты у коронавирусных больных были существенно ниже, чем у здоровых лиц ( $p = 0,01$ ), причем между альфа-раз-

нообразием и клиническими симптомами больных с тяжелой формой заболевания была обнаружена отрицательная корреляционная связь ( $r = -0,431$ ,  $p = 0,006$ ). Дисбиоз, возникающий в полости рта больных коронавирусной инфекцией, сопровождался ростом грибковой фракции орального микробиома.

В исследовании, проведенном Стариковой Е. В. с коллегами, были проанализированы данные 156 пациентов с лабораторно подтвержденной инфекцией SARS-CoV-2 и клиническими проявлениями COVID-19. Результаты показали, что существенные поражения легких связаны с присутствием определенных последовательностей, относящихся к грамположительным бактериям классов *Bacilli* и *Clostridia*, включая представителей рода *Mogibacterium*. Данный микроорганизм, ранее обнаруженный у пациентов с респираторными инфекциями, проявил провоспалительную активность в условиях *in vitro*, что подтверждается данными исследования [8]. Согласно нашим данным, с высокой степенью поражения легких ассоциирован ряд последовательностей, относящихся к грамположительным фирмикутам классов *Bacilli* и *Clostridia*, в числе которых последовательности рода *Mogibacterium*. Для данного микроорганизма, ранее выделявшегося из образцов пациентов с респираторными инфекциями, в недавнем исследовании показана провоспалительная активность *in vitro* [9].

В качестве биомаркеров SARS-CoV-2 могут выступать и микроорганизмы полости рта. Так, в исследовании, проведенном Z. Ren et al. [35], было проанализировано 392 образца зубного налета. Авторы с использованием алгоритма «случайный лес» выявили несколько маркеров микробиоты полости рта, таких как *TM7*, *Haemophilus*, *Actinomyces*, *Prevotella*, *Oribacterium* и *Fusobacterium*, способных специфически идентифицировать пациентов с COVID-19 из массы обследованных.

Микроорганизмы оральной микрофлоры могут оказывать и синергетическую роль в прогрессировании SARS-CoV-2. Одним из таких представителей микробиоты является пародонтопатогенная грамотрицательная бактерия *Fusobacterium nucleatum*, обнаруживаемая также в дыхательных путях и в желудочно-кишечном тракте [36]. Обнаружено, что культуральный супернатант *Fusobacterium nucleatum* индуцировал повышение экспрессии ACE2 в эпителиальных клетках дыхательных путей человека и высвобождение провоспалительных цитокинов IL-6 и IL-8. Таким образом, активация пародонтопатогенной флоры и повышение содержания *F. nucleatum* может способствовать инфицированию SARS-CoV-2 и прогрессированию инфекции [4]. В исследовании L. Bao et al. [40] анализировали 37 мазков из зева (28 пациентов с COVID-19 и 9 здоровых лиц) методами ПЦР в реальном времени и метагеномного секвенирования. Значения  $-\Delta Ct$  (значение, прямо пропорциональное количеству целевой бактерии в

мазке зева) для *Fusobacterium nucleatum* у пациентов с COVID-19 варьировались от  $-9,03$  до  $16,52$ , а у здоровых – от  $-2,78$  до  $3,50$ . Значение  $-\Delta Ct$  у подтвержденных случаев COVID-19 ( $6,33 \pm 5,47$ ) было заметно выше, чем у здоровых лиц ( $-0,12 \pm 3,77$ ) ( $P < 0,05$ ), что означает, что обилие *Fusobacterium nucleatum* у людей с ковидной инфекцией было значительно выше, чем у здоровых пациентов. Вирусная нагрузка в мазках из глотки пациентов с ковидной инфекцией указывает на положительную линейную корреляцию с распространенностью *Streptococcus pneumoniae*, *Streptococcus thermophilus*, *Acinetobacter baumannii* и *Streptococcus constellatus* ( $p < 0,05$ ).

Напротив, микроорганизмы ротовой полости могут оказывать ингибирующее действие на инфицирование и тяжесть заболевания COVID-19. Было замечено, что бактериальные факторы, присутствующие в супернатантах *P. gingivalis*, заметно ингибируют лентивирусные векторы, псевдотипированные спайковым белком SARS-CoV-2 [33, 41]. Получены экспериментальные данные, указывающие на защитную роль сахибактерий (TM7) от воспалительного повреждения, вызванного, в частности, пародонтопатогенными бактериями [42].

Эпителиальные клетки дыхательных путей легких являются основными клетками-мишенями для инфекции SARS-CoV-2. Пародонтальные патогены, обнаруженные в легких пациентов с определенными респираторными заболеваниями, могут играть роль в инфицировании клеток легких SARS-CoV-2 [43, 44]. Поэтому группа исследователей под руководством Bontempo [41] влияние факторов *P. gingivalis* на инфицирование клеток легких, используя линию эпителиальных клеток опухоли легких H838, сверхэкспрессирующую ACE2, в качестве клеток-мишеней. Результаты исследования показали, что супернатанты *P. gingivalis* в концентрации 2% и 4% от общего объема среды ингибировали инфекцию примерно на 50%. В целом эти исследования вирусного ингибирования убедительно свидетельствуют о том, что *P. gingivalis* секретирует факторы, способные ингибировать инфекцию SARS-CoV-2, опосредованную спайковым белком.

## ОБСУЖДЕНИЕ

Исследования, посвященные изучению COVID-19 (SARS-CoV-2), выявили, что изменения в микрофлоре ротовой полости не относятся к первичным проявлениям заболевания, несмотря на то, что ротовая полость служит одним из основных путей проникновения инфекции [45-47]. Характер поражений в полости рта в значительной степени обусловлен применяемой медикаментозной терапией [45]. При этом данные поражения не коррелируют с динамикой клинического течения болезни, включая стадии выздоровления, прогрессирования, степень тяжести состояния, а также наличие жалоб и общих симптомов [27, 28].

В рамках исследований, посвященных последствиям COVID-19, было определено, что показатели слюны могут изменяться, что негативно влияет на ее физиологические свойства и в конечном итоге на состояние стоматологического здоровья. У людей, перенесших коронавирусную инфекцию, наблюдается снижение секреции слюны, а также нарушение ее биохимического состава [27, 28]. Данные нарушения могут способствовать возникновению сухости слизистой рта, гиперчувствительности зубов, воспалительным процессам в пародонте и другим патологиям, связанным со стоматологическими заболеваниями. Таким образом особую актуальность приобретает исследование локальных механизмов иммунной защиты, в том числе процессов, происходящих в полости рта в период после перенесенного COVID-19, с целью разработки эффективных профилактических и терапевтических подходов, что требует последующего углубленного изучения [23, 24].

Кроме того, инфекция COVID-19 вызывает статистически значимое повышение уровня секреторного иммуноглобулина А (sIgA) и активности БАПНА-амилазы в ротовой жидкости, при этом активность нейтрофильной эластазы снижается примерно в 10 раз ( $p < 0,001$ ). После устранения вируса и проведения соответствующей реабилитации уровень sIgA статистически значимо уменьшается, достигая значений, характерных для контрольной группы. Исследования показали, что снижение уровня sIgA наблюдается в течение реабилитационного периода, который продолжается от четырех до шести месяцев ( $p = 0,006$ ). Через четыре месяца после перенесенно-

го заболевания показатели sIgA в ротовой жидкости приходят в норму и становятся сопоставимы с данными контрольной группы ( $p > 0,05$ ) [27].

Анализ литературы подтверждает тесную связь между состоянием микробиоты полости рта и коронавирусной инфекцией. У пациентов с COVID-19 выявлены значительные изменения в составе оральной микробиоты, включая увеличение представителей родов *Streptococcus*, *Veillonella*, *Prevotella*, *Lactobacillus* и других по сравнению со здоровой контрольной группой. Роды микроорганизмов *Enterococcus* и *Enterobacter* имеются только у пациентов с ковидной инфекцией, что дает рассматривать их как потенциальные неинвазивные биомаркеры восприимчивости к коронавирусной инфекции [7, 30, 41].

Особый интерес представляет повышенное содержание *Fusobacterium nucleatum*, ассоциированное с повышенной экспрессией ACE2 в эпителиальных клетках дыхательных путей человека и высвобождением провоспалительных цитокинов IL-6 и IL-8 [4, 6, 37, 40]. Эти данные могут указывать на синергетическую роль в прогрессировании COVID-19. Напротив, супернатанты *Porphyromonas gingivalis* секретируют факторы, способные ингибировать инфекцию SARS-CoV-2, опосредованную спайковым белком [41].

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, состояние микробиома полости рта может не только отражать степень тяжести заболевания, но и активно участвовать в патогенезе, как усиливая инфекцию, так и подавляя ее [30, 44].

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Леонов ГЕ, Стародубова АВ. Роль микробиоты ротовой полости в развитии заболеваний желудочно-кишечного тракта. *Эффективная фармакотерапия*. 2025;21(22):68–76.  
<https://doi.org/10.33978/2307-3586-2025-21-22-68-76>
2. Mojon P. Oral health and respiratory infection. *Journal of the Canadian Dental Association*. 2002;68(6):340-345. Режим доступа:  
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12034069/>
3. Caselli E, Fabbri C, D'Accolti M, Soffritti I, Bassi C, Mazzacane S, et al. Defining the oral microbiome by whole-genome sequencing and resistome analysis: the complexity of the healthy picture. *BMC Microbiology*. 2020;20(1):120.  
<https://doi.org/10.1186/s12866-020-01801-y>
4. Takahashi Y, Watanabe N, Kamio N, Yokoe S, Suzuki R, Sato S, et al. Expression of the SARS-CoV-2 Receptor ACE2 and Proinflammatory Cytokines Induced by the Periodontopathic Bacterium *Fusobacterium nucleatum* in Human Respiratory Epithelial Cells. *International Journal of Molecular Sciences*. 2021;22(3):1352.  
<https://doi.org/10.3390/ijms22031352>
5. Xu J, Li Y, Gan F, Du Y, Yao Y. Salivary Glands: Potential Reservoirs for COVID-19 Asymptomatic Infection. *Journal of Dental Research*. 2020;99(8):989.  
<https://doi.org/10.1177/0022034520918518>
6. Nardelli C, Gentile I, Setaro M, Di Domenico C, Pinchera B, Buonomo AR, et al. Nasopharyngeal Microbiome Signature in COVID-19 Positive Patients: Can We Definitively Get a Role to *Fusobacterium periodonticum*? *Frontiers in Cellular and Infection Microbiology*. 2021;11:625581.  
<https://doi.org/10.3389/fcimb.2021.625581>
7. Liu J, Liu S, Zhang Z, Lee X, Wu W, Huang Z, et al. Association between the nasopharyngeal microbiome and metabolome in patients with COVID-19. *Synthetic and Systems Biotechnology*. 2021;6(3):135-143.  
<https://doi.org/10.1016/j.synbio.2021.06.002>
8. Старикова ЕВ, Галеева ЮС, Андреев ДН, Соколов ФС, Федоров ДЕ, Манолов АИ, и др. Состав микробиоты ротоглотки у пациентов с пневмонией различной степени тяжести, вызванной вирусом SARS-CoV-2. *Терапевтический архив*. 2022;94(8):963-972.  
<https://doi.org/10.26442/00403660.2022.08.201780>
9. Zou X, Chen K, Zou J, Han P, Hao J, Han Z. Single-cell RNA-seq data analysis on the receptor ACE2 expression reveals the potential risk of different human organs vulnerable to 2019-nCoV infection. *Frontiers in*

*Medicine*. 2020;14(2):185-192.

<https://doi.org/10.1007/s11684-020-0754-0>

10. Hoffmann M, Kleine-Weber H, Schroeder S, Krüger N, Herrler T, Erichsen S, et al. SARS-CoV-2 Cell Entry Depends on ACE2 and TMPRSS2 and Is Blocked by a Clinically Proven Protease Inhibitor. *Cell*. 2020;181(2):271-280.e8. <https://doi.org/10.1016/j.cell.2020.02.052>

11. Голота АС, Камилова ТА, Шнейдер ОВ, Воложанин ДА, Щербак СГ. Патогенез начальных стадий тяжелой формы COVID-19. *Клиническая практика*. 2021;12(2):83-102.

<https://doi.org/10.17816/clinpract71351>

12. AbuBakr N, Salem ZA, Kamel AHM. Oral manifestations in mild-to-moderate cases of COVID-19 viral infection in the adult population. *Dental and Medical Problems*. 2021;58(1):7-15.

<https://doi.org/10.17219/dmp/130814>

13. Biadsee A, Biadsee A, Kassem F, Dagan O, Masarwa S, Ormianer Z. Olfactory and oral manifestations of COVID-19: Sex-related symptoms – a potential pathway to early diagnosis. *Otolaryngology-Head and Neck Surgery*. 2020;163(4):722-728.

<https://doi.org/10.1177/0194599820934380>

14. Herrera D, Serrano J, Roldán S, Sanz M. Is the oral cavity relevant in SARS-CoV-2 pandemic? *Clin Oral Investig*. 2020;24(8):2925-2930.

<https://doi.org/10.1007/s00784-020-03413-2>

15. To KK, Tsang OT, Yip CC, Chan KH, Wu TC, Chan JM, et al. Consistent Detection of 2019 Novel Coronavirus in Saliva. *Clinical Infectious Diseases*. 2020;71(15):841-843. <https://doi.org/10.1093/cid/ciaa149>

16. Cantuti-Castelvetri L, Ojha R, Pedro LD, Djannatian M, Franz J, Kuivanen S, van der Meer F, et al. Neuropilin-1 facilitates SARS-CoV-2 cell entry and infectivity. *Science*. 2020;370(6518):856-860.

<https://doi.org/10.1126/science.abd2985>

17. Olagnier D, Farahani E, Thyrted J, Blay-Cadanet J, Herengt A, Idorn M, et al. SARS-CoV2-mediated suppression of NRF2-signaling reveals potent antiviral and anti-inflammatory activity of 4-octyl-itaconate and dimethyl fumarate. *Nature Communications*. 2020;11(1):4938.

<https://doi.org/10.1038/s41467-020-18764-3>

18. Chiu AV, Saigh MA, McCulloch CA, Glogauer M. The Role of NrF2 in the Regulation of Periodontal Health and Disease. *Journal of Dental Research*. 2017;96(9):975-983.

<https://doi.org/10.1177/0022034517715007>

19. Sachdeva M, Gianotti R, Shah M, Bradanini L, Tosi D, Veraldi S, et al. Cutaneous manifestations of COVID-19: Report of three cases and a review of literature. *Journal of Dermatological Science*. 2020;98(2):75-81.

<https://doi.org/10.1016/j.jdermsci.2020.04.011>

20. Manalo IF, Smith MK, Cheeley J, Jacobs R. A dermatologic manifestation of COVID-19: Transient livedo reticularis. *Journal of the American Academy of Dermatology*. 2020;83(2):700.

<https://doi.org/10.1016/j.jaad.2020.04.018>

21. Gianotti R, Zerbi P, Dodiuk-Gad RP. Clinical and histopathological study of skin dermatoses in patients af-

ected by COVID-19 infection in the Northern part of Italy. *Journal of Dermatological Science*. 2020;98(2):141-143.

<https://doi.org/10.1016/j.jdermsci.2020.04.007>

22. Magro C, Mulvey JJ, Berlin D, Nuovo G, Salvatore S, Harp J, et al. Complement associated microvascular injury and thrombosis in the pathogenesis of severe COVID-19 infection: A report of five cases. *Translational Research*. 2020;220:1-13.

<https://doi.org/10.1016/j.trsl.2020.04.007>

23. Иорданишвили АК, Малышев МЕ, Швецов ММ. Коррекция иммунных дисфункций в полости рта у людей, перенесших новую коронавирусную инфекцию COVID-19. *Институт стоматологии*. 2022;(3):54-57. Режим доступа:

<https://www.elibrary.ru/item.asp?id=49483804>

24. Залялиева МВ, Рашидова ФМ, Нурузова ЗА, Абдукадырова МУ, Мирахмедова НН. Показатели врожденного (лизоцим) и адаптивного (SIGA) иммунитета в слюне больных COVID-19. *Теоретическая и клиническая медицина*. 2022;(2):90-93. Режим доступа:

<https://www.elibrary.ru/item.asp?id=48657974>

25. Малышев МЕ, Швецов ММ, Иорданишвили АК. Постковидный синдром: особенности подготовки к дентальной имплантации. *Здоровье – основа человеческого потенциала: проблемы и пути их решения*. 2022;17(2):845-852. Режим доступа:

<https://www.elibrary.ru/item.asp?id=53851035>

26. Швецов ММ, Малышев МЕ, Иорданишвили АК. Возможности отечественных индивидуальных средств ухода за полостью рта в устранении стоматологических проявлений последствий новой коронавирусной инфекции COVID-19. *Медицинский алфавит*. 2022;(2):25-29.

<https://doi.org/10.33667/2078-5631-2022-2-25-29>

27. Колчанова НЭ, Манак ТН, Окулич ВК. Состояние биологической системы полости рта у пациентов после COVID-19. *Современная стоматология*. 2021;(1):54-58. Режим доступа:

<https://www.elibrary.ru/item.asp?id=44930163>

28. Сатыго ЕА, Бакулин ИГ, Лимина АП. Индекс гигиены полости рта и некоторые показатели ротовой жидкости у пациентов с постковидным синдромом при использовании различных зубных паст. *Пародонтология*. 2021;26(4):301-307.

doi: 10.33925/1683-3759-2021-26-4-301-307

29. Surna A, Kubilius R, Sakalauskiene J, Vitkauskienė A, Jonaitis J, Saferis V, et al. Lysozyme and microbiota in relation to gingivitis and periodontitis. *Medical Science Monitor*. 2009;15(2):CR66-73. Режим доступа:

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19179970/>

30. Soffritti I, D'Accolti M, Fabbri C, Passaro A, Manfredini R, Zuliani G, et al. Oral Microbiome Dysbiosis Is Associated With Symptoms Severity and Local Immune/Inflammatory Response in COVID-19 Patients: A Cross-Sectional Study. *Frontiers in Microbiology*. 2021;12:687513.

<https://doi.org/10.3389/fmicb.2021.687513>

31. Pfeiffer JK, Sonnenburg JL. The intestinal microbiota and viral susceptibility. *Frontiers in Microbiology*. 2011;2:92. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2011.00092>

32. Lynch SV. Viruses and microbiome alterations. *Annals of the American Thoracic Society*. 2014;11 Suppl 1:S57-60.

<https://doi.org/10.1513/AnnalsATS.201306-158MG>

33. Honarmand Ebrahimi K. SARS-CoV-2 spike glycoprotein-binding proteins expressed by upper respiratory tract bacteria may prevent severe viral infection. *FEBS Letters*. 2020;594(11):1651-1660.

<https://doi.org/10.1002/1873-3468.13845>

34. Chen Y, Chen Z, Guo R, Chen N, Lu H, Huang S, et al. Correlation between gastrointestinal fungi and varying degrees of chronic hepatitis B virus infection. *Diagnostic microbiology and infectious disease*. 2011;70(4):492-498.

<https://doi.org/10.1016/j.diagmicrobio.2010.04.005>

35. Ren Z, Wang H, Cui G, Lu H, Wang L, Luo H, et al. Alterations in the human oral and gut microbiomes and lipidomics in COVID-19. *Gut*. 2021;70(7):1253-1265.

<https://doi.org/10.1136/gutjnl-2020-323826>

36. Dessì A, Bosco A, Pintus R, Orrù G, Fanos V. Fusobacterium nucleatum and alteration of the oral microbiome: from pregnancy to SARS-COV-2 infection. *Eur Rev Med Pharmacol Sci*. 2021;25(13):4579-4596.

[https://doi.org/10.26355/eurrev\\_202107\\_26251](https://doi.org/10.26355/eurrev_202107_26251)

37. Brennan CA, Garrett WS. Fusobacterium nucleatum – symbiont, opportunist and oncobacterium. *Nature Reviews Microbiology*. 2019;17(3):156-166.

<https://doi.org/10.1038/s41579-018-0129-6>

38. Bao L, Zhang C, Lyu J, Yan C, Cao R, Pan M, et al. Beware of pharyngeal Fusobacterium nucleatum in COVID-19. *BMC Microbiology*. 2021;21(1):277.

<https://doi.org/10.1186/s12866-021-02336-6>

39. Bontempo A, Chirino A, Heidari A, Lugo A, Shindo S, Pastore MR, Madonia R, et al. Inhibition of SARS-CoV-2 infection by Porphyromonas gingivalis and the oral microbiome. *Microbiology Spectrum*. 2024 Oct 3;12(10):e0059924.

<https://doi.org/10.1128/spectrum.00599-24>

40. Chipashvili O, Utter DR, Bedree JK, Ma Y, Schulte F, Mascarin G, et al. Episymbiotic Saccharibacteria suppresses gingival inflammation and bone loss in mice

through host bacterial modulation. *Cell Host and Microbe*. 2021;29(11):1649-1662.e7.

<https://doi.org/10.1016/j.chom.2021.09.009>

41. Ganesan SM, Peter TK, Withanage MHH, Boksa F, Zeng E, Martinez A, et al. COVID-19 associated oral and oropharyngeal microbiome: Systematic review and meta-analysis. *Periodontology 2000*. 2024;94(1):603-626.

<https://doi.org/10.1111/prd.12489>

42. Merenstein C, Liang G, Whiteside SA, Cobián-Güemes AG, Merlino MS, Taylor LJ, et al. Signatures of COVID-19 Severity and Immune Response in the Respiratory Tract Microbiome. *mBio*. 2021;12(4):e0177721.

<https://doi.org/10.1128/mBio.01777-21>

43. Amorim Dos Santos J, Normando AGC, Carvalho da Silva RL, De Paula RM, Cembranel AC, Santos-Silva AR, et al. Oral mucosal lesions in a COVID-19 patient: New signs or secondary manifestations? *International Journal of Infectious Diseases*. 2020;97:326-328.

<https://doi.org/10.1016/j.ijid.2020.06.012>

44. Reis VP, Bezerra AR, Maia ABP, Marques LC, Conde DC. An integrative review of oral manifestations in patients with COVID-19: signs directly related to SARS-CoV-2 infection or secondary findings? *International Journal of Dermatology*. 2022;61(3):278-290.

<https://doi.org/10.1111/ijd.15881>

45. Kenarkoohi A, Maleki M, Safari T, Kaffashian MR, Saljoughi F, Sohrabipour S. Angiotensin-Converting Enzyme 2 Roles in the Pathogenesis of COVID-19. *Curr Hypertens Rev*. 2021;17(3):207-216.

<https://doi.org/10.2174/1573402116666200810134702>

46. Македонова ЮА, Поройский СВ, Гаврикова ЛМ, Афанасьева ОЮ. Проявление заболеваний слизистой полости рта у больных, перенесших COVID-19. *Вестник ВолГМУ*. 2021;(1):110-115.

[https://doi.org/10.19163/1994-9480-2021-1\(77\)-110-115](https://doi.org/10.19163/1994-9480-2021-1(77)-110-115)

47. Avais LS, Pacheco EC, Gomes LPOZ, Baldani MH, Martins CM, Waldman EA, et al. Oral Manifestations in the Post COVID-19 Condition: A Systematic Review With Meta-Analysis. *Reviews in Medical Virology*. 2025;35(4):e70057.

<https://doi.org/10.1002/rmv.70057>

## REFERENCES

1. Leonov G.E., Starodubova A.V. The role of oral microbiota in the development of gastrointestinal diseases. *Effective pharmacotherapy*. 2025;21(22):68-76 (In Russ.).

<https://doi.org/10.33978/2307-3586-2025-21-22-68-76>

2. Mojon P. Oral health and respiratory infection. *Journal of the Canadian Dental Association*. 2002;68(6):340-345. Available from:

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12034069/>

3. Caselli E, Fabbri C, D'Accolti M, Soffritti I, Bassi C, Mazzacane S, et al. Defining the oral microbiome by whole-genome sequencing and resistome analysis: the complexity of the healthy picture. *BMC Microbiology*. 2020;20(1):120.

<https://doi.org/10.1186/s12866-020-01801-y>

4. Takahashi Y, Watanabe N, Kamio N, Yokoe S, Suzuki R, Sato S, et al. Expression of the SARS-CoV-2 Re-

ceptor ACE2 and Proinflammatory Cytokines Induced by the Periodontopathic Bacterium Fusobacterium nucleatum in Human Respiratory Epithelial Cells. *International Journal of Molecular Sciences*. 2021;22(3):1352.

<https://doi.org/10.3390/ijms22031352>

5. Xu J, Li Y, Gan F, Du Y, Yao Y. Salivary Glands: Potential Reservoirs for COVID-19 Asymptomatic Infection. *Journal of Dental Research*. 2020;99(8):989.

<https://doi.org/10.1177/0022034520918518>

6. Nardelli C, Gentile I, Setaro M, Di Domenico C, Pinchera B, Buonomo AR, et al. Nasopharyngeal Microbiome Signature in COVID-19 Positive Patients: Can We Definitely Get a Role to Fusobacterium periodonticum? *Frontiers in Cellular and Infection Microbiology*. 2021;11:625581.

<https://doi.org/10.3389/fcimb.2021.625581>

7. Liu J, Liu S, Zhang Z, Lee X, Wu W, Huang Z, et al. Association between the nasopharyngeal microbiome and metabolome in patients with COVID-19. *Synthetic and Systems Biotechnology*. 2021;6(3):135-143. <https://doi.org/10.1016/j.synbio.2021.06.002>
8. Starikova E.V., Galeeva Ju.S., Andreev D.N., Sokolov Ph.S., Fedorov D.E., Manolov A.I., et al. Composition of the oropharyngeal microbiota in patients with COVID-19 of different pneumonia severity. *Therapeutic archive*. 2022;94(8):963-972 (In Russ.). <https://doi.org/10.26442/00403660.2022.08.201780>
9. Zou X, Chen K, Zou J, Han P, Hao J, Han Z. Single-cell RNA-seq data analysis on the receptor ACE2 expression reveals the potential risk of different human organs vulnerable to 2019-nCoV infection. *Frontiers in Medicine*. 2020;14(2):185-192. <https://doi.org/10.1007/s11684-020-0754-0>
10. Hoffmann M, Kleine-Weber H, Schroeder S, Krüger N, Herrler T, Erichsen S, et al. SARS-CoV-2 Cell Entry Depends on ACE2 and TMPRSS2 and Is Blocked by a Clinically Proven Protease Inhibitor. *Cell*. 2020;181(2):271-280.e8. <https://doi.org/10.1016/j.cell.2020.02.052>
11. Golota A.S., Kamilova T.A., Shneider O.V., Vologzhanin D.A., Sherbak S.G. Pathogenesis of the initial stages of severe COVID-19. *Journal of Clinical Practice*. 2021;12(2):83-102 (In Russ.). <https://doi.org/10.17816/clinpract71351>
12. AbuBakr N, Salem ZA, Kamel AHM. Oral manifestations in mild-to-moderate cases of COVID-19 viral infection in the adult population. *Dental and Medical Problems*. 2021;58(1):7-15. <https://doi.org/10.17219/dmp/130814>
13. Biadsee A, Biadsee A, Kassem F, Dagan O, Masarwa S, Ormianer Z. Olfactory and oral manifestations of COVID-19: Sex-related symptoms – a potential pathway to early diagnosis. *Otolaryngology – Head and Neck Surgery*. 2020;163(4):722-728. <https://doi.org/10.1177/0194599820934380>
14. Herrera D, Serrano J, Roldán S, Sanz M. Is the oral cavity relevant in SARS-CoV-2 pandemic? *Clin Oral Investig*. 2020;24(8):2925-2930. <https://doi.org/10.1007/s00784-020-03413-2>
15. To KK, Tsang OT, Yip CC, Chan KH, Wu TC, Chan JM, et al. Consistent Detection of 2019 Novel Coronavirus in Saliva. *Clinical Infectious Diseases*. 2020;71(15):841-843. <https://doi.org/10.1093/cid/ciaa149>
16. Cantuti-Castelvetri L, Ojha R, Pedro LD, Djannatian M, Franz J, Kuivanen S, van der Meer F, et al. Neuropilin-1 facilitates SARS-CoV-2 cell entry and infectivity. *Science*. 2020;370(6518):856-860. <https://doi.org/10.1126/science.abd2985>
17. Olganier D, Farahani E, Thyrssted J, Blay-Cadanet J, Herengt A, Idorn M, et al. SARS-CoV2-mediated suppression of NRF2-signaling reveals potent antiviral and anti-inflammatory activity of 4-octyl-itaconate and dimethyl fumarate. *Nature Communications*. 2020;11(1):4938. <https://doi.org/10.1038/s41467-020-18764-3>
18. Chiu AV, Saigh MA, McCulloch CA, Glogauer M. The Role of Nrf2 in the Regulation of Periodontal Health and Disease. *Journal of Dental Research*. 2017;96(9):975-983. <https://doi.org/10.1177/0022034517715007>
19. Sachdeva M, Gianotti R, Shah M, Bradanini L, Tosi D, Veraldi S, et al. Cutaneous manifestations of COVID-19: Report of three cases and a review of literature. *Journal of Dermatological Science*. 2020;98(2):75-81. <https://doi.org/10.1016/j.jdermsci.2020.04.011>
20. Manalo IF, Smith MK, Cheeley J, Jacobs R. A dermatologic manifestation of COVID-19: Transient livedo reticularis. *Journal of the American Academy of Dermatology*. 2020;83(2):700. <https://doi.org/10.1016/j.jaad.2020.04.018>
21. Gianotti R, Zerbi P, Dodiuk-Gad RP. Clinical and histopathological study of skin dermatoses in patients affected by COVID-19 infection in the Northern part of Italy. *Journal of Dermatological Science*. 2020;98(2):141-143. <https://doi.org/10.1016/j.jdermsci.2020.04.007>
22. Magro C, Mulvey JJ, Berlin D, Nuovo G, Salvatore S, Harp J, et al. Complement associated microvascular injury and thrombosis in the pathogenesis of severe COVID-19 infection: A report of five cases. *Translational Research*. 2020;220:1-13. <https://doi.org/10.1016/j.trsl.2020.04.007>
23. Iordanishvili A.K., Malyshev M.E., Shvetsov M.M. Correction of immune dysfunction of the oral cavity in people who have suffered a new coronavirus infection COVID-19. *The Dental Institute*. 2022;(3):54-57 (In Russ.). Available from: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=49483804>
24. Zalyalieva M.V., Rashidova F.M., Nuruzova Z.A., Abdukadyrova M.U., Mirakhmedova N.N. Indicators of innate (lysozyme) and adaptive (SIGA) immunity in the saliva of patients with COVID-19. *Theoretical and clinical medicine*. 2022;2:90-93 (In Russ.). Available from: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=48657974>
25. Malyshev ME, Shvetsov MM, Iordanishvili AK. Postcoital syndrome: features of preparation for dental implantation. *Health is the basis of human potential: problems and ways to solve them*. 2022;17(2):845-852 (In Russ.). Available from: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=53851035>
26. Shvetsov M.M., Malyshev M.E., Iordanishvili A.K. Possibilities of domestic individual oral care products in eliminating dental manifestations of the consequences of a new coronavirus infection COVID-19. *Medical alphabet*. 2022;(2):25-29 (In Russ.). <https://doi.org/10.33667/2078-5631-2022-2-25-29>
27. Kolchanova N.E., Manak T.N., Okulich V.K. The state of the biological system of the oral cavity in patients after COVID-19. *Sovremennaya stomatologiya*. 2021;(1):54-58 (In Russ.). Available from: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=44930163>
28. Satygo E.A., Bakulin I.G., Limina A.P. Oral hygiene and oral fluid indices in patients with post-COVID syndrome using different kinds of toothpastes. *Parodontologiya*. 2021;26(4):301-307 (In Russ.). doi: 10.33925/1683-3759-2021-26-4-301-307

29. Surna A, Kubilius R, Sakalauskiene J, Vitkauskienė A, Jonaitis J, Saferis V, et al. Lysozyme and microbiota in relation to gingivitis and periodontitis. *Medical Science Monitor*. 2009;15(2):CR66-73.  
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19179970/>
30. Soffritti I, D'Accolti M, Fabbri C, Passaro A, Manfredini R, Zuliani G, et al. Oral Microbiome Dysbiosis Is Associated With Symptoms Severity and Local Immune/Inflammatory Response in COVID-19 Patients: A Cross-Sectional Study. *Frontiers in Microbiology*. 2021;12:687513.  
<https://doi.org/10.3389/fmicb.2021.687513>
31. Pfeiffer JK, Sonnenburg JL. The intestinal microbiota and viral susceptibility. *Frontiers in Microbiology*. 2011;2:92.  
<https://doi.org/10.3389/fmicb.2011.00092>
32. Lynch SV. Viruses and microbiome alterations. *Annals of the American Thoracic Society*. 2014;11 Suppl 1:S57-60.  
<https://doi.org/10.1513/AnnalsATS.201306-158MG>
33. Honarmand Ebrahimi K. SARS-CoV-2 spike glycoprotein-binding proteins expressed by upper respiratory tract bacteria may prevent severe viral infection. *FEBS Letters*. 2020;594(11):1651-1660.  
<https://doi.org/10.1002/1873-3468.13845>
34. Chen Y, Chen Z, Guo R, Chen N, Lu H, Huang S, et al. Correlation between gastrointestinal fungi and varying degrees of chronic hepatitis B virus infection. *Diagnostic microbiology and infectious disease*. 2011;70(4):492-498.  
<https://doi.org/10.1016/j.diagmicrobio.2010.04.005>
35. Ren Z, Wang H, Cui G, Lu H, Wang L, Luo H, et al. Alterations in the human oral and gut microbiomes and lipidomics in COVID-19. *Gut*. 2021;70(7):1253-1265.  
<https://doi.org/10.1136/gutjnl-2020-323826>
36. Dessì A, Bosco A, Pintus R, Orrù G, Fanos V. Fusobacterium nucleatum and alteration of the oral microbiome: from pregnancy to SARS-COV-2 infection. *Eur Rev Med Pharmacol Sci*. 2021;25(13):4579-4596.  
[https://doi.org/10.26355/eurrev\\_202107\\_26251](https://doi.org/10.26355/eurrev_202107_26251)
37. Brennan CA, Garrett WS. Fusobacterium nucleatum – symbiont, opportunist and oncobacterium. *Nature Reviews Microbiology*. 2019;17(3):156-166.  
<https://doi.org/10.1038/s41579-018-0129-6>
38. Bao L, Zhang C, Lyu J, Yan C, Cao R, Pan M, et al. Beware of pharyngeal Fusobacterium nucleatum in COVID-19. *BMC Microbiology*. 2021;21(1):277.  
<https://doi.org/10.1186/s12866-021-02336-6>
39. Bontempo A, Chirino A, Heidari A, Lugo A, Shindo S, Pastore MR, Madonia R, et al. Inhibition of SARS-CoV-2 infection by Porphyromonas gingivalis and the oral microbiome. *Microbiology Spectrum*. 2024 Oct 3;12(10):e0059924.  
<https://doi.org/10.1128/spectrum.00599-24>
40. Chipashvili O, Utter DR, Bedree JK, Ma Y, Schulte F, Mascarin G, et al. Episymbiotic Saccharibacteria suppresses gingival inflammation and bone loss in mice through host bacterial modulation. *Cell Host and Microbe*. 2021;29(11):1649-1662.e7.  
<https://doi.org/10.1016/j.chom.2021.09.009>
41. Ganesan SM, Peter TK, Withanage MHH, Boksa F, Zeng E, Martinez A, et al. COVID-19 associated oral and oropharyngeal microbiome: Systematic review and meta-analysis. *Periodontology 2000*. 2024;94(1):603-626.  
<https://doi.org/10.1111/prd.12489>
42. Merenstein C, Liang G, Whiteside SA, Cobián-Güemes AG, Merlino MS, Taylor LJ, et al. Signatures of COVID-19 Severity and Immune Response in the Respiratory Tract Microbiome. *mBio*. 2021;12(4):e0177721.  
<https://doi.org/10.1128/mBio.01777-21>
43. Amorim Dos Santos J, Normando AGC, Carvalho da Silva RL, De Paula RM, Cembranel AC, Santos-Silva AR, et al. Oral mucosal lesions in a COVID-19 patient: New signs or secondary manifestations? *International Journal of Infectious Diseases*. 2020;97:326-328.  
<https://doi.org/10.1016/j.ijid.2020.06.012>
44. Reis VP, Bezerra AR, Maia ABP, Marques LC, Conde DC. An integrative review of oral manifestations in patients with COVID-19: signs directly related to SARS-CoV-2 infection or secondary findings? *International Journal of Dermatology*. 2022;61(3):278-290.  
<https://doi.org/10.1111/ijd.15881>
45. Kenarkoohi A, Maleki M, Safari T, Kaffashian MR, Saljoughi F, Sohrabipour S. Angiotensin-Converting Enzyme 2 Roles in the Pathogenesis of COVID-19. *Curr Hypertens Rev*. 2021;17(3):207-216.  
<https://doi.org/10.2174/1573402116666200810134702>
46. Makedonova Yu.A., Poroisky S.V., Gavrikova L.M., Afanasyeva O.Y. Manifestation of diseases of the oral mucosa in patients who have had COVID-19. *Vestnik VolGMU*. 2021;1(77):110-115 (In Russ.).  
[https://doi.org/10.19163/1994-9480-2021-1\(77\)-110-115](https://doi.org/10.19163/1994-9480-2021-1(77)-110-115)
47. Avais LS, Pacheco EC, Gomes LPOZ, Baldani MH, Martins CM, Waldman EA, et al. Oral Manifestations in the Post COVID-19 Condition: A Systematic Review With Meta-Analysis. *Reviews in Medical Virology*. 2025;35(4):e70057.  
<https://doi.org/10.1002/rmv.70057>

## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

### Автор, ответственный за связь с редакцией:

**Хамзина Гульнара Ринатовна**, кандидат медицинских наук, ассистент кафедры терапевтической стоматологии Башкирского государственного медицинского университета, Уфа, Российская Федерация  
 Для переписки: stomat.gkb8@mail.ru  
 ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-0889-6216>

**Кабирова Миляуша Фаузиевна**, доктор медицинских наук, профессор, проректор по стратегическому развитию Башкирского государственного медицинского университета, Уфа, Российская Федерация

Для переписки: kabirova\_milya.ru  
 ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0372-8617>

## INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

### Corresponding author:

**Gulnara R. Hamzina**, DMD, PhD, Assistant Professor, Department of the Restorative Dentistry, Bashkir State Medical University, Ufa, Russian Federation

For correspondence: stomat.gkb8@mail.ru

ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-0889-6216>

**Milyausha F. Kabirova**, DMD, PhD, DSc, Professor, Vice-Rector for Strategic Development, Bashkir State Medical University, Ufa, Russian Federation.

For correspondence: kabirova\_milya.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0372-8617>

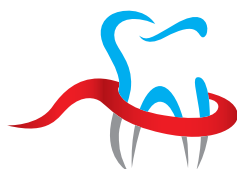
*Поступила / Article received 02.10.2025*

*Поступила после рецензирования / Revised 13.11.2025*

*Принята к публикации / Accepted 25.12.2025*

**Вклад авторов в работу.** Все авторы подтверждают соответствие своего авторства международным критериям ICMJE, а также согласны принять на себя ответственность за все аспекты работы: Хамзина Г.Р. – разработка концепции, курирование данных, формальный анализ данных, проведение исследования, разработка методологии, валидация результатов, написание черновика рукописи; Кабировва М.Ф. – административное руководство исследовательским проектом, предоставление ресурсов для проведения исследования, научное руководство, написание рукописи – рецензирование и редактирование.

**Authors' contribution.** All authors confirm that their contributions comply with the international ICMJE criteria and agree to take responsibility for all aspects of the work: G.R. Khamzina – conceptualization, data curation, formal analysis, investigation, methodology, validation, writing – original draft preparation; M.F. Kabirova – project administration, resources, supervision, writing – review & editing.



РОССИЙСКАЯ  
ПАРОДОНТОЛОГИЧЕСКАЯ  
АССОЦИАЦИЯ

### Российская Пародонтологическая Ассоциация (РПА)

**реализует различные проекты, направленные на развитие отечественной научной и практической пародонтологии, а именно:**

Организует и проводит региональные, всероссийские и международные мероприятия, направленные на распространение информации о новейших достижениях в области клинической пародонтологии;

Занимается созданием российских клинических рекомендаций;

Участвует в разработке и внедрении методов обучения в области пародонтологии, а также стандартов и порядков оказания пародонтологической помощи населению РФ;

Организует, координирует и проводит научные исследования и разработки;

Участвует в развитии системы непрерывного медицинского обучения врачей;

Реализует социальные проекты, в том числе направленные на распространение знаний о снижении заболеваемости и распространенности заболеваний тканей пародонта для населения РФ;

**Ознакомиться с деятельностью Ассоциации и узнать информацию о вступлении можно на сайте**

[www.rsparo.ru](http://www.rsparo.ru)

Президент ПА «РПА» – д.м.н., профессор Виктория Геннадьевна Атрушкевич ([atrushkevichv@mail.ru](mailto:atrushkevichv@mail.ru))

Почетный президент ПА «РПА» – д.м.н., профессор Людмила Юрьевна Орехова ([prof\\_orekhova@mail.ru](mailto:prof_orekhova@mail.ru))

Элект-президент ПА «РПА» – к.м.н., Лобода Екатерина Сергеевна ([dr\\_ekaterinaloboda@mail.ru](mailto:dr_ekaterinaloboda@mail.ru))





# Сравнительные характеристики систем дентальных имплантатов в условиях импортозамещения

В.В. Лабис<sup>1</sup>, И.В. Таболин<sup>1</sup>, Э.А. Базикян<sup>1</sup>, И.Г. Дьячкова<sup>2\*</sup>, Д.А. Золотов<sup>2</sup>,  
В.Е. Асадчиков<sup>2</sup>, О.М. Жигалина<sup>2,3</sup>, Д.Н. Хмеленин<sup>2</sup>, Е.А. Бейшер<sup>5</sup>, С.В. Сизова<sup>4</sup>,  
В.А. Олейников<sup>4</sup>, В.А. Путь<sup>5</sup>, И.Г. Козлов<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Российский университет медицины, Москва, Российская Федерация

<sup>2</sup>Национальный исследовательский центр «Курчатовский институт», Москва, Российская Федерация

<sup>3</sup>Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана  
(национальный исследовательский университет), Москва, Российская Федерация

<sup>4</sup>Институт биоорганической химии имени академиков М. М. Шемякина и Ю. А. Овчинникова РАН,  
Москва, Российская Федерация

<sup>5</sup>Первый Московский государственный медицинский университет имени И. М. Сеченова,  
Москва, Российская Федерация

## АННОТАЦИЯ

**Актуальность.** Целью исследования было проведение сравнительного анализа различных систем дентальных имплантатов, инициированного обнаруженной ранее свободной эмиссией и эмиссией под нагрузкой нано- и микроразмерных частиц с поверхностей дентальных имплантатов. Использование различных способов обработки поверхности при изготовлении сертифицированных медицинских изделий, а также сплавов на основе титана, не исключают возможность развития воспалительных осложнений в виде мукозита и периимплантита. Дезинтеграция дентальных имплантатов в отсроченном периоде времени, при свершившейся ранее успешной остеоинтеграции, делает необходимым поиск новых сплавов и покрытий, модифицирующих свойства медицинских изделий, а также проведение научных исследований по идентификации причин возникающих осложнений воспалительного генеза. **Материалы и методы.** В данной работе с помощью современных нанотехнологических методов исследования, таких как рентгеновская микротомография, рентгенофлуоресцентный анализ, растровая и просвечивающая электронная микроскопия, а также динамическое светорассеяние, была дана сравнительная характеристика стабильности окисного слоя шести систем дентальных имплантатов: Astra Tech (Австрия), Neobiotech (Корея), Nobel Replace (Швейцария), Alpha Bio (Израиль), Straumann (Швейцария) и Dental Synthesis (Россия). **Результаты.** Показано, что углеродное покрытие на поверхности дентальных имплантатов отечественной системы Dental Synthesis, разработанное для сдерживания эмиссии металлических наночастиц, является эффективным при механической нагрузке. **Заключение.** Проведенное исследование позволило оценить и интерпретировать, в условиях лаборатории, отдаленные результаты дальнейшего применения сертифицированных медицинских изделий в клинике.

**Ключевые слова:** дентальные имплантаты, наноразмерные частицы, микроразмерные частицы, эмиссия частиц, углеродное покрытие

**Для цитирования:** Лабис ВВ, Таболин ИВ, Базикян ЭА, Дьячкова ИГ, Золотов ДА, Асадчиков ВЕ, Жигалина ОМ, Хмеленин ДН, Бейшер ЕА, Сизова СВ, Олейников ВА, Путь ВА, Козлов ИГ. Сравнительные характеристики систем дентальных имплантатов в условиях импортозамещения. *Пародонтология*. 2026;31(1):31-43. <https://doi.org/10.33925/1683-3759-2026-1175>

\***Автор, ответственный за связь с редакцией:** Дьячкова Ирина Геннадьевна, Национальный исследовательский центр «Курчатовский институт», 119333, Ленинский просп., д. 59, г. Москва, Российская Федерация. Для переписки: sig74@mail.ru

**Конфликт интересов:** Авторы декларируют отсутствие конфликта интересов.

**Благодарности:** Работа проведена в рамках выполнения государственного задания НИЦ «Курчатовский институт» (в части рентгеновских и электронно-микроскопических исследований). Электронно-микроскопические исследования были проведены с использованием оборудования ЦКП Курчатовского комплекса кристаллографии и фотоники. Индивидуальные благодарности для декларирования отсутствуют.

## Comparative evaluation of dental implant systems in the context of import substitution

V.V. Labis<sup>1</sup>, I.V. Tabolin<sup>1</sup>, E.A. Bazikyan<sup>1</sup>, I.G. Dyachkova<sup>2\*</sup>, D.A. Zolotov<sup>2</sup>,  
V.E. Asadchikov<sup>2</sup>, O.M. Zhigalina<sup>2, 3</sup>, D.N. Khmelenin<sup>2</sup>, E.A. Beisher<sup>3</sup>,  
S.V. Sizova<sup>4</sup>, V.A. Oleinikov<sup>4</sup>, V.A. Put<sup>5</sup>, I.G. Kozlov<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Russian University of Medicine, Moscow, Russian Federation

<sup>2</sup>National Research Centre "Kurchatov Institute", Moscow, Russian Federation

<sup>3</sup>Bauman Moscow State Technical University, Moscow, Russian Federation

<sup>4</sup>Shemyakin-Ovchinnikov Institute of Bioorganic Chemistry of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russian Federation

<sup>5</sup>I.M. Sechenov First Moscow State Medical University, Moscow, Russian Federation

## ABSTRACT

**Relevance.** This study aimed to compare different dental implant systems in light of previously reported spontaneous and load-induced release of nano- and microparticles from implant surfaces. Despite the use of various surface treatment methods and titanium-based alloys in the manufacture of certified medical devices, inflammatory complications such as peri-implant mucositis and peri-implantitis may still occur. In addition, delayed degradation of the implant surface may occur even after successful osseointegration. These findings underscore the need to develop improved alloys and surface coatings and to further investigate the causes of inflammatory complications associated with dental implants. **Materials and methods.** The stability of the surface oxide layer was evaluated in six dental implant systems: Astra Tech (Austria), Neobiotech (Korea), Nobel Replace (Switzerland), Alpha Bio (Israel), Straumann (Switzerland), and Dental Synthesis (Russia). The analysis was performed using advanced techniques, including X-ray microtomography, X-ray fluorescence analysis, scanning electron microscopy, transmission electron microscopy, and dynamic light scattering. **Results.** The carbon coating applied to domestically manufactured Dental Synthesis implants to reduce metallic nanoparticle release remained effective under mechanical loading. **Conclusion.** This laboratory study provided a basis for further investigation of the long-term clinical performance of these dental implant systems.

**Keywords:** dental implants, nanoparticles, microparticles, particle release, carbon coating

**For citation:** Labis V.V., Tabolin I.V., Bazikyan E.A., Dyachkova I.G., Zolotov D.A., Asadchikov V.E., Zhigalina O.M., Khmelenin D.N., Beisher E.A., Sizova S.V., Oleinikov V.A., Put V.A., Kozlov I.G. Comparative evaluation of dental implant systems in the context of import substitution. *Parodontologiya*. 2026;32(1):31-43. (In Russ.).<https://doi.org/10.33925/1683-3759-2026-1175>

\***Corresponding author:** Dyachkova Irina, National Research Centre "Kurchatov Institute", 119333, Leninskiy Prospekt, 59, Moscow, Russian Federation. For correspondence: sig74@mail.ru

**Conflict of interests:** The authors declare no conflict of interests.

**Acknowledgments:** The X-ray and electron microscopy studies were carried out within the framework of the state assignment of the National Research Center Kurchatov Institute. Electron microscopy was performed using the equipment of the Shared Research Center "Structural Diagnostics of Materials" of the Kurchatov Complex for Crystallography and Photonics.

## ВВЕДЕНИЕ

На сегодняшний день во всем мире продолжается изучение влияния нано- и микрочастиц металлов на организм человека [1–3].

Несмотря на существование различных способов очистки поверхностей медицинских изделий и разработки новых покрытий, нельзя исключить развитие таких воспалительных осложнений как мукозит и периимплантит, приводящих в последующем к дезинтеграции дентальных имплантатов.

Продолжаются экспериментальные исследования в условиях лаборатории, посвященные изучению чистоты поверхности изделий при применении разных способов обработки поверхностей металлических структур, разработка новых антибактериальных покрытий [4, 5].

Причины дезинтеграций медицинских изделий, изготовленных на основе сплава титана при успешной остеоинтеграции, в основном рассматриваются

с позиции механической перегрузки или бактериального фактора [6, 7].

Ранее была доказана свободная эмиссия и эмиссия под механической нагрузкой наноразмерных металлических частиц (НРМЧ), с поверхности разных систем дентальных имплантатов и других металлических изделий. Полученные результаты пилотных исследований стали основанием к проведению сравнительного анализа стабильности окисного слоя шести систем сертифицированных медицинских изделий и их состава, в условиях импортозамещения [8].

Исходя из ранее проведенных исследований, мы предполагаем, что эмиссия наноразмерных металлических частиц при взаимодействии с белками крови образует комплексы, которые являются основой для распознавания и накопления в иммунокомпетентных клетках с их последующей агрегацией под механической нагрузкой в тканях костного ложа. Такое накопление может провоцировать раннюю клеточную гибель, запуская тем самым хрониче-

ческое аутовоспаление, усугубляемое возможностью проникновения бактерий из полости рта с последующим формированием биопленок [9].

С целью сдерживания эмиссии нано- и микро-частиц, под воздействием механической нагрузки, в нашей стране была разработана отечественная система дентальных имплантатов с углеродным покрытием (Рубштейн АП, Владимиров АБ, Плотников СА, Пушкарь СС, авторы; ФГБУН Институт физики металлов им. М. Н. Михеева УрО РАН, патенто-обладатель. Способ изготовления внутрикостного стоматологического имплантата с углеродным на-покрытием. Патент RU2571559C1 Российская Фе-дерация. Опубликовано 20.12.2015).

Актуальным является изучение свободной эмиссии нано- и микро-размерных частиц и имитация механической нагрузки, с использованием запатентованного способа получения супернатантов с поверхности разных систем дентальных имплантатов. Сравнительный анализ, проведенный с использованием физических и клинических методов исследований, по изучению стабильности окисного слоя сертифицированных медицинских изделий, представлен ниже.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

### Образцы исследования

Исследовались новые дентальные имплантаты шести различных систем производителей: Astra Tech (part of Dentsply Sirona, США, Австрия), Neobiotech (Neobiotech Co., Ltd., Сеул, Республика Корея), Nobel Replace (Kloten, canton of Zürich, Швейцария), Alpha Bio (Alpha-Bio Tec Ltd., Petach Tikva, Израиль), Straumann (Straumann Holding AG Peter Merian-Weg 12 4002 Basel Швейцария) и Dental Synthesis (Синтез Про, система дентальных имплантатов с углеродным покрытием, Россия). Исследования проводились как на клинической базе кафедры ФГБОУ ВО «Российский университет медицины» Минздрава России, так и в коллаборации с другими научными учреждениями: Институт биоорганической химии имени академиков М. М. Шемякина и Ю. А. Овчинникова РАН; Отделение «Институт кристаллографии имени А. В. Шубникова» Курчатовского комплекса кристаллографии и фотоники НИЦ «Курчатовский институт»; Первый Московский государственный медицинский университет имени И. М. Сеченова Министерства здравоохранения РФ.

Для проведения рентгеновских исследований на кафедре хирургической стоматологии и импланто-логии НОИ непрерывного профессионального образования имени Н. Д. Ющука ФГБОУ ВО «Российский университет медицины» Минздрава России, проводили забор мягкотканых биоптатов на этапах хирургических ревизий. Данный забор биоптатов осуществлялся до удаления несостоятельных дентальных имплантатов с целью последующего изучения причин дезинтеграции.

В условиях ламинара, способом, описанным в патенте (Базикян ЭА, Лабис ВВ, Козлов ИГ, Хайдуков СВ, Лабис ЮВ, авторы и патентообладатели. Способ персонифицированного подбора дентального имплантата на основе сплавов оксида титана. Патент RU2611013C Российская Федерация. Опубликовано 17.02.2017), были получены супернатанты с поверхностей 30 единиц дентальных имплантатов шести систем производителей как при свободной эмиссии наночастиц, так и при имитации нагрузки. Проведены измерения нано- и микро-частиц методом динамического светорассеяния (ДСР), сформированы шесть концентратов, и осуществлена визуализация частиц и поверхностей дентальных имплантатов в растровом и просвечивающем электронных микроскопах (РЭМ, ПЭМ).

### Рентгеновская микротомография

Для выявления инородных включений в биологических тканях биоптатов, импрегнированных с поверхности окисного слоя медицинских сертифицированных изделий и для определения их расположения, размера и коэффициента поглощения, использовался метод рентгеновской абсорбционной микротомографии.

Томографические исследования образцов проводились на рентгеновском микротомографе «ТОМАС» [10]. В данных измерениях использовался кристалл-монокроматор из пиролитического графита (размер пучка на объекте около 2 см). Использование монохроматического излучения позволяет проводить измерения реального значения линейного коэффициента ослабления рентгеновского излучения, что важно при исследовании элементного состава образцов. Измерения проводились с применением рентгеновской трубки с молибденовым анодом (энергия 17.5 кэВ). При использовании этой энергии биологическая ткань (мягкотканый биоптат грануляционной ткани костного ложа челюстей) с одной стороны является достаточно прозрачной для сохранения высокого соотношения «сигнал – шум» на изображениях, а с другой – хорошо видны границы сильно поглощающих включений внутри этой ткани.

Геометрия проведенных экспериментов была следующая: расстояние источник – образец – 1,2 м, расстояние образец – детектор – 0,02 м. При такой геометрии эксперимента расходимость излучения пренебрежимо мала, что важно для анализа изображений. Условия зондирования: ускоряющее напряжение – 40 кВ, ток – 40 мА. Для проведения томографических исследований производилось вращение образцов относительно фиксированной вертикальной оси, при этом измерялось 400 проекций с шагом 0,5 градуса и экспозицией 4 секунды на кадр. При проведении измерений использовался высокоразрешающий рентгеновский детектор XIMEA-xiRay11 (XIMEA, Словакия). Этот детектор позволяет получать изображения с разрешением 9 мкм при поле зрения 36 × 24 мм.

Реконструкция для случая с сильно поглощающими включениями проводилась алгебраическим ме-

тодом, что позволило уменьшить как выраженность «лучевых» артефактов на восстановленных изображениях, так и дисперсию восстанавливаемого значения линейного коэффициента поглощения.

Для характеристики содержащихся в образцах микровключений была применена следующая процедура обработки полученных 3D-изображений. На первом этапе, с целью выделения границ микровключений, применялась пороговая фильтрация. При этом величина порога подбиралась вручную на основе анализа коэффициента поглощения мягких тканей по всему объекту исследования. Далее по полученным бинаризованным данным была выполнена процедура маркирования (labeling). Применение такой процедуры (сегментации) для всех томографических сечений позволило выделить и проанализировать отдельные поглощающие микровключения, а также определить их геометрические размеры (эквивалентный диаметр).

### Рентгенофлуоресцентный анализ (РФА)

Элементный состав мягкотканых биоптатов определяли методом рентгенофлуоресцентного анализа на рентгеновском микротомографе с использованием детектора-спектрометра X-123SDD (Amptek, США). Источником излучения являлись рентгеновские трубки с медным (размер фокуса  $12 \times 2,0$  мм, энергия 8,047 кэВ), молибденовым (размер фокуса  $12 \times 0,4$  мм, энергия 17,47 кэВ) или серебряным (размер фокуса  $10 \times 1,0$  мм, энергия 22,162 кэВ) анодом. Условия зондирования: ускоряющее напряжение – 40 кВ, ток – 40 мА. Излучение монохроматизировалось при помощи однократного отражения от высокосовершенного симметричного кристалла кремния, ориентацией (111). Нижний предел измерений ограничен параметрами чувствительного элемента детектора и составлял ~1 кэВ. Энергетическое разрешение снятых от исследуемого образца спектров флуоресцентного излучения составило ~150 эВ. Геометрия проведенных экспериментов была следующая: расстояние источник – образец около 1 м, расстояние образец – детектор около 0,02 м, экспозиция – 600 секунд.

### Методы растровой (РЭМ) и просвечивающей (ПЭМ) электронной микроскопии с энергодисперсионным (ЭД) анализом

РЭМ-исследования качества поверхности дентальных имплантатов проводились с помощью растрового электронного микроскопа Scios Dual Beam (Thermofisher Scientific, США) при ускоряющем напряжении 20 кВ в режиме вторичных электронов с использованием детектора вторичных электронов Everhart-Thornley. Образцы закрепляли в держателе с помощью углеродной проводящей ленты.

Для наблюдения металлографических микроструктур методом РЭМ проводилась специальная подготовка образцов. Для исследования качества покрытия имплантатов и визуализации их структуры под покрытием были получены шлифы поперечных сече-

ний, которые готовили в несколько этапов: заливка имплантата смолой, резка, механическая шлифовка, ионная полировка. Резка имплантата осуществлялась с помощью универсальной системы прецизионной резки Leica EM TXP. Интегрированный стереомикроскоп с масштабной сеткой и регулировка угла наклона держателя образцов до  $60^\circ$  (по отношению к оси вращения фрезы) обеспечивали полный визуальный контроль процесса резки и механической шлифовки поверхности образца. Механическая шлифовка проводилась с использованием шлифовальных дисков при последовательном уменьшении размера частиц абразива от 15 до 0,5 мкм. Традиционная механическая подготовка образца может приводить к появлению дополнительных повреждений, дефектов, искажающих истинную структуру поверхности. Чтобы избежать таких артефактов и улучшить контраст на РЭМ изображениях на последнем этапе использовался метод ионного травления поверхности образца в установке Hitachi IM4000 plus, которая позволяет осуществить травление поверхности образца широким пучком ионов  $Ar^+$  с энергией до 6 кВ, легко устраняет дефекты резки, обеспечивает получение неискаженных поперечных сечений большой площади (до  $5 \text{ мм}^2$ ) без приложения механического напряжения к образцу. Получение качественной поверхности образца большой площади для РЭМ-исследований обеспечивается следующим образом. Так как ионный пучок имеет профиль плотности тока гауссовой формы, то, когда центр ионного пучка, падающего на поверхность, совпадает с центром вращения образца, центральная область материала образца травится с большей скоростью, чем соседние участки его поверхности. В установке Hitachi IM4000 plus положения центров вращения и качания образца изменяются относительно центра ионного пучка, следовательно, в процессе травления обрабатывается большая площадь с повышенной однородностью.

ПЭМ-изображения получены с помощью просвечивающего электронного микроскопа с полевой эмиссией FEI Osiris при ускоряющем напряжении 200 кВ. Просвечивающий электронный микроскоп оборудован специальной системой детекторов, позволяющих получать карты распределения химических элементов большой площади за несколько минут. Для исследований на просвет приготовленные специальным образом (Базикян ЭА, Лабис ВВ, Козлов ИГ, Хайдуков СВ, Лабис ЮВ, авторы и патентообладатели. Способ персонифицированного подбора дентального имплантата на основе сплавов оксида титана. Патент RU2611013С Российская Федерация. Опубликовано 17.02.2017) супернатанты с наноразмерными частицами, полученными с поверхности дентальных имплантатов, наносили на медные сетки с тонкой подложкой из аморфного углерода.

### Динамическое светорассеяние (ДСР)

Метод динамического светорассеяния (фотон-корреляционное или квазиупругое рассеяние света) ис-

пользуется для измерения объектов размером от 1 до 1000 нм, что позволяет зафиксировать выход НРМЧ из объектов исследования. Сертифицированные медицинские изделия, в частности дентальные имплантаты, подвергались погружению в бидистиллят в условиях ламинара, затем устанавливались в CO<sub>2</sub> инкубатор, где были получены супернатанты, содержащие НРМЧ при свободной эмиссии частиц в стерильный раствор (Базикян ЭА, Лабис ВВ, Козлов ИГ, Хайдуков СВ, Лабис ЮВ, авторы и патентообладатели. Способ персонализированного подбора дентального имплантата на основе сплавов оксида титана. Патент RU2611013С Российская Федерация. Опубликовано 17.02.2017). В дальнейшем супернатанты, содержащие дентальные имплантаты, подвергались ультразвуковому воздействию с частотой 35 кГц с разными временными интервалами, что являлось имитацией *in vitro* условий физиологического погружения дентальных имплантатов в костную ткань и воспроизведения физической нагрузки в лабораторных условиях. В результате проведенных экспериментальных исследований в условиях *in vitro* были получены супернатанты с дентальных имплантатов шести исследуемых систем, при свободной эмиссии частиц, а также при воздействии ультразвуком частотой 35 кГц в течение 5, 10 и 20 минут соответственно. В качестве контроля для изучения каждой системы в экспериментах использовались по две пробирки с бидистиллированной водой.

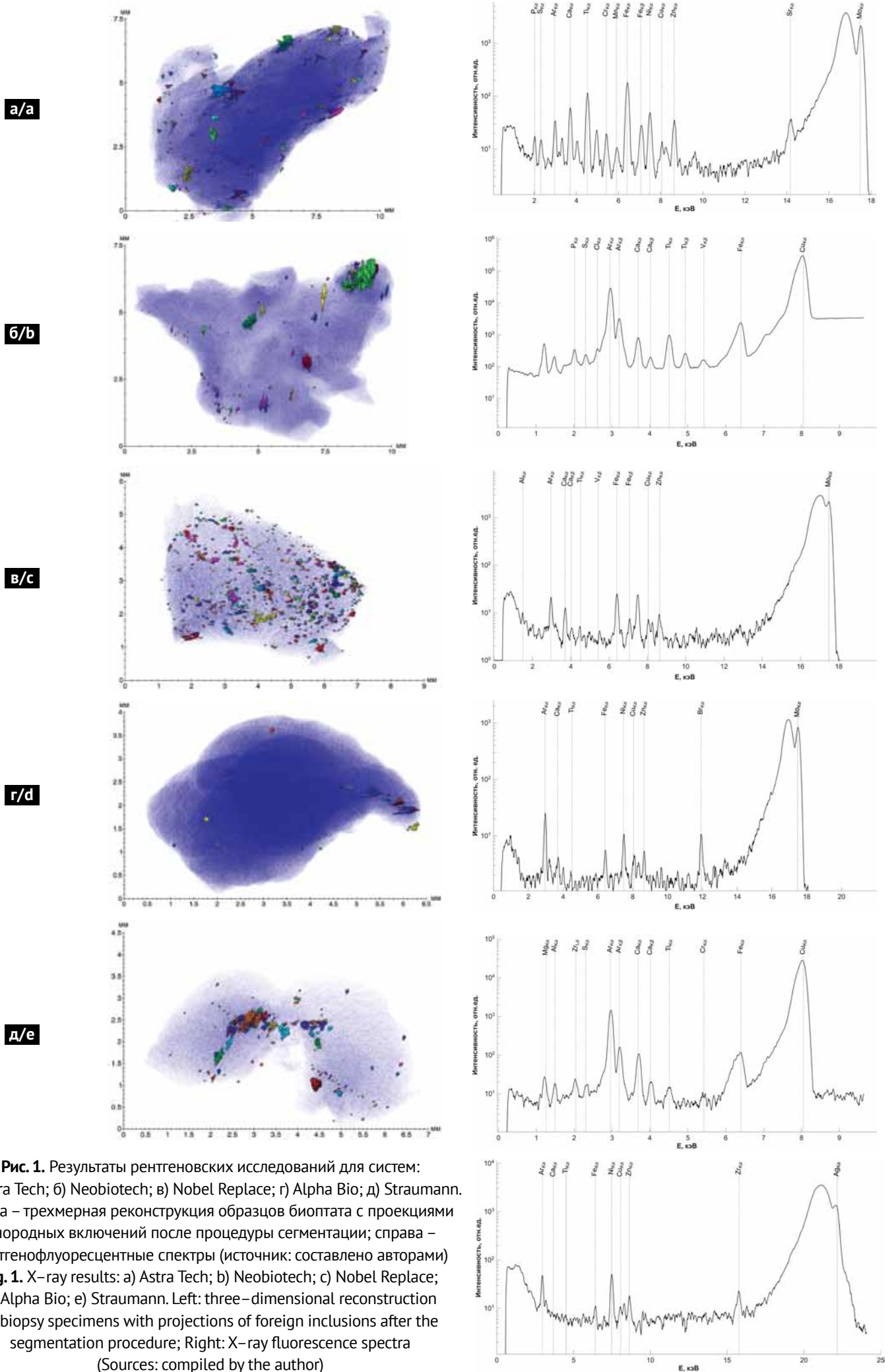
Для выявления наноразмерных частиц в полученных супернатантах и определения их размера проводили исследования на приборе фирмы 90 Plus Partical Size Analyzer (Brookhaven Instruments Corporation, США) в мультимодальном режиме с использованием автоматической функции 90Plus/BI-MAS, а также функции dust cut-off, позволяющей удалять из учитываемых наноразмерных частиц очень крупные объекты, в частности пыль. При этом значение фильтра составляло 20. Методом динамического светорассеяния измерялись три параметра: диаметр НРМЧ (D, нм), частота встречаемости НРМЧ в составе супернатантов (ACR, kcps) и полидисперсность НРМЧ в составе супернатантов (PD, %).

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

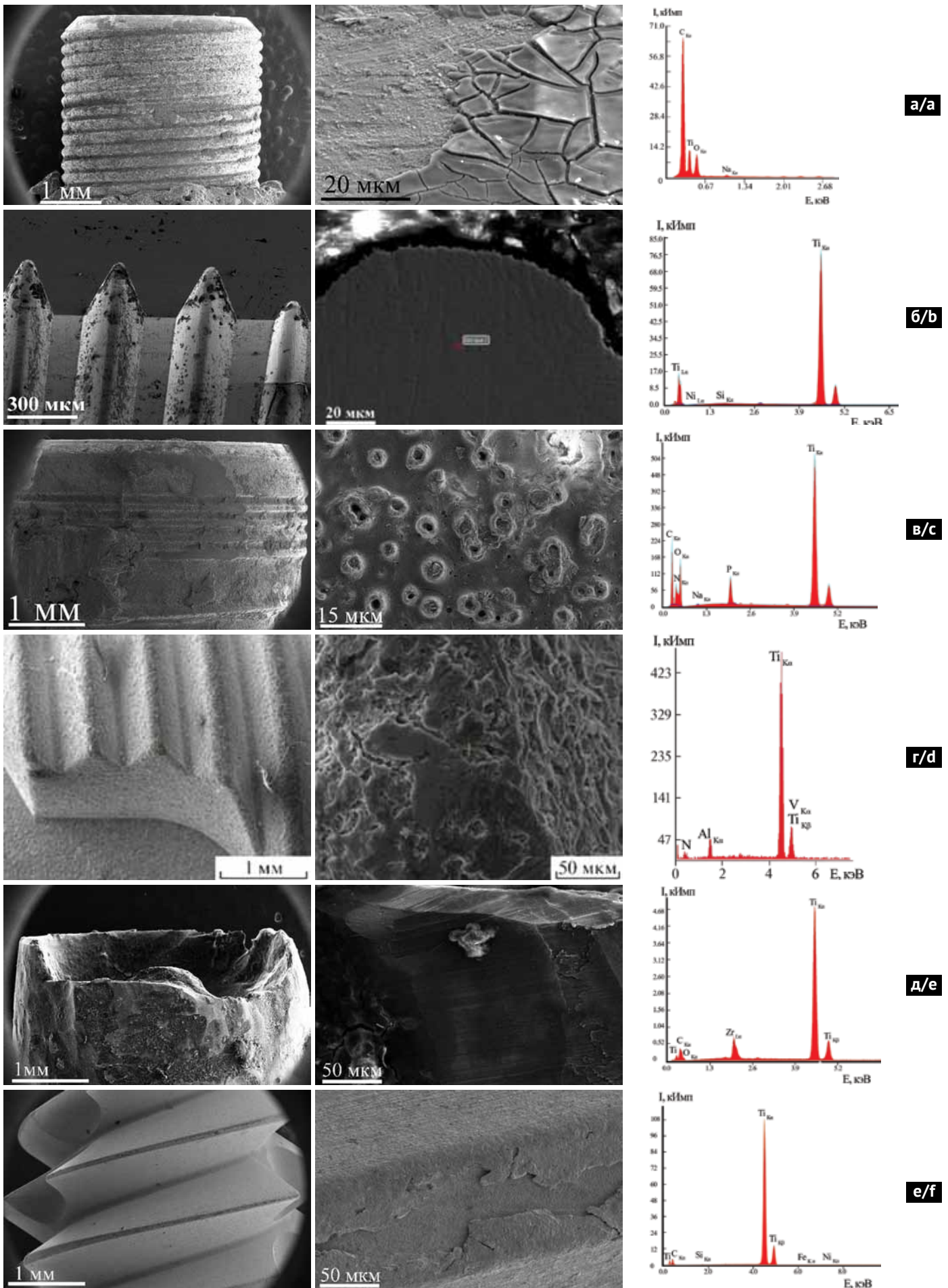
На рисунке 1 представлены результаты рентгеновских исследований образцов мягкотканых биоптатов, взятых из полости рта пациентов в области ранее установленных дентальных имплантатов пяти систем производителей, за исключением новой российской системы дентальных имплантатов Dental Synthesis, по которой отсутствуют долгосрочные клинические наблюдения. В таблице 1 приведены оцененные в ходе анализа полученных трехмерных реконструкций количественные параметры: размеры (эквивалентный диаметр, объем) и средние коэффициенты поглоще-

**Таблица 1.** Количественные параметры микровключений (источник: составлено авторами)  
**Table 1.** Quantitative parameters of microscopic inclusions (Sources: compiled by the author)

Значения Values	Объем, мкм <sup>3</sup> Volume, μm <sup>3</sup>	Диаметр, мкм Diameter, μm	Коэффициент поглощения (μ), мм <sup>-1</sup> Absorption coefficient (μ), mm <sup>-1</sup>	Химические элементы Chemical elements
<b>Astra Tech</b>				
Мин. / min	8019	24.83	0.17	Ti
Макс / max	5.18 × 10 <sup>7</sup>	462.53	1.76	
Сред / mean	0.515 × 10 <sup>6</sup>	42.84	0.20	
<b>Neobiotech</b>				
Мин. / min	8019	24.83	0.17	Ti, V
Макс / max	1.18 × 10 <sup>8</sup>	610.1	6.74	
Сред / mean	0.85 × 10 <sup>6</sup>	54.12	0.21	
<b>Nobel Replace</b>				
Мин. / min	729	11.1	0.22	Al, Ti, V
Макс / max	6.8 × 10 <sup>6</sup>	235.4	3.134	
Сред / mean	0.19 × 10 <sup>6</sup>	51.6	0.26	
<b>Alpha Bio</b>				
Мин. / min	8748	25.56	0.185	Ti
Макс / max	3.79 × 10 <sup>6</sup>	193.46	3.27	
Сред / mean	0.42 × 10 <sup>6</sup>	46.65	0.23	
<b>Straumann</b>				
Мин. / min	15309	30.8	0.21	Al, Zr, Ti
Макс / max	10.504 × 10 <sup>6</sup>	271.71	1.75	
Сред / mean	0.051 × 10 <sup>6</sup>	49.25	0.27	



**Рис. 1.** Результаты рентгеновских исследований для систем: а) Astra Tech; б) Neobiotech; в) Nobel Replace; г) Alpha Bio; д) Straumann. Слева – трехмерная реконструкция образцов биоптата с проекциями инородных включений после процедуры сегментации; справа – рентгенофлуоресцентные спектры (источник: составлено авторами)  
**Fig. 1.** X-ray results: а) Astra Tech; б) Neobiotech; в) Nobel Replace; г) Alpha Bio; д) Straumann. Left: three-dimensional reconstruction of biopsy specimens with projections of foreign inclusions after the segmentation procedure; Right: X-ray fluorescence spectra (Sources: compiled by the author)



**Рис. 2.** РЭМ-изображения поверхности имплантатов с энергодисперсионным анализом для систем: а) Astra Tech; б) Neobiotech; в) Nobel Replace; г) Alpha Bio; д) Straumann; е) Dental Synthesis. Слева – общий вид и увеличенное изображение области снятия ЭД-спектра; справа – энергодисперсионные спектры (источник: составлено авторами)

**Fig. 2.** STEM images of implant surfaces and corresponding energy-dispersive spectra for the following systems: (a) Astra Tech; (b) Neobiotech; (c) Nobel Replace; (d) Alpha Bio; (e) Straumann; and (f) Dental Synthesis. Left: overview image and enlarged view of the area selected for EDS analysis. Right: energy-dispersive spectra (Sources: compiled by the author)

ния, обнаруженных инородных включений в биологических тканях. Также в таблице 1 приведены химические элементы, обнаруженные в биоптатах при расшифровке рентгенофлуоресцентных спектров, соотносящиеся с составом, заявленным производителем дентальных имплантатов исследуемых систем.

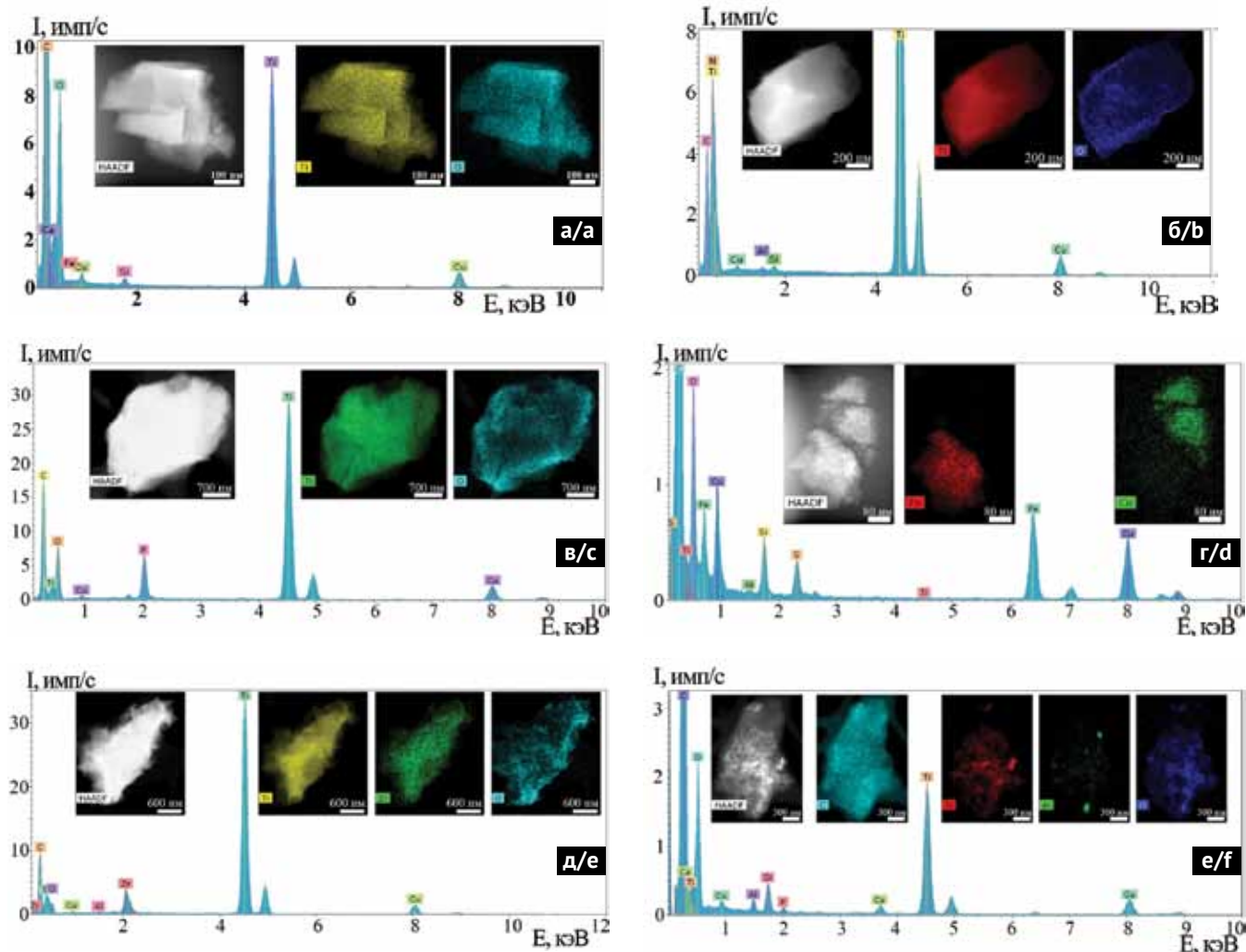
Во всех исследуемых образцах мягкотканых биоптатов обнаружены небольшие, от 11 мкм (предел разрешения) до 610 мкм, сильно поглощающие включения с типичным для металла контрастом и ярко выраженными «лучевыми» артефактами. Максимальный коэффициент поглощения обнаруженных в биоптатах инородных включений составил значений  $6,74 \text{ мм}^{-1}$ . Расшифровка полученных рентгенофлуоресцентных спектров выявила, помимо прочих, наличие во всех исследуемых образцах таких элементов как Ti, V, Al или Zr. Установлено соответствие обнаруженных в исследуемых образцах элементов, а именно Ti, V, Al и Zr, составу сплава титана, применяемого при изготовлении дентальных

имплантатов тем или иным производителем. Наличие микроэлементов металлов в составе мягких тканей, окружающих дентальные имплантаты, может быть только следствием их внедрения и механической нагрузки на остеоинтегрируемые имплантаты.

В работе также были изучены поверхность и структура дентальных имплантатов шести исследуемых систем, включая российскую систему с углеродным покрытием, а также морфология и элементный состав эмитированных наночастиц с их поверхностей. На рисунке 2 представлены РЭМ-изображения и соответствующие энергодисперсионные (ЭД) спектры, полученные от дентальных имплантатов исследуемых систем.

Отметим, что все исследуемые системы демонстрируют соответствие состава, заявленного производителем.

РЭМ-исследования поверхности образцов различных систем дентальных имплантатов показали наличие разнообразных дефектов, таких как микротрещины, поверхностный рельеф, нарушение сплошности покрытия, микроямки. Так, для систе-



**Рис. 3.** ПРЭМ-изображения наночастиц, полученных в составе супернатантов с поверхностей шести систем дентальных имплантатов, с картами распределения химических элементов для систем: а) Astra Tech; б) Neobiotech; в) Nobel Replace; г) Alpha Bio; д) Straumann; е) Dental Synthesis (источник: составлено авторами)

**Fig. 3.** STEM images of nanoparticles identified in supernatants collected from the surfaces of six dental implant systems, with elemental distribution maps for the tested systems: а) Astra Tech; б) Neobiotech; в) Nobel Replace; д) Alpha Bio; е) Straumann; ф) Dental Synthesis (Sources: compiled by the author)

**Таблица 2.** Химические элементы, обнаруженные в составе частиц в растворах супернатантов методами ПРЭМ и энергодисперсионного картирования (источник: составлено авторами)

**Table 2.** Chemical elements detected in particles present in supernatants by STEM and energy-dispersive elemental mapping (Sources: compiled by the author)

Система/Элемент / System/Element	Ti	O	C	Al	Zr	Fe	Si	Ca	Cu
Astra Tech	▲	▲	▲	▲					
Neobiotech	▲	▲		▲		▲	▲	▲	
Nobel Replace	▲	▲		▲	▲	▲			
Alpha Bio	▲	▲				▲		▲	▲
Straumann	▲	▲		▲	▲				
Dental Synthesis	▲	▲	▲	▲					

мы Astra Tech характерно нарушение сплошности покрытия, растрескивание углеродного слоя, расположенного на поверхности имплантата (рис. 2а). На поверхности системы Neobiotech наблюдаются бугорки высотой 2-3 мкм, а у системы Nobel Replace на достаточно гладкой поверхности имплантата создан характерный рельеф с микроямками диаметром до 5 мкм. Систему Alpha Bio отличает неровная поверхность с возможностью отслоения отдельных чешуек при систематических нагрузках. Нарушения сплошности покрытия, особенно около острых кромок, наблюдали у системы Dental Synthesis.

Результаты исследования металлических наночастиц, полученных в составе супернатантов при свободной эмиссии и при имитации механической нагрузки методом ПРЭМ с ЭД анализом, представлены на рисунке 3.

В целом в растворе супернатантов методами ПЭМ и ПРЭМ наблюдали металлсодержащие частицы размером от 100 нм до 3 мкм. В большинстве случаев это были частицы оксида титана, которые имели преимущественно произвольную форму с острыми кромками (например, Astra Tech) или неровными краями (система Straumann), однако некоторые из них обнаруживали явно выраженную огранку (система Neobiotech) или просто округлую форму. Помимо оксидов титана могут встречаться частицы Fe или его оксидов, а также частицы, содержащие Al, Zr, Si, Ca, очень редко – Ni, Ag, Cu. Общие результаты по всем системам изученных растворов супернатантов представлены в таблице 2.

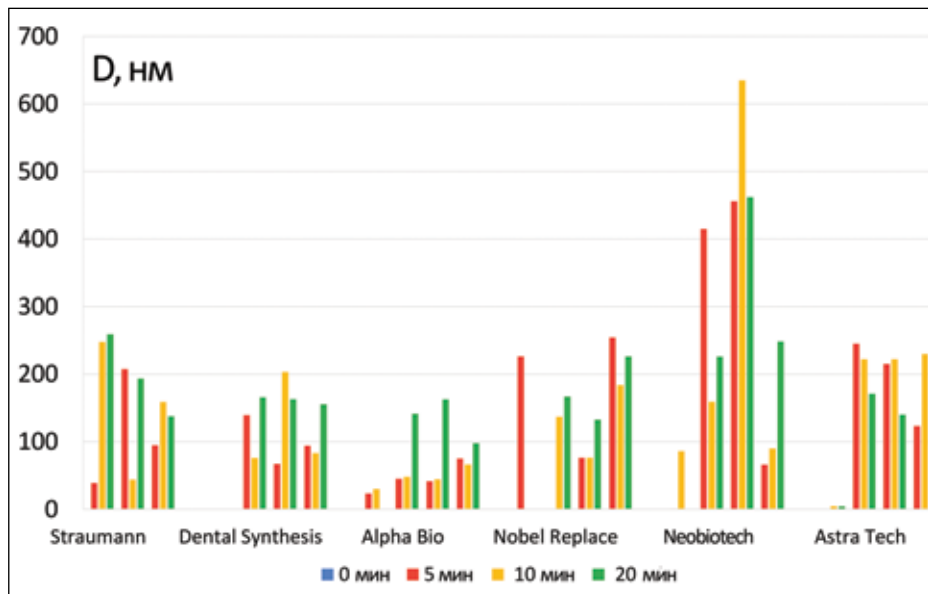
Наибольшее разнообразие частиц по элементному составу у системы Neobiotech, что ожидаемо, учитывая морфологию поверхности. В системах Dental Synthesis, Straumann и Astra Tech элементный состав частиц в растворе супернатантов соответствует составу сплавов и вероятность эмиссии снижена.

На рис. 4, 5 представлены результаты динамического светорассеяния при изучении супернатантов (Лабис ВВ, Сизова СВ, Базилян ЭА, Жигалина ОМ, Хайдуков СВ, Козлов ИГ, авторы; Лабис ВВ, Созова СВ, патентобладатели. Способ оценки стабильности окисного слоя поверхности дентального имплантата Патент RU2795653С1 Российская Федерация. Опубликовано 05.05.2023), полученных с поверхности окисного слоя дентальных имплантатов

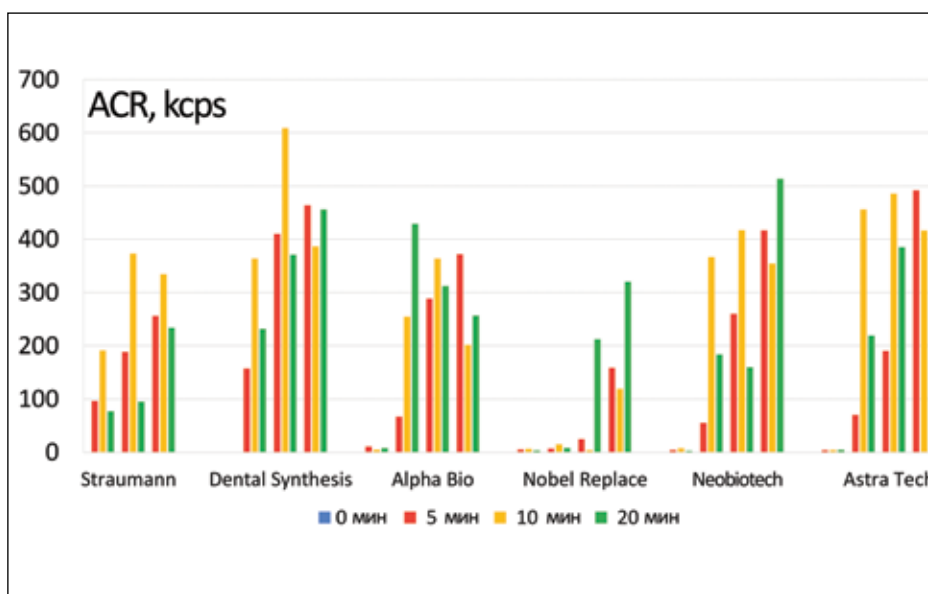
шести систем производителей при свободной эмиссии наночастиц и при имитации механической нагрузки. Приведены два параметра наночастиц в составе супернатантов: диаметр частиц (нм) (рис. 4) и частота встречаемости частиц ACR (кcps) (рис. 5), а третий параметр – полидисперсность, в качестве изучаемого параметра не учитывается при оценке стабильности окисного слоя сертифицированных медицинских изделий, что было доказано ранее [8].

В результате проведенных исследований, на значительной выборке объектов для изучения, видны тенденции по отличию как диаметра наночастиц между системами дентальных имплантатов, так и динамики изменения частоты встречаемости наночастиц окисного слоя при имитации механической нагрузки. При оценке значимости характеристик наночастиц в патогенезе развития хронического аутовоспаления в костном ложе в первую очередь уделяется внимание размеру частиц при сравнительном анализе дентальных имплантатов разных систем производителей. Так, для системы Neobiotech можно отметить отрицательную динамику размера наночастиц при эмиссии под нагрузкой. С точки зрения частоты встречаемости наночастиц при увеличении механической нагрузки стоит отметить две системы с отрицательной динамикой данных параметров: Dental Synthesis и Neobiotech. Важно отметить, что изначально углеродное покрытие на поверхности дентальных имплантатов системы Dental Synthesis было разработано для сдерживания эмиссии металлических наночастиц. Размер наночастиц в составе супернатантов и их элементный состав, показанный с помощью просвечивающей электронной микроскопии и элементного анализа, указывает на эффективность данного покрытия по сдерживанию металлических наночастиц при механической нагрузке до определенного времени, что в отличие от других систем дентальных имплантатов позволяет отсрочить накопление НРМЧ в костном ложе.

Эмиссия наночастиц в костное ложе, как при внедрении дентальных имплантатов, так и при их функционировании в качестве опор для ортопедических конструкций, увеличивается со временем, что доказано ранее [8]. При сравнительном анализе результатов просвечивающей и растровой электронной ми-



**Рис. 4.** Сравнительный анализ размера НРМЧ в составе супернатантов шести систем производителей при свободной эмиссии наночастиц и при имитации механической нагрузки ультразвуковым воздействием частотой 35 кГц (источник: составлено авторами)  
**Fig. 4.** Comparative analysis of nano- and microparticle size in supernatants from six dental implant systems under spontaneous release and simulated mechanical loading induced by 35 kHz ultrasonic exposure (Sources: compiled by the author)



**Рис. 5.** Сравнительный анализ частоты встречаемости НРМЧ в составе супернатантов шести систем производителей при свободной эмиссии наночастиц и при имитации механической нагрузки ультразвуковым воздействием частотой 35 кГц (источник: составлено авторами)  
**Fig. 5.** Comparative analysis of the detection frequency of nano- and microparticles in supernatants from six dental implant systems under spontaneous release and simulated mechanical loading induced by 35 kHz ultrasonic exposure (Sources: compiled by the author)

кроскопии важно отметить, что элементный состав наночастиц и составы сплавов и покрытий, используемых производителями, имеют отличия, что является обоснованием их качества и стоимости. Отдаленные результаты функционирования дентальных имплантатов в качестве опор для ортопедических конструкций, показаны при исследовании биоптатов рентгеновскими методами. При проведении хирургических ревизий и заборе мягкотканых биоптатов у пациентов с периимплантитом определяются микрочастицы окисного слоя у всех систем, подвергавшихся изучению. Накопительный эффект наночастиц и формирование их комплексов, участвующих в хроническом аутовоспалительном процессе, подтверждается наличием в мягкотканых биоптатах металлических частиц диаметром, достигающим до сотен микрометров, и элементным составом, соответствующим супернатантам, содержащим НРМЧ, полученным с поверхностей дентальных имплантатов. Необходимо отметить, что окисная пленка по элементному составу значительно вариабельней, чем сплав самих медицинских сертифицированных изделий.

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Данная работа указывает на необходимость разработки новых способов стабилизации эмиссии наночастиц с поверхностей сертифицированных медицинских изделий или поиска новых сплавов и биоинженерных конструкций, позволяющих снизить образования окисной пленки под нагрузкой. Необходимо отметить второстепенную роль бактериальных пленок, рост которых наряду с накопительным эффектом наночастиц в костном ложе функционирующего дентального имплантата становится не столь значимым в патогенезе развития мукозита. Клиническая симптоматика острого воспалительного процесса в виде мукозита является, скорее, вторичным проявлением уже имеющегося аутовоспаления в костном ложе. Следовательно, становится очевидным необходимость разработки новых протоколов профилактики и лечения мукозита и периимплантита, создание тест-систем, позволяющих диагностировать возникновение аутовоспаления в костном ложе до проявления клинических признаков мукозита.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ / REFERENCES

- Li L, Sun W, Yu J, Lei W, Zeng H, Shi B. Effects of titanium dioxide microparticles and nanoparticles on cytoskeletal organization, cell adhesion, migration, and proliferation in human gingival fibroblasts in the presence of lipopolysaccharide. *J Periodontol Res.* 2022;57(3):644-659.  
<https://doi.org/10.1111/jre.12993>
- Dhein J, Haller C, Reichl F-X, Milz S, Hickel R, Kollmuss M, Hoegg C. Intranuclear cell uptake and toxicity of titanium dioxide and zirconia particles as well as bacterial adhesion on dental titanium- and zirconia-implants. *Dent Mater.* 2022;38(3):517-528  
<https://doi.org/10.1016/j.dental.2021.12.142>
- Vodyanov V. The Role of Endogenous Metal Nanoparticles in Biological Systems. *Biomolecules.* 2021;11(11):1574.  
<https://doi.org/10.3390/biom11111574>
- Nakajima K, Odatsu T, Shinohara A, Baba K, Shibata Y, Sawase T. Effects of cleaning methods for custom abutment surfaces on gene expression of human gingival fibroblasts. *J Oral Sci.* 2017;59(4):533-539.  
<https://doi.org/10.2334/josnusd.16-0681>
- Huang J-J, Jia L, Zhang Q-J, Li H-H, Zheng D-L, Zheng M. Anti-Microbial Effect of AgBr-NP@CTMAB on Streptococcus Mutans and Assessment of Surface Roughness Hardness and Flexural Strength of PMMA. *Int J Nanomedicine.* 2024;Volume 19:1273-1285.  
<https://doi.org/10.2147/IJN.S436613>
- Masters EA, Trombetta RP, de Mesy Bentley KL, et al. Evolving concepts in bone infection: redefining “biofilm”, “acute vs. chronic osteomyelitis”, “the immune proteome” and “local antibiotic therapy.” *Bone Res.* 2019;7(1):20.  
<https://doi.org/10.1038/s41413-019-0061-z>
- Krenn V, Thomas P, Thomsen M, et al. Histopathological particle algorithm: Particle identification in the synovia and the SLIM. *Z Rheumatol.* 2014;73(7):639-649  
<https://doi.org/10.1007/s00393-013-1315-6>
- Labis V, Bazikyan E, Zhigalina O, et al. Assessment of dental implant surface stability at the nanoscale level. *Dent Mater.* 2022;38(6):924-934.  
<https://doi.org/10.1016/j.dental.2022.03.003>
- Labis V, Bazikyan E, Sizova S, et al. Immunopathological Inflammation in the Evolution of Mucositis and Peri-Implantitis. *Int J Mol Sci.* 2022;23(24):15797.  
<https://doi.org/10.3390/ijms232415797>
- Бузмаков АВ, Асадчиков ВЕ, Золотов ДА, Рошин БС, Дымшиц ЮМ, Шишков АВ, и др. Лабораторные микротомографы: конструкция и алгоритмы обработки данных. *Кристаллография.* 2018;63(6):1007-1011  
<https://doi.org/10.1134/S0023476118060073>  
Buzmakov A.V., Asadchikov V.E., Zolotov D.A., Roshchin B.S., Dymshits Y.M., Shishkov V.A., et al. Laboratory Microtomographs: Design and Data Processing Algorithms. *Crystallography Reports.* 2018;63(6):1057-1061. (In Russ.)  
<https://doi.org/10.1134/S106377451806007X>

## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

**Автор, ответственный за связь с редакцией**

**Дьячкова Ирина Геннадьевна**, кандидат физико-математических наук, старший научный сотрудник Национального исследовательского центра «Курчатовский Институт», Москва, Российская Федерация

Для переписки: sig74@mail.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7615-6878>

**Лабис Варвара Владимировна**, доктор медицинских наук, профессор кафедры хирургической стоматологии и имплантологии научно-образовательного института непрерывного медицинского образования имени Н. Д. Юшука, заведующая отделением отделением хирургической стоматологии №1 Клинического центра стоматологии научно-образовательного института стоматологии имени А. И. Евдокимова Российского университета медицины, Москва, Российская Федерация

Для переписки: Varvara2001@mail.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7632-3234>

**Таболин Игорь Вячеславович**, ординатор кафедры стоматологии Национального научно-исследовательского института общественного здоровья имени Н. А. Семашко, Москва, Российская Федерация

Для переписки: tabolinigor37@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-9654-4683>

**Базикян Эрнест Арамович**, доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой хирургической стоматологии и имплантологии научно-образовательного института непрерывного медицинского образования имени Н. Д. Юшука Российского университета медицины, Москва, Российская Федерация

Для переписки: prof.bazikian@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9184-3737>

**Золотов Денис Александрович**, кандидат физико-математических наук, старший научный сотрудник Национального исследовательского центра «Курчатовский Институт», Москва, Российская Федерация

Для переписки: zolotovden@crys.ras.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3701-9517>

**Асадчиков Виктор Евгеньевич**, доктор физико-математических наук, профессор, главный научный сотрудник, заведующий лабораторией рефлектометрии и малоуглового рассеяния Национального исследовательского центра «Курчатовский Институт», Москва, Российская Федерация

Для переписки: asad@crys.ras.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3602-7582>

**Жигалина Ольга Михайловна**, доктор физико-математических наук, профессор, ведущий научный сотрудник лаборатории электронной микроскопии

Национального исследовательского центра «Курчатовский Институт», Москва, Российская Федерация

Для переписки: zhigal@crys.ras.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4721-4105>

**Хмеленин Дмитрий Николаевич**, кандидат физико-математических наук, ведущий научный сотрудник Национального исследовательского центра «Курчатовский Институт», Москва, Российская Федерация

Для переписки: dirq@rambler.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0894-5087>

**Бейшер Елизавета Алексеевна**, студент Московского государственного технического университета имени Н. Э. Баумана, инженер лаборатории электронной микроскопии Национального исследовательского центра «Курчатовский Институт», Москва, Российская Федерация

Для переписки: elizaveta.beisher@yandex.ru

ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-3621-6639>

**Сизова Светлана Викторовна**, кандидат химических наук, научный сотрудник Института биоорганической химии имени академиков М. М. Шемякина и Ю. А. Овчинникова Российской академии наук, Москва, Российская Федерация

Для переписки: sv.sizova@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0846-4670>

**Олейников Владимир Александрович**, доктор физико-математических наук, профессор заведующий лабораторией молекулярной биофизики Института биоорганической химии имени академиков М. М. Шемякина и Ю. А. Овчинникова Российской академии наук, Москва, Российская Федерация

Для переписки: voleinik@mail.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4623-4913>

**Путь Владимир Анатольевич**, доктор медицинских наук, профессор кафедры онкологии, радиотерапии и реконструктивной хирургии Института клинической медицины имени Н. В. Склифосовского Первого московского государственного медицинского университета имени И. М. Сеченова (Сеченовский Университет), Москва, Российская Федерация

Для переписки: pout-prof@mail.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4150-9885>

**Козлов Иван Генрихович**, доктор медицинских наук, профессор кафедры организации и управления в сфере обращения лекарственных средств Первого московского государственного медицинского университета имени И. М. Сеченова (Сеченовский Университет), Москва, Российская Федерация

Для переписки: immunopharmacology@yandex.ru

ORCID: <https://orcid.org/000-002-9694-5687>

## INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

### Corresponding author:

**Irina G. Dyachkova**, PhD, Senior Researcher, National Research Centre "Kurchatov Institute", Moscow, Russian Federation

For correspondence: sig74@mail.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7615-6878>

**Varvara V. Labis**, DDS, PhD, DSc, Professor, Department of the Oral surgery and Implantology, N.D. Yushchuk Institute of Continuing Medical Education, Head of the Department of Oral Surgery No. 1, Clinical Center of Dentistry, A.I. Evdokimov Institute of Dentistry, Russian University of Medicine, Moscow, Russian Federation

For correspondence: Varvara2001@mail.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7632-3234>

**Igor V. Tabolin**, DMD, Resident, Department of the Dentistry, N.A. Semashko National Research Institute of Public Health, Moscow, Russian Federation

For correspondence: tabolinigor37@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-9654-4683>

**Ernest A. Bazikyan**, DDS, PhD, DSc, Professor, Head of the Department of Oral Surgery and Implantology, N.D. Yushchuk Institute of Continuing Medical Education, Russian University of Medicine, Moscow, Russian Federation

For correspondence: prof.bazikyan@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9184-3737>

**Denis A. Zolotov**, PhD, Senior Researcher, National Research Centre "Kurchatov Institute", Moscow, Russian Federation

For correspondence: zolotovden@crys.ras.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3701-9517>

**Victor E. Asadchikov**, PhD, DSc, Professor, Chief Researcher, Head of the Laboratory of Reflectometry and Small-angle Scatterin, National Research Centre "Kurchatov Institute", Moscow, Russian Federation

For correspondence: asad@crys.ras.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3602-7582>

**Olga M. Zhigalina**, PhD, DSc, Professor, PhD, Leading Researcher, Laboratory of Electron Microscopy, National Research Centre "Kurchatov Institute", Moscow, Russian Federation

For correspondence: zhigal@crys.ras.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4721-4105>

**Dmitriy N. Khmelenin**, PhD, Leading Researcher, National Research Centre "Kurchatov Institute", Moscow, Russian Federation

For correspondence: dirq@rambler.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0894-5087>

**Elizaveta A. Beisher**, Student, Bauman Moscow State Technical University, Engineer, National Research Centre "Kurchatov Institute", Moscow, Russian Federation

For correspondence: elizaveta.beisher@yandex.ru

ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-3621-6639>

**Svetlana V. Sizova**, PhD, Researcher, Shemyakin-Ovchinnikov Institute of Bioorganic Chemistry, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russian Federation

For correspondence: sv.sizova@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0846-4670>

**Vladimir A. Oleinikov**, PhD, DSc, Professor, Head of the Laboratory Molecular Biophysics, Shemyakin-Ovchinnikov Institute of Bioorganic Chemistry, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russian Federation

For correspondence: voleinik@mail.ru

ORCID <https://orcid.org/0000-0003-4623-4913>

**Vladimir A. Put**, PhD, DSc, Professor, Department of the Oncology, Radiotherapy and Reconstructive Surgery N.V. Sklifosovsky Institute of Clinical Medicine, First Moscow State Medical University named after I.M. Sechenov, (Sechenov University), Moscow, Russian Federation

For correspondence: pout-prof@mail.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4150-9885>

**Вклад авторов в работу.** Все авторы подтверждают соответствие своего авторства международным критериям ICMJE, а также согласны принять на себя ответственность за все аспекты работы: Лабис В. В. – разработка концепции, получение финансирования, проведение исследования, разработка методологии, административное руководство исследовательским проектом, предоставление ресурсов, валидация результатов, написание рукописи – рецензирование и редактирование; Таболин И. В. – проведение исследования, предоставление ресурсов; Базикян Э. А. – получение финансирования, предоставление ресурсов, научное руководство, написание рукописи – рецензирование и редактирование; Дьячкова И. Г. – формальный анализ, проведение исследования, разработка методологии, валидация результатов, визуализация, написание черновика рукописи, написание рукописи – рецензирование и редактирование; Золотов Д. А. – формальный анализ, проведение исследования, разработка программного обеспечения, валидация результатов, визуализация, написание черновика рукописи; Асадчиков В. Е. – получение финансирования, административное руководство исследовательским проектом, предоставление ресурсов, научное руководство; Жигалина О. М. – формальный анализ, проведение исследования, написание черновика рукописи; Хмеленин Д. Н. – проведение исследования, разработка программного обеспечения, валидация результатов, визуализация; Бейшер Е. А. – формальный анализ, проведение исследования, визуализация; Сизова С. В. – формальный анализ, проведение исследования, валидация результатов, визуализация, написание черновика рукописи; Олейников В. А. – административное руководство исследовательским проектом, предоставление ресурсов, научное руководство; Путь В. А. – получение финансирования, научное руководство, написание рукописи – рецензирование и редактирование; Козлов И. Г. – разработка концепции, разработка методологии, административное руководство исследовательским проектом, предоставление ресурсов, научное руководство, написание рукописи – рецензирование и редактирование.

**Ivan G. Kozlov**, MD, PhD, DSc, Professor, Department of the Organization and Management in the Field of Drug Circulation, First Moscow State Medical University named after I.M. Sechenov (Sechenov University), Moscow, Russian Federation

For correspondence: immunopharmacology@yandex.ru

ORCID: <https://orcid.org/000-002-9694-5687>

**Поступила / Article received 24.12.2025**

*Поступила после рецензирования / Revised 22.02.2026*

*Принята к публикации / Accepted 25.02.2026*

**Authors' contribution.** All authors confirm that their contributions comply with the international ICMJE criteria and agree to take responsibility for all aspects of the work: V.V. Labis – conceptualization, funding acquisition, investigation, methodology, project administration, resources, validation, writing – original draft preparation; I.V. Tabolin – investigation, resources; E.A. Bazikyan – funding acquisition, resources, writing – review & editing; I.G. Dyachkova – formal analysis, investigation, methodology, validation, visualization, writing – review & editing; D.A. Zolotov – formal analysis, investigation, software, validation, visualization, writing – original draft preparation; V.E. Asadchikov – funding acquisition, project administration, resources, supervision; O.M. Zhigalina – formal analysis, investigation, writing – original draft preparation; D.N. Khmelenin – investigation, software, validation, visualization; E.A. Beisher – formal analysis, investigation, visualization; S.V. Sizova – formal analysis, investigation, validation, visualization, writing – original draft preparation; V.A. Oleinikov – project administration, resources, supervision; V.A. Put – funding acquisition, supervision, writing – review & editing; I.G. Kozlov – conceptualization, methodology, project administration, resources, supervision, writing – review & editing.





# Мукозит полости рта как осложнение химиотерапии: методы лечения и профилактики

Т.Г. Петрова, Т.И. Поспелова, Е.Д. Фёдорова\*,  
Э.С. Абрамкина, В.В. Ванюнина, Т.М. Рагимова

Новосибирский государственный медицинский университет, Новосибирск, Российская Федерация

## АННОТАЦИЯ

**Актуальность.** Оральный мукозит – одно из наиболее ранних и распространенных осложнений химиотерапии, ухудшающее качество жизни пациентов и ограничивающее лечение. Частота мукозита составляет 30–40%. Потенциально применение любого цитостатика может привести к возникновению мукозита. Пациенты с оральным мукозитом могут испытывать сильную боль, трудности с глотанием, изменение вкусовых ощущений, снижение веса и присоединение вторичных инфекций, что в тяжелых случаях может привести к несоблюдению режима лечения или стать дозолимитирующей токсичностью, требующей изменения схемы лечения или его прерывания. Цель исследования: изучение методов лечения и профилактики мукозита полости рта, вызванного химиотерапией, на основе анализа данных литературы. **Материалы и методы.** Для достижения поставленной цели проведен тематический обзор литературы по ключевым словам: оральный мукозит, побочные эффекты химиотерапии, лечение орального мукозита, терапия орального мукозита, профилактика орального мукозита. Найдено 2999 публикаций, представленных в международных электронных научных базах PubMed, MEDLINE, NCBI, eLibrary.RU, Cyberleninka, Google scholar, Crossref. На основе критериев отбора было проанализировано 60 публикаций, содержащих результаты исследований методов лечения и профилактики мукозита полости рта, возникающего вследствие химиотерапии. Методология данного анализа соответствует стандартам, предъявляемым к систематическим обзорам и метаанализам (PRISMA). **Результаты.** В 2020 году MASCC/ISOO опубликовали рекомендации по лечению мукозита, разделив методы на семь групп: базовый уход за полостью рта, противовоспалительные средства, фотобиомодуляция, криотерапия, антимикробные и анальгетические препараты, факторы роста и цитокины, натуральные средства. Однако, несмотря на разнообразие доступных средств, существующие терапевтические протоколы не всегда демонстрируют достаточную эффективность. **Заключение.** Для повышения эффективности лечения орального мукозита необходимо продолжать научные исследования в данной области, разрабатывать инновационные терапевтические подходы и улучшать координацию между специалистами различных медицинских направлений.

**Ключевые слова:** оральный мукозит, химиотерапия, лечение мукозита, профилактика мукозита, злокачественные новообразования

**Для цитирования:** Петрова ТГ, Поспелова ТИ, Фёдорова ЕД, Абрамкина ЭС, Ванюнина ВВ, Рагимова ТМ. Мукозит полости рта как осложнение химиотерапии: методы лечения и профилактики. *Пародонтология*. 2026;31(1):45-60. <https://doi.org/10.33925/1683-3759-2026-1204>

**Автор, ответственный за связь с редакцией:** Фёдорова Екатерина Дмитриевна, Новосибирский государственный медицинский университет, 630091, ул. Красный проспект, д. 52, г. Новосибирск, Российская Федерация. Для переписки: Fedorova.Ek.Dm555@gmail.com

**Конфликт интересов:** Петрова Т.Г. является членом редакционной коллегии журнала «Пародонтология», но не имеет никакого отношения к решению опубликовать эту статью. Статья прошла принятую в журнале процедуру рецензирования. Об иных конфликтах интересов авторы не заявляли.

**Благодарности:** Авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования при проведении исследования. Индивидуальные благодарности для декларирования отсутствуют.

## Oral mucositis as a complication of chemotherapy: approaches to treatment and prevention

T.G. Petrova, T.I. Pospelova, E.D. Fedorova\*, E.S. Abramkina,  
V.V. Vanyunina, T.M. Ragimova

Novosibirsk State Medical University, Novosibirsk, Russian Federation

## ABSTRACT

**Relevance.** Oral mucositis is one of the earliest and most common complications of chemotherapy. It adversely affects patients' quality of life and may limit the delivery of anticancer treatment. The reported incidence of oral mucositis is 30-40%. Any cytotoxic agent may potentially induce mucositis. Patients with oral mucositis may experience severe pain, dysphagia, altered taste perception, weight loss, and secondary infections. In severe cases, oral mucositis may lead to poor adherence to treatment or become a dose-limiting toxicity requiring modification or interruption of therapy. **Objective.** To review current approaches to the treatment and prevention of chemotherapy-induced oral mucositis based on published evidence. **Materials and methods.** To achieve this objective, a targeted literature review was conducted using the following search terms: oral mucositis, chemotherapy side effects, oral mucositis treatment, and oral mucositis prevention. A total of 2,999 records were identified through searches of PubMed, MEDLINE, NCBI, eLIBRARY.RU, CyberLeninka, Google Scholar, and Crossref. Based on the eligibility criteria, 60 publications reporting on the treatment and prevention of chemotherapy-induced oral mucositis were included in the analysis. The review methodology was consistent with PRISMA standards for systematic reviews and meta-analyses. **Results.** In 2020, MASCC/ISOO published clinical practice guidelines for the management of mucositis, grouping interventions into the following categories: basic oral care, anti-inflammatory agents, photobiomodulation, cryotherapy, antimicrobial and analgesic agents, growth factors and cytokines, and natural agents. However, despite the broad range of available interventions, existing treatment protocols do not consistently demonstrate sufficient clinical effectiveness. **Conclusion.** Further research is needed to improve the effectiveness of oral mucositis treatment, develop innovative therapeutic approaches, and improve interdisciplinary collaboration.

**Keywords:** oral mucositis, chemotherapy, mucositis treatment, mucositis prevention, malignant neoplasms

**For citation:** Petrova T.G., Pospelova T.I., Fedorova E.D., Abramkina E.S., Vanyunina V.V., Ragimova T.M. Oral mucositis as a complication of chemotherapy: approaches to treatment and prevention. *Parodontologiya*. 2026;31(1):45-60. (In Russ.). <https://doi.org/10.33925/1683-3759-2026-1204>

**Corresponding author:** Ekaterina D. Fedorova, Novosibirsk State Medical University, 52 Krasny Prospekt Str., Novosibirsk, Russian Federation, 630091. For correspondence: Fedorova.Ek.Dm555@gmail.com

**Conflict of interest:** T.G. Petrova is a member of the *Parodontologiya* journal's editorial board but was not involved in the decision-making process regarding the publication of this article. The article underwent the standard peer-review process of the journal. The authors have declared no other conflicts of interest

**Acknowledgements:** The authors declare that there was no external funding for the study. There are no individual acknowledgements to declare.

## ВВЕДЕНИЕ

В 2022 году в мире было зарегистрировано около 20 миллионов новых случаев злокачественных новообразований, из которых 9,7 миллиона с летальным исходом [1]. Среди различных методов их лечения, таких как хирургическое вмешательство, лучевая терапия, иммунотерапия и гормональная терапия, химиотерапия остается одним из наиболее распространенных [2]. Однако данный метод лечения сопряжен с рядом побочных эффектов, которые возникают из-за системного повреждения ДНК и воспалительных процессов в здоровых клетках, вызванных химиотерапевтическими препаратами [3]. Одним из наиболее ранних и часто встречающихся осложнений противоопухолевого лечения является оральный мукозит. Это воспалительное и/или язвенное поражение слизистой оболочки полости рта и губ, развивающееся как побочный эффект проводимого или проведенного противоопухолевого лечения (химио- и/или лучевая терапия, трансплантация гемопоэтических стволовых клеток) онкологических заболеваний и сопровождающееся выраженными болевым и ксеростомическим симптомами, функциональными нарушениями (дисфагия, дисгеузия, нейропатия, тризм жевательных мышц и др.) и ограничениями (прием пищи, речь и др.) [4]. Патогенетическую модель развития ораль-

ного мукозита можно представить в виде пяти последовательных стадий, включающих фазу инициации (или первичного повреждения), ответ на первичное повреждение, передачу сигнала, изъязвление и заживление [5]. Данное осложнение существенно ограничивает радикальность терапии, что может привести к продолженному росту опухоли и развитию рецидивов. Кроме того, при возникновении орального мукозита и его прогрессировании у пациентов снижаются способности самостоятельно питаться, говорить, осуществлять базовый гигиенический уход за ротовой полостью, что негативно сказывается на их общем состоянии и качестве жизни [6]. Частота развития мукозита составляет 30–40%. Применение любых цитостатических препаратов может привести к возникновению мукозита, но наиболее тяжелые осложнения наблюдаются у пациентов, получающих капецитабин, доцетаксел, 5-фторурацил, идарубицин [7]. В настоящее время для лечения орального мукозита в большинстве случаев используются симптоматические средства, такие как лидокаин для облегчения боли, дексаметазон для уменьшения воспаления и средства для стимуляции регенерации слизистой оболочки, при этом клиническая эффективность этих методов не всегда удовлетворительная [8]. В связи с этим поиск новых наиболее эффективных методов лечения и профилактики мукозита полости рта имеет важ-

ное значение для разработки протоколов поддержки пациентов, улучшения их общего состояния и повышения качества жизни в процессе лечения онкологических заболеваний. Актуальность исследования обусловлена также постоянным развитием медицинских технологий и появлением новых методов лечения и профилактики, которые требуют систематизации и анализа, что поможет определить наиболее перспективные направления для дальнейших исследований и практического применения.

**Цель исследования.** Изучение современных методов лечения и профилактики мукозита полости рта, вызванного химиотерапией онкологических заболеваний на основе анализа данных литературы.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследование проводилось в соответствии с методологией, соответствующей стандартам систематических обзоров и метаанализов (PRISMA). Для поиска публикаций были задействованы семь электронных баз данных: PubMed, MEDLINE, NCBI, eLibrary.RU, Cyberleninka, Google Scholar и Crossref. Временной период исследования охватывает промежуток с 2015 по 2025 год. В процессе поиска использовались ключевые слова как на русском, так и на английском языках: oral mucositis, side effects of chemotherapy, treatment of oral mucositis, therapy of oral mucositis, prevention of oral mucositis, оральный мукозит, побочные эффекты химиотерапии, лечение орального мукозита, терапия орального мукозита, профилактика орального мукозита. Изначально публикации отбирались по дате, названию и аннотации (2999 публикации), после чего удалялись дубликаты исследований (1287 дубликатов), в результате все публикации в подборке находились в одном экземпляре (1712 публикаций). В отобранных статьях представлены результаты исследований, проведенных *in vitro* и *in vivo*, включая рандомизированные контролируемые исследования, которые касались современных методов лечения и профилактики мукозита полости рта, вызванного химиотерапией онкологических заболеваний. Публикации исключались из дальнейшего анализа, если: их полнотекстовые версии были недоступны из-за авторских прав; методы исследования не соответствовали критериям методологической строгости (например, при малом размере выборки, отсутствии контрольной группы или высоком проценте выбывших участников); работы были чисто описательными и не содержали структурированных результатов и выводов. В итоге на основании этих критериев для систематического обзора было отобрано 60 публикаций.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Несмотря на внедрение разнообразных инновационных подходов к терапии мукозита полости рта, до настоящего времени не разработан унифицирован-

ный эффективный метод или лекарственный препарат для профилактики или лечения данной патологии, возникающей на фоне химиотерапии [9]. В 2020 году Многонациональная ассоциация поддерживающей терапии при раке (MASCC) и Международное общество онкологии полости рта (ISOO) представили научно обоснованные клинические рекомендации по лечению мукозита [10]. Методы лечения классифицировали на семь категорий: 1) базовый уход за полостью рта; 2) противовоспалительные средства; 3) фотобиомодуляция; 4) криотерапия; 5) антимикробные препараты, увлажняющие средства, анестетики и анальгетики; 6) факторы роста и цитокины; 7) натуральные и прочие средства (табл. 1).

### *Базовый уход за полостью рта*

Профилактика и лечение заболеваний полости рта напрямую зависят от уровня гигиены. Для достижения этой цели необходимо минимизировать микробную контаминацию и проводить систематическое обучение пациентов правилам ухода за полостью рта. У пациентов, строго соблюдающих правила гигиены полости рта, наблюдается менее выраженный мукозит, а его продолжительность короче по сравнению с пациентами, пренебрегающими данной практикой. Перед началом химиотерапии рекомендуется провести стоматологическое обследование. Тщательное предварительное обследование с оценкой состояния пародонта, зубов и рентгенографией, а также, при необходимости, восстановительные стоматологические процедуры, проведенные не менее чем за три недели до начала токсической для слизистой оболочки терапии, позволяют снизить частоту и продолжительность мукозита. В процессе лечения необходимо обеспечить профессиональный уход за полостью рта. Для оптимизации гигиены полости рта рекомендуется применять комбинированные протоколы, включающие использование нескольких средств и методов. Пациентам следует предоставить подробные инструкции по уходу за полостью рта, включающие в себя: 1) использование зубной щетки с мягкой щетиной; 2) полоскание полости рта раствором соли и бикарбоната, 5–6 раз в день (по одной столовой ложке каждого компонента на пол-литра воды); 3) ежемесячная замена зубной щетки; 4) чистка зубов и десен три раза в день вертикальными и/или круговыми движениями; 5) использование зубной пасты без фторида и мяты; 6) ежедневная чистка зубной нитью не менее одного раза [44].

Sarah Mubarak и соавт. (2020) провели проспективное интервенционное исследование, направленное на оценку эффективности применения ополаскивателя для полости рта с перенасыщенным фосфатом кальция и использования сверхмягкой зубной щетки два раза в день в дополнение к существующему протоколу гигиены полости рта для уменьшения выраженности орального мукозита у пациентов, получающих химиотерапию.

**Таблица 1.** Данные исследований по лечению мукозитов полости рта (источник: составлено авторами)  
**Table 1.** Summary of studies on the treatment of oral mucositis (Sources: compiled by the author)

Методы лечения Treatment methods	Источник Reference	Лечебные мероприятия Treatment interventions	Результат лечения Treatment outcome
Базовый уход за полостью рта Basic oral care	Sarah Mubarakі с соавт. (2020) [11]	Полоскание раствором с перенасыщенным фосфатом кальция Supersaturated calcium phosphate mouth rinse	Снижало число случаев и тяжесть мукозита Incidence and severity of mucositis is reduced
		Применение сверхмягкой зубной щетки Ultra-soft toothbrush use	Привело к увеличению тяжести орального мукозита Led to increased severity of oral mucositis
	Yokota T. с соавт. (2016) [12]	Индивидуальная гигиена полости рта Patient's oral care	Не является эффективным методом снижения тяжести мукозита: у 42,5% пациентов развился мукозит III или IV степени Not effective in reducing mucositis severity; 42.5% developed Grade III–IV mucositis
	de Lima Martins J.O. с соавт. (2023) [13]	Полоскание рта и протоколы гигиены Mouth rinses and hygiene protocols	Не снижали частоту возникновения мукозита, но значительно уменьшали его тяжесть Did not reduce incidence of mucositis, but significantly reduced its severity
Противо-воспалительные средства Anti-inflammatory agents	Elsaadany B. с соавт. (2024) [14]	Раствор для полоскания рта с бензидамином и раствор для полоскания рта с ребамипидом Benzydamine and Rebamipide mouth rinse	Предотвратили развитие стоматита IV степени; побочные эффекты: жжение в группе бензидамина, тошнота в группе ребамипида Prevented progression to IV stomatitis; adverse effects: burning in benzydamine group; nausea in rebamipide group
	Rastogi M. с соавт. (2017) [15]	Раствор для полоскания рта с бензидамином Benzydamine mouth rinse	У пациентов, получавших лучевую терапию, мукозит III степень был реже; у пациентов, получавших химиотерапию, статистически значимых различий выявлено не было In radiotherapy patients, Grade III mucositis less frequent; in chemotherapy patients, no statistically significant difference
	Hata H. с соавт. (2021) [16]	0,25% индометациновый спрей .25% indomethacin spray	Эффективно облегчает боль через 30 минут после введения Effectively relieved pain within 30 minutes of administration
	Nagaoka H. с соавт. (2021) [17]	Спрей с индометацином Indomethacin spray	Обеспечивал обезболивание через 15 минут после применения, и его действие сохранялось до 180 минут Provided analgesia within 15 minutes; effect persisted up to 180 minutes
	Ruddy K. J. с соавт. (2023) [18]	Профилактическое применение ополаскивателя для полости рта с дексаметазоном Prophylactic dexamethasone mouthwash	Не превосходит по эффективности применение ополаскивателя с дексаметазоном в случае возникновения боли Not superior to dexamethasone mouthwash for pain management when pain present

Продолжение / Continuation



Методы лечения Treatment methods	Источник Reference	Лечебные мероприятия Treatment interventions	Результат лечения Treatment outcome
Фотобиомодуляция Photobio-modulation	Kauark-Fontes, E. с соавт. (2022) [19]	Экстраоральная фотобиомодуляция Extraoral photobiomodulation	Задержка развития мукозита, а также более позднее начало мукозита; однако на последней неделе лечения наблюдалась высокая частота мукозита III степени Delays mucositis onset and/or results in later onset; however, high frequency of Grade III mucositis observed in final treatment week
	Vianna Camolesi G. C. с соавт. (2025) [20]	Экстраоральная фотобиомодуляция Extraoral photobiomodulation	Способна отсрочить начало и уменьшить тяжесть мукозита полости рта и гипосаливации; смягчать боль и дисгевзию; однако не оказала влияния на ксеростомию, тризм, прием обезболивающих или кандидоз полости рта Capable of delaying onset and reducing severity of oral mucositis and hyposalivation; attenuates pain and dysgeusia; no effect on xerostomia, trismus, analgesic use, or oral candidiasis
Криотерапия Cryotherapy	Askarifar M. с соавт. (2016) [21]	Криотерапия или полоскание рта физиологическим раствором Cryotherapy vs. saline mouth rinse	Криотерапия значительно более эффективна в плане снижения выраженности мукозита Cryotherapy more effective in reducing mucositis severity
	Rodrigues A. B. с соавт. (2020) [22]	Криотерапия или солевой раствор Cryotherapy vs. saline solution	Не было выявлено статистически значимых различий между группами No statistically significant differences between groups
	Walladbegi J. с соавт. (2022) [23]	Внутриротовое охлаждающее устройство или стандартный метод охлаждения на основе льда Intraoral cooling device vs ice-based cooling	Внутриротовое охлаждающее устройство эффективнее в профилактике мукозита у пациентов с лимфомой; у пациентов с миеломой эффективность двух методов сопоставима; переносимость внутриротового охлаждающего устройства выше в группе пациентов с миеломой Device more effective in mucositis prevention for lymphoma; in myeloma, efficacy similar; tolerability higher with the intraoral device in myeloma.
Анти-микробные препараты, увлажняющие средства, анестетики и анальгетики Antimicrobials, coating agents, anesthetics, and analgesics	Eslami H. с соавт. (2016) [24]	Ополаскиватель с хлоргексидином Chlorhexidine mouthwash	Через 5 дней у 8,33% не было признаков мукозита; у 25% был мукозит IV степени; у 50% – снижение выраженности ксеростомии By Day 5: 8.33% had no mucositis signs; 25% had Grade IV mucositis; 50% showed reduced xerostomia severity
	Cardona A. с соавт. (2017) [25]	Хлоргексидин Chlorhexidine	Не снижает значительно частоту возникновения и тяжесть мукозита; побочные эффекты: окрашивание зубов, изменение вкусовых ощущений Chlorhexidine did not significantly reduce incidence or severity; adverse effects include tooth staining and altered taste

Продолжение / Continuation



Методы лечения Treatment methods	Источник Reference	Лечебные мероприятия Treatment interventions	Результат лечения Treatment outcome
<p><b>Анти-микробные препараты, увлажняющие средства, анестетики и анальгетики</b> Antimicrobials, coating agents, anesthetics, and analgesics</p>	Nuchit S. с соавт. (2020) [26]	<p><b>Заменители слюны: увлажняющее желе для полости рта и гель для полости рта GC</b> Saliva substitutes: moisturizing oral gel and GC oral gel</p>	<p><b>Через 1 и 2 месяца после непрерывного использования субъективные и объективные показатели сухости во рту, субъективные показатели проблем с глотанием, время глотания и клиническое состояние питания значительно улучшились; у некоторых участников наблюдались несерьезные побочные эффекты, в том числе боль во рту (10%) и язвы во рту (7%)</b> After 1–2 months, subjective/objective xerostomia improved; subjective swallowing, swallowing time, and nutritional status improved; mild adverse effects (oral pain 10%, oral ulcers 7%)</p>
	Dayaabaran Marimuthu с соавт. (2020) [27]	<p><b>Иммунологически активный заменитель слюны ополаскиватель для полости рта Oral7®</b> Immunologically active saliva substitute Oral7® mouthwash</p>	<p><b>Значительно эффективнее улучшает субъективные и объективные показатели ксеростомии по сравнению с неиммунологически активными ополаскивателями для полости рта; метод лечения безопасен и имеет меньше побочных эффектов</b> Significantly more effective for xerostomia outcomes than non-immunologically active rinses; safe with fewer adverse effects</p>
	Harkirat Kaur с соавт. (2023) [28]	<p><b>Прием пилокарпина перорально</b> Pilocarpine (per os)</p>	<p><b>Улучшил симптомы ксеростомии с незначительными побочными эффектами в виде потоотделения</b> Improved xerostomia with mild sweating as a side effect</p>
	Kejie Li с соавт. (2023) [29]	<p><b>Использование ополаскивателя для полости рта с лидокаином, дексаметазоном и витамином B12</b> Mouthwash containing lidocaine, dexamethasone, and vitamin B12</p>	<p><b>Способствовало снижению болевого синдрома, уменьшению потери массы тела и завершению курса противоопухолевой терапии; однако разницы в сроках эпителизации слизистой оболочки не было</b> Reduced pain and weight loss; aided completion of anticancer therapy; no difference in epithelialization time</p>
	Anne K C Söderlund Schaller с соавт. (2020) [30]	<p><b>Опиоиды (ацетаминофен)</b> Opioids (acetaminophen)</p>	<p><b>67% пациентов испытывали слабую боль, хотя у 61% развился мукозит II-IV степени</b> 67% experienced mild pain; 61% developed mucositis Grades II–IV</p>
	Scarborough B.M. (2018) [31]	<p><b>Опиоиды (ацетаминофен)</b> Opioids (acetaminophen)</p>	<p><b>Легкая тошнота, запор и сонливость являются распространенными побочными эффектами</b> Common adverse effects: mild nausea, constipation, drowsiness</p>

Продолжение / Continuation



Методы лечения Treatment methods	Источник Reference	Лечебные мероприятия Treatment interventions	Результат лечения Treatment outcome
Факторы роста и цитокины Growth factors and cytokines	Anthony S Zembillas с соавт. (2021) [32]	Палифермин Palifermin	<b>Снижение частоты и тяжести мукозита; побочные эффекты: кожная сыпь, зуд, эритема, изменение вкусовых ощущений, гипертрофия слизистой оболочки рта, языка и губ</b> Reduced frequency and severity of mucositis); adverse effects include rash, pruritus, erythema, dysgeusia, gingival overgrowth
	Bradstock K. F. с соавт. (2014) [33]	Палифермин Palifermin	<b>Тяжесть мукозита была значительно меньше</b> The severity of mucositis was significantly less
	Blijlevens N. с соавт. (2013) [34]	Палифермин Palifermin	<b>Не уменьшил количество мукозитов III или IV степени: 38% (плацебо 37%).</b> Did not reduce the incidence of grade III or IV mucositis: 38% (placebo 37%)
	Yilin Zhang с соавт. (2023) [35]	Полоскание с IL-11 IL-11 mouth rinse	<b>Доля пациентов с тяжелым течением мукозита была значительно ниже; мукозит развивался позже; степень и продолжительность боли, время заживления язв и влияние на прием пищи были ниже</b> Lower proportion of severe mucositis and later onset; improved pain, ulcer healing, and eating
	Wei H. с соавт. (2022) [36]	Полоскание с IL-11 IL-11 mouth rinse	<b>Не было выявлено существенных различий в возникновении и степени тяжести мукозита</b> No substantial differences in incidence or severity in some reports.
Натуральные и прочие средства Natural and miscellaneous agents	Mutluay Yayla E. с соавт. (2016) [37]	<b>Гидрогель для полоскания полости рта на основе шалфея, тимьяна и мяты перечной</b> Sage–thyme–peppermint–based hydrogel mouthwash	<b>Снижает частоту возникновения орального мукозита, хорошо переносится и экономически выгоден; однако для подтверждения результатов исследования необходимы дальнейшие рандомизированные контролируемые испытания</b> Reduced incidence and severity of oral mucositis; well tolerated and cost-effective; however, further randomized controlled trials are required to confirm these results.
	Kim D. R. с соавт. (2017) [38]	<b>Шалфей многолистный</b> Salvia miltiorrhiza	<b>Стимулирует деление клеток и защищает их от окислительного стресса; препятствует апоптотической гибели клеток; влияет на активность ядерного фактора-кВ и выработку провоспалительных цитокинов, что снижает воспаление при мукозите</b> Stimulates cell proliferation and protects cells from oxidative stress; inhibits apoptotic cell death; modulates NF-κB activity and proinflammatory cytokine production, thereby reducing inflammation in mucositis.
	Guberti M. с соавт. (2022) [39]	<b>Ополаскиватель и гель на основе алоэ вера и бычьего молозива</b> Aloe vera-based mouthwash/gel with bovine colostrum	<b>Снижение частоты возникновения мукозита на 60%; средняя продолжительность мукозита оказалась короче</b> 60% reduction in the incidence of mucositis; mean duration of mucositis was shorter.

Продолжение / Continuation



Методы лечения Treatment methods	Источник Reference	Лечебные мероприятия Treatment interventions	Результат лечения Treatment outcome
Натуральные и прочие средства Natural and miscellaneous agents	Su C. K. с соавт. (2004) [40]	Алоэ и плацебо Aloe vera plus placebo:	Идентичны по максимальной степени токсичности, продолжительности мукозита II степени или выше, показателям качества жизни, проценту потери веса, использованию обезболивающих препаратов, потребности в гидратации, инфекциям полости рта Aloe vera plus placebo: equivalent in maximum toxicity, duration of Grade II+ mucositis, QoL, weight loss, analgesic use, hydration, and oral infections
	Chaofei Xia с соавт. (2021) [41]	Пробиотический коктейль из <i>Bifidobacterium longum</i> , <i>B. animalis</i> , <i>Lactobacillus lactis</i> , <i>L. plantarum</i> , <i>L. rhamnosus</i> и <i>L. acidophilus</i> Probiotic cocktail ( <i>Bifidobacterium longum</i> , <i>B. animalis</i> , <i>Lactobacillus lactis</i> , <i>L. plantarum</i> , <i>L. rhamnosus</i> , <i>L. acidophilus</i> )	Снизил выраженность мукозита III степени (23,1% против 76,9% в контроле на 7-й день, 50% против 100% на 14-й день и 0% против 66,7% на 21-й день). Reduced Grade III mucositis (e.g., Day 7: 23.1% vs 76.9% control; Day 14: 50% vs 100%; Day 21: 0% vs 66.7%).
	Xingchen Peng с соавт. (2024) [42]	Таблетки <i>Streptococcus salivarius</i> K12 <i>Streptococcus salivarius</i> K12 lozenges	Частота возникновения мукозита III-IV степени значительно снизилась (36,6% против 54,2% в контроле); продолжительность мукозита была короче (8,9 дней против 18,3 дней) Significantly reduced incidence of Grade III-IV mucositis; shorter duration
	Sanctis V. с соавт. (2019) [43]	Леденцы <i>Lactobacillus brevis</i> и ополаскиватель с бикарбонатом натрия <i>Lactobacillus brevis</i> lozenges and sodium bicarbonate mouth rinse	Не было выявлено статистически значимых различий в частоте возникновения мукозита III-IV степени между группами (40,6% против 41,6%) No statistically significant differences in incidence of Grade III-IV mucositis

Результаты исследования показали, что в группе, использовавшей раствор с перенасыщенным фосфатом кальция, наблюдалось снижение числа случаев и тяжести стоматита по сравнению с контрольной группой и группой, использовавшей сверхмягкую зубную щетку. Применение в качестве средства гигиены полости рта сверхмягкой зубной щетки привело к увеличению тяжести орального мукозита [11].

**Противовоспалительные средства**

Бензидамин гидрохлорид – нестероидный противовоспалительный препарат, который обладает местноанестезирующими, обезболивающими и антибактериальными свойствами и используется для лечения воспалительных заболеваний, таких как мукозит полости рта, вызванный химиотерапией. Противовоспалительное действие обусловлено снижением проницаемости капилляров и стабилизацией клеточных мембран в результате подавления синтеза и инактивации брадикинина, гистамина, цитокинов, простагландинов, факторов компонента и иных неспецифических эндогенных повреждающих агентов. Международное общество оральной

онкологии и Многонациональная ассоциация вспомогательной терапии рака рекомендовали его в качестве одного из наиболее важных препаратов для профилактики орального мукозита [14].

Индометацин является нестероидным противовоспалительным препаратом, который может подавлять выработку провоспалительных цитокинов, таких как ФНО-α и ИЛ-1β. Hironobu Nata с соавт. (2021) и Hiroka Nagaoka с соавт. (2021) оценили обезболивающее действие 0,25% индометацинового спрея на боль при оральном мукозите, вызванным противоопухолевыми препаратами. Результаты показали, что индометациновый спрей помог улучшить качество жизни пациентов. Риск системных побочных эффектов был низким из-за низкой вводимой дозы. Спрей продемонстрировал свою эффективность в купировании кратковременных болевых ощущений в полости рта, вызванных проведением противоопухолевой химиотерапии. Он также может способствовать снижению дискомфорта при приеме пищи и быть полезным для осуществления самолечения [16, 17].

Местное применение кортикостероидов было предложено в качестве средства для уменьшения

проявлений орального мукозита. Kathryn J. Ruddy и соавт. (2023) провели исследование с целью оценить эффективность профилактической стратегии, основанной на использовании ополаскивателя для полости рта, содержащего дексаметазон, в период терапии рака эверолимусом. Однако результаты не позволяют утверждать, что профилактический ополаскиватель для полости рта с дексаметазоном превосходит терапевтический ополаскиватель с дексаметазоном (назначаемый при первых признаках боли в полости рта) в плане снижения частоты или тяжести орального мукозита при приеме эверолимуса [18].

#### *Фотобиомодуляция*

Лазерная терапия низкой интенсивности, также известная как фотобиомодулирующая терапия (ФБМТ), широко изучена и имеет самый высокий уровень доказательности в предотвращении орального мукозита. Фотобиомодуляция предполагает воздействие светом с длиной волны 600–1000 нм на поврежденные или потенциально поврежденные ткани. Среди биологических эффектов, связанных с ФБМТ, можно отметить увеличение выработки АТФ в митохондриях, стимуляцию лимфоцитов, активацию тучных клеток, пролиферацию различных типов клеток и противовоспалительное действие. Таким образом, ФБМТ оказывает биостимулирующее действие на ткани, усиливая местное кровообращение, пролиферацию клеток и синтез коллагена [45]. Однако препятствием для широкого применения ФБМТ является возможность того, что она может стимулировать рост остаточных опухолевых клеток. Крайне важно, чтобы меры, используемые для уменьшения орального мукозита, не влияли негативно на эффективность лечения опухоли, особенно в случаях, когда применение ФБМТ анатомически связано с областью опухоли [46].

Elisa Kauark-Fontes и соавт. (2022) в проспективном двойном слепом рандомизированном клиническом исследовании оценивали клинические и онкологические результаты профилактической экстраоральной фотобиомодуляции при оральном мукозите у пациентов. ФБМТ хорошо переносилась и не вызывала каких-либо значительных побочных эффектов, что позволяет рекомендовать ее для предотвращения раннего развития орального мукозита, снижения уровня боли и уменьшения потребности в анальгетиках и противовоспалительных препаратах. Кроме того, в рамках этого клинического исследования не было выявлено никакого влияния на поведение опухоли или контроль над ней, а также на выживаемость [19].

Gisela Cristina Vianna Camolesi и соавт. (2025) провели исследование с целью оценки влияния применения ФБМТ на профилактику и лечение орального мукозита, а также на другие функциональные и субъективные проявления, такие как гипосаливация, тризм, ксеростомия, боль, связанная с лечением, и дисгевзия. По результатам исследования ФБМТ доказал свою способность отсрочить начало и уменьшить тяжесть мукози-

та полости рта и гипосаливации, смягчать боль и дисгевзию в критические моменты. Однако она не оказала существенного влияния на ксеростомию, тризм, прием обезболивающих или кандидоз полости рта [20].

#### *Криотерапия*

В 1991 году было впервые показано, что оральная криотерапия, то есть охлаждение полости рта во время химиотерапии, предотвращает мукозит полости рта у взрослых, получающих 5-фторурацил [47]. Наиболее вероятным механизмом действия считается сужение сосудов, приводящее к снижению поступления химиотерапевтических препаратов в слизистую оболочку рта. Сохранение тканей также может быть связано с пониженной метаболической активностью в базальном слое эпителиальных клеток, что приводит к снижению воздействия цитотоксических препаратов [23].

Однако, несмотря на положительные результаты, применение ледяного охлаждения как профилактического метода в медицинской практике ограничено. Это связано с тем, что лед может ухудшить комфорт пациентов, вызывая ощущение холода, дрожь и боль в зубах, что снижает их готовность к лечению. Кроме того, для таких процедур необходима вода высокого качества, чтобы предотвратить риск заражения микроорганизмами, которые могут негативно сказаться на здоровье пациентов с ослабленным иммунитетом. В ответ на это было разработано внутриротовое охлаждающее устройство, которое можно настроить на работу при разных температурах. А Mahdi и соавт. (2021) обнаружили, что данное устройство переносится лучше, чем пероральная криотерапия с использованием ледяных кубиков при одинаковой эффективности обоих методов охлаждения в плане снижения температуры в полости рта [48].

В исследовании, проведенном Andrea Bezerra Rodrigues и соавт. (2020), была оценена эффективность криотерапии по сравнению с протоколом гигиенических мероприятий полости рта, использующим физиологический раствор, для уменьшения частоты и тяжести мукозита у пациентов, проходящих болюсное введение 5-фторурацила. Несмотря на отсутствие статистически значимых различий в степени тяжести мукозита между криотерапией и гигиеническим протоколом, криотерапия показала свою эффективность как профилактическое средство при оральном мукозите. Внедрение криотерапии в амбулаторную практику для пациентов, проходящих курс химиотерапии с применением 5-фторурацила, может представлять собой экономически выгодную и малопобочную альтернативу для снижения частоты и тяжести мукозита [22].

#### *Антимикробные препараты, увлажняющие средства, анестетики и анальгетики*

Хлоргексидин для полоскания полости рта – антисептическое средство широкого спектра действия, широко используемое для фармакологической борьбы с зубным налетом и снижения микробной нагрузки по-

лости рта. К распространенным побочным эффектам относятся временное изменение цвета зубов и языка, нарушение вкуса и, реже, раздражение или повышенная чувствительность полости рта. В руководстве по клинической практике MASCC/ISOO, посвященном лечению орального мукозита, содержится рекомендация воздержаться от применения хлоргексидина для полоскания полости рта с целью профилактики орального мукозита у пациентов, проходящих противоопухолевую терапию. Это обусловлено наличием данных, свидетельствующих о недостаточной эффективности хлоргексидина в предотвращении развития мукозита у данной группы пациентов [49].

Одним из осложнений противоопухолевого лечения, отягощающих течение мукозита, является ксеростомия, или сухость во рту, вызванная снижением или отсутствием слюноотделения, симптом, который может привести к нарушению жевания, глотания, изменению вкусовых ощущений и речи. В конечном итоге это влияет на пищевое поведение и качество жизни пациентов с онкологическими заболеваниями, получающих терапию. Текущее лечение симптомов сухости во рту включает частое употребление воды, прием лекарств, стимулирующих выработку слюны, или использование заменителей слюны для увеличения влажности во рту [26].

Narkirat Kaur и соавт. (2023) стремились оценить эффективность и безопасность перорального приема пилокарпина при ксеростомии. Их результаты показывают, что прием пилокарпина перорально значительно улучшил симптомы ксеростомии с незначительными побочными эффектами, которые в основном ограничивались потоотделением [28].

Dayaabaran Marimuthu и соавт. (2020) провели проспективное рандомизированное клиническое испытание, целью которого было сравнить эффективность ополаскивателя для полости рта, заменяющего слюну, Oral7® (Oral7 International, Великобритания), в состав которого входят натуральные ферменты, такие как лактопероксидаза, лизоцим, глюкозооксидаза и лактоферрин, аналогичные естественным ферментам слюны. Результаты исследования продемонстрировали, что данный ополаскиватель для полости рта существенно снижает субъективные проявления ксеростомии, измеряемые с помощью суммарного индекса ксеростомии. Кроме того, он улучшает объективные показатели слюноотделения у пациентов с ксеростомией, которые перенесли рак [27].

Боль, вызванная мукозитом полости рта, возникающим в результате химиотерапии, является серьезным побочным эффектом лечения рака. Она затрудняет прием пищи и может потребовать изменения схемы лечения, что влияет на эффективность лечения и повышает вероятность рецидива. Лидокаин, часто применяемый в медицинской практике в качестве местного анестетика амидного типа, функционирует как блокатор натриевых каналов [50]. Он препятствует проницаемости мембраны нервных

клеток, ингибируя обменные процессы ионов натрия и калия через клеточные мембраны. Это приводит к подавлению генерации и проведения нервного импульса, что вызывает утрату возбудимости и проводимости нервных клеток. Лидокаин характеризуется быстрым началом действия, высокой эффективностью и продолжительным эффектом. Кроме того, он не вызывает вазодилатации. В качестве активного компонента в составе ополаскивателя для полости рта лидокаин эффективно облегчает болевые ощущения при мукозите [51].

Kejie Li и соавт. (2023) провели сравнительный анализ эффективности ополаскивателя для полости рта, содержащего лидокаин и витамин B12, в отношении выраженности мукозита, интенсивности болевого синдрома, связанного с мукозитом, и сроков заживления слизистой оболочки рта у пациентов, проходящих противоопухолевую терапию. Результаты продемонстрировали, что использование данного ополаскивателя способствовало снижению болевого синдрома, уменьшению потери массы тела у пациентов и завершению курса противоопухолевой терапии в соответствии с протоколом лечения. Однако статистически значимой разницы в сроках эпителизации слизистой оболочки между группами выявлено не было [29].

Известно, что у некоторых пациентов с мукозитом полости рта 2-4 степени наблюдается выраженный болевой синдром. Опиоиды, относящиеся к третьей степени «лестницы обезболивания» ВОЗ, остаются основой обезболивающей терапии при лечении умеренной и сильной боли, связанной с онкологическими заболеваниями. Anne K C Söderlund Schaller и соавт. (2020) изучали взаимосвязь между мукозитом полости рта, болью и дозами опиоидов у пациентов с раком для оценки клинической эффективности стратегии лечения опиоидами. Результаты исследования показали, что у пациентов, за которыми во время и после проведения противоопухолевой терапии осуществлялся тщательный мониторинг специалистами по обезболиванию, в большинстве случаев удавалось эффективно купировать болевой синдром с помощью структурированного применения опиоидов. Стратегия включала постепенное увеличение дозы трансдермальных пластырей с фентанилом, а также пероральный прием морфина по мере необходимости [30].

#### *Факторы роста и цитокины*

Фактор роста кератиноцитов представляет собой гепарин-связывающий белок с молекулярной массой 28 килодальтон, который принадлежит к семейству факторов роста фибробластов. Палифермин, рекомбинантный человеческий фактор роста кератиноцитов, является N-концевым усеченным вариантом эндогенного фактора роста кератиноцитов, который усиливает пролиферацию и дифференцировку эпителиальных клеток. Он обладает биологической активностью, аналогичной таковой у нативного белка, но характеризуется повышенной стабильностью.

A. S. Zembillas и соавт. (2021) описали опыт применения палифермина в однократной дозе в качестве первичной профилактики мукозита у пациентов с В-клеточной неходжкинской лимфомой. Результаты исследования демонстрируют положительное влияние палифермина на снижение частоты и тяжести мукозита, развивающегося в процессе противоопухолевой терапии. У пациентов, получавших палифермин, наблюдалось уменьшение числа рецидивов мукозита, снижение потребности в опиоидных анальгетиках и антибактериальных препаратах, а также сокращение продолжительности госпитализации. Токсическое воздействие палифермина не было зарегистрировано ни у одного из участников исследования. Побочные эффекты, связанные с применением палифермина, включали кожную сыпь, зуд, эритему, изменения вкусовых ощущений и гипертрофию слизистой оболочки полости рта, языка и губ. Эти побочные реакции, как правило, имели легкую или умеренную степень выраженности и носили временный характер [32].

Рекомбинантный человеческий ИЛ-11 – это плейотропный цитокин, который способствует миелоидному кроветворению, подавляет иммунную активацию, стабилизирует внутреннюю среду и защищает эпителий слизистой оболочки. В исследовании Yilin Zhang и соавт. (2023) была проведена оценка профилактического и терапевтического воздействия полосканий с ИЛ-11 на оральный мукозит, возникающий у пациентов с острым лейкозом после химиотерапии. Результаты показали, что применение полосканий с ИЛ-11 способствует снижению тяжести орального мукозита, оказывает анальгезирующее действие, ускоряет процессы регенерации тканей и улучшает общую эффективность лечения [35].

#### *Натуральные и прочие средства*

Шалфей лекарственный (*Salvia officinalis*) – представитель семейства яснотковые (*Lamiaceae*), обладающий широким спектром фармакологических свойств. Растение демонстрирует противовоспалительную, анальгетическую, антиоксидантную, антимикробную, антимутагенную, антидементную, гипогликемическую и гиполипидемическую активность [52]. Kim D. R. и соавт. (2017) продемонстрировали, что шалфей многолистный (*Salvia multiflora*) оказывает стимулирующее воздействие на клеточную пролиферацию и проявляет антиоксидантные свойства, защищая клетки от окислительного стресса. Кроме того, он подавляет апоптотический процесс клеточной гибели и модулирует экспрессию ядерного фактора-κB, а также снижает продукцию провоспалительных цитокинов, что способствует уменьшению воспалительной реакции при мукозите [38].

Fatemeh Abbasi и соавт. (2023) провели сравнительный анализ эффективности местного применения гелей на основе экстракта шалфея и триамцинолона ацетонида для лечения орального мукозита.

Исследование продемонстрировало высокую результативность геля «Сальвизан», содержащего экстракт шалфея, в терапии данного заболевания. Гель «Сальвизан» проявил значительное превосходство над триамцинолоном ацетонидом в купировании болевого синдрома и ускорении процессов репарации тканей. [53] Mutluay Yaula E. и соавт. (2016) исследовали гидрогель для полоскания рта, содержащий экстракты шалфея, тимьяна и мяты перечной. Результаты показали, что применение данного средства снижает частоту возникновения орального мукозита, хорошо переносится пациентами и является экономически целесообразным. Тем не менее, для подтверждения полученных данных требуется проведение дополнительных рандомизированных контролируемых исследований [37].

Препараты на основе алоэ вера содержат различные активные соединения, в том числе железо, фолиевую кислоту, электролиты и витамины, которые положительно влияют на общее состояние здоровья [54]. Алоэ вера обладает смягчающими, увлажняющими, противовоспалительными и иммуномодулирующими свойствами, и его используют для профилактики и лечения ряда заболеваний кожи и слизистых оболочек без каких-либо побочных эффектов [55]. В исследовании, проведенном Guberti M. и соавт. (2022), была проанализирована группа пациентов, использовавших ополаскиватель и гель, содержащие алоэ вера и бычье молоко. В результате было выявлено снижение частоты возникновения мукозита на 60%, а также сокращение средней продолжительности данного состояния [39]. В другом исследовании, проведенном Su C. K. и соавт. в 2004 году, к завершению курса лечения не было обнаружено статистически значимых различий между группами пациентов, получавших алоэ вера и плацебо. Это касалось таких показателей, как максимальная степень токсичности, продолжительность мукозита второй степени или выше, качество жизни, процент потери веса, использование анальгетиков, потребность в гидратации и частота инфекций полости рта [40].

Куркума – многолетнее травянистое растение семейства имбирных. Куркумин обладает противовоспалительными, химиотерапевтическими, антиангиогенными, антиоксидантными, химиопрофилактическими, иммуномодулирующими и ранозаживляющими свойствами [56]. В исследовании, проведенном Vahid Ramezani и соавт. (2023), была дана оценка воздействия как пероральных, так и местных форм куркумина на состояние пациентов с оральным мукозитом. Результаты показали, что как ополаскиватель для полости рта, так и нанокapsулы с куркумином продемонстрировали высокую эффективность, безопасность и хорошую переносимость при лечении данного заболевания. Применение куркумина в различных формах значительно уменьшало боль и жжение, ассоциированные с поражением полости рта. Однако статистически значимых различий между пероральной и местной формами куркумина выявлено не было [57].

Дендробиум – разновидность орхидеи, является распространенным лекарственным растением, содержащим в основном алкалоиды, бибензилы, сесквитерпены, фенантрены, полисахариды и другие химические соединения. Его фармакологические свойства проявляются в основном как противоопухолевые, омолаживающие, укрепляющие иммунитет, гипогликемические и противокатарактные [58]. Yang Jiaying и соавт. (2025) провели исследование клинической эффективности чайного напитка *Dendrobium officinale* в лечении орального мукозита. В рамках исследования также изучалось воздействие напитка на иммунную функцию и микробиологический состав полости рта посредством сравнительного анализа иммунологических показателей и микробиологических характеристик ротовой полости до и после применения препарата. Результаты исследования показали, что *Dendrobium officinale* демонстрирует высокую эффективность в лечении орального мукозита. Это может быть обусловлено его способностью улучшать функционирование слюнных желез и модулировать микросреду полости рта. Препарат способствует снижению выраженности симптомов орального мукозита, оптимизируя течение заболевания за счет воздействия на системную клеточно-опосредованную иммунную функцию и регуляции связанных с ней иммунологических факторов. Кроме того, *Dendrobium officinale* снижает секрецию провоспалительных цитокинов со стороны условно-патогенной микрофлоры полости рта, что приводит к изменению качественного и количественного состава микробиома. Этот механизм способствует оптимизации микроэкологии полости рта, что, в свою очередь, улучшает клиническое состояние пациентов с оральным мукозитом [8].

Микробиота полости рта претерпевает значительные изменения в процессе противоопухолевой терапии, переходя от доминирования стрептококков к более патогенной грамотрицательной микрофлоре, продуцирующей эндотоксины. Это способствует усилению тяжести орального мукозита у пациентов [59]. В исследовании, опубликованном Chaofei Xia и соавт. (2021), было установлено, что пробиотики, включая *Bifidobacterium longum* и *B. animalis*, *Lactobacillus lactis*, *L. plantarum*, *L. rhamnosus* и *L. acidophilus*, оказывают терапевтическое воздействие и способствуют снижению выраженности орального мукозита у пациентов, проходящих химиотерапию с лейкаферезной поддержкой. Кроме того, применение пробиотиков значительно увеличивало количество иммунных клеток, что может быть связано с улучшением иммунного статуса пациентов и регуляцией гомеостаза микробиоты, влияющей на воспалительные процессы [41].

Xingchen Peng и соавт. (2024) провели проспективное рандомизированное клиническое исследование для оценки влияния *Streptococcus salivarius* K12 (SsK12) на оральный мукозит у пациентов. В рамках исследования также изучалось воздействие SsK12 на другие осложнения, включая ксеростомию, наруше-

ние вкусовой чувствительности и изменение микробиологического состава слюны. Пробиотический препарат SsK12 продемонстрировал значительное снижение частоты, продолжительности и интенсивности симптомов орального мукозита, при этом показав благоприятный профиль безопасности [42].

Применение стратегий, направленных на модификацию микробиоты полости рта, включая использование пробиотиков, антибактериальных препаратов и профессионального гигиенического ухода, может существенно снизить риск развития оральных осложнений и уменьшить их тяжесть у пациентов со злокачественными новообразованиями [60].

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, на сегодняшний день существует широкий спектр терапевтических стратегий для лечения орального мукозита, обусловленного проведением химиотерапии онкологических заболеваний. Эти методы могут включать медикаментозные и немедикаментозные подходы, направленные на уменьшение симптоматики и ускорение процесса регенерации слизистой оболочки полости рта. Однако, несмотря на разнообразие доступных средств, существующие терапевтические протоколы не всегда демонстрируют достаточную эффективность по нескольким причинам: 1) Сложность индивидуализации лечения. Подбор оптимальной терапевтической схемы может быть затруднен вследствие множества факторов, включая общее состояние здоровья пациента, тип и стадию злокачественного заболевания, а также индивидуальные характеристики организма. 2) Поздняя диагностика и начало терапии. Оральный мукозит характеризуется постепенным развитием, и его клинические проявления могут оставаться незамеченными на ранних стадиях. Позднее начало лечения может негативно сказаться на его результативности. 3) Недостаточная изученность патогенеза орального мукозита. Понимание механизмов, лежащих в основе патогенеза данного состояния, является ключевым фактором для разработки более эффективных терапевтических стратегий. Однако, несмотря на значительные усилия, эти механизмы до конца не изучены, что затрудняет создание целенаправленных медикаментозных и немедикаментозных подходов. 4) Необходимость комплексного подхода. Лечение орального мукозита предполагает комплексный подход, включающий в себя обезболивание, поддержание оптимальной гигиены рта, защиту слизистой оболочки и обеспечение полноценного питания. Однако не всегда удается достичь гармоничного сочетания всех необходимых компонентов терапии. Для повышения эффективности лечения орального мукозита необходимо продолжать научные исследования в данной области, разрабатывать инновационные терапевтические подходы и улучшать координацию между специалистами различных медицинских направлений.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ / REFERENCES

1. Bray F, Laversanne M, Sung H, Ferlay J, Siegel RL, Soerjomataram I, et al. Global cancer statistics 2022: GLOBOCAN estimates of incidence and mortality worldwide for 36 cancers in 185 countries. *CA Cancer J Clin.* 2024;74(3):229-263.  
<https://doi.org/10.3322/caac.21834>
2. Qods P, Arkat J, Batmani Y. Optimal administration strategy in chemotherapy regimens using multi-drug cell-cycle specific tumor growth models. *Biomedical Signal Processing and Control.* 2023;86(1):105221.  
<https://doi.org/10.1016/j.bspc.2023.105221>
3. Juthani R, Punatar S, Mitra I. New light on chemotherapy toxicity and its prevention. *B/JC Rep.* 2024;41(2):1-6.  
<https://doi.org/10.1038/s44276-024-00064-8>
4. Нагаева МО, Рябинина МА, Шестель АИ, Акопджанян РВ. Факторы риска развития медикаментозного орального мукозита на фоне цитостатической терапии онкологических заболеваний. *Проблемы стоматологии.* 2025;21(3):10-15.  
<https://doi.org/10.18481/2077-7566-2025-21-3-10-15>
5. Nagaeva MO, Ryabinina MA, Shestel AI, Akopdzhanyan RV. Risk factors for the development of medicamentous oral mucositis against the background of cytostatic therapy of oncological diseases. *Actual problems in dentistry.* 2025;21(3):10-15. (in Russ.).  
<https://doi.org/10.18481/2077-7566-2025-21-3-10-15>
6. Шатохина ЕА, Логачева НС, Конова ЗВ, Кузьмина ЛА. Оральный мукозит как осложнение противоопухолевой терапии: современные представления о патогенезе, профилактике и подходах к лечению. *Эффективная фармакотерапия.* 2023;19(19):92-100.  
<https://doi.org/10.33978/2307-3586-2023-19-19-92-100>
7. Shatokhina E.A., Logacheva N.S., Konova Z.V., Kuzmina L.A. Oral mucositis as an adverse event of antitumor therapy: modern concepts on pathogenesis, prevention and approaches to treatment. *Effektivnaya farmakoterapiya.* 2023;19(19):92-100 (In Russ.).  
<https://doi.org/10.33978/2307-3586-2023-19-19-92-100>
8. Гвоздикова ЕН, Аванесов КА, Халиль ЕФ, Кандакова ЕЮ, Аванесов КА. Персонализированный или унифицированный подход к профилактике и лечению оральных мукозитов у пациентов со злокачественными новообразованиями орофарингеальной области: выбор оптимального решения. *Опухоли головы и шеи.* 2022;12(3):44-52.  
<https://doi.org/10.17650/2222-1468-2022-12-3-44-52>
9. Gvozdikova E.N., Avanesov K.A., Khalil' E.F., Kandakova E.YU., Avanesov K.A. Personalized or unified approach in the prevention and treatment of oral mucositis in patients with malignant neoplasms of the head and neck organs: the choice of the optimal solution. *Head and Neck Tumors.* 2022;12(3):44-52 (In Russ.).  
<https://doi.org/10.17650/2222-1468-2022-12-3-44-52>
10. Семиглазова ТЮ, Беляк НП, Владимировая ЛЮ, Корниецкая АЛ, Королева ИА, Нечаева МН, и др. Практические рекомендации по лечению и профилактике мукозитов. *Злокачественные опухоли: Практические рекомендации RUSSCO.* 2021;11(3):224-232.  
<https://doi.org/10.18027/2224-5057-2021-11-3s2-51>
11. Semiglazova T.YU., Belyak N.P., Vladimirova L.Yu., Kornieckaya A.L., Koroleva I.A., Nechaeva M.N., et al. Practical recommendations for the treatment and prevention of mucositis. *Malignant tumors.* 2021;11(3):224-232 (In Russ.).  
<https://doi.org/10.18027/2224-5057-2021-11-3s2-51>
12. Yang J, Liu Y, Yao H, Sun M, Tong Y, Ma G, et al. Effect of Dendrobium Officinale on Radioactive Oral Mucositis of Nasopharyngeal Carcinoma and Changes of Oral Microecology. *Integr Cancer Ther.* 2025;24:e15347354251313524.  
<https://doi.org/10.1177/15347354251313524>
13. Köstler WJ, Hejna M, Wenzel C, Zielinski CC. Oral mucositis complicating chemotherapy and/or radiotherapy: options for prevention and treatment. *CA Cancer J Clin.* 2001;51(5):290-315.  
<https://doi.org/10.3322/canjclin.51.5.290>
14. Elad S, Fong-Cheng KF, Lalla RV. MASCC/ISOO clinical practice guidelines for the management of mucositis secondary to cancer therapy. *Cancer.* 2020;126(19):4423-4431.  
<https://doi.org/10.1002/cncr.33100>
15. Mubarak S, Fong-Cheng SC, Alseraihy A, Abed H, Alkhayal Z. The efficacy of two different oral hygiene regimens on the incidence and severity of oral mucositis in pediatric patients receiving hematopoietic stem cell transplantation: A prospective interventional study. *Spec Care Dentist.* 2020;40(6):566-573.  
<https://doi.org/10.1111/scd.12525>
16. Yokota T, Tachibana H, Konishi T, Yurikusa T, Hamauchi S, Sakai K, et al. Multicenter phase II study of an oral care program for patients with head and neck cancer receiving chemoradiotherapy. *Support Care Cancer.* 2016;24:3029-3036.  
<https://doi.org/10.1007/s00520-016-3122-5>
17. Lima Martins JO, Carlos ACAM, Costa GAJ, Ribeiro RS, Malta CEN, Borges MMF, et al. Oral hygiene protocols reduce the severity and incidence of oral mucositis during antineoplastic treatment: a systematic review and meta-analysis of randomized and non-randomized clinical trials. *Support Care Cancer.* 2023;31(8):480.  
<https://doi.org/10.1007/s00520-023-07858-5>
18. Elsaadany B, Anayb SM, Mashhour K, Yossif M, Zahran F. Rebamipide gargle and benzydamine gargle in prevention and management of chemo-radiotherapy and radiotherapy-induced oral mucositis in head and neck cancer patients (randomized clinical trial). *BMC Oral Health.* 2024;24(1):645.  
<https://doi.org/10.1186/s12903-024-04379-3>
19. Rastogi M, Khurana R, Revannasiddaiah S, Jaiswal I, Nanda SS, Gupta P, et al. Role of benzydamine hydrochloride in the prevention of oral mucositis in head and neck cancer patients treated with radiotherapy (>50 Gy) with or without chemotherapy. *Support Care Cancer.* 2017;25(5):1439-1443.  
<https://doi.org/10.1007/s00520-016-3548-9>
20. Hata H, Takada S, Sato J, Yoshikawa K, Imamachi K, Edo M, et al. Analgesic effects of indomethacin spray on drug-induced oral mucositis pain in patients

- with cancer: A single-arm cross-sectional study. *Spec Care Dentist*. 2021;41(4):498–504.  
<https://doi.org/10.1111/scd.12587>
17. Nagaoka H, Momo K, Hamano J, Miyaji T, Oyama-da S, Kawaguchi T, et al. Effects of an indomethacin oral spray on pain due to oral mucositis in cancer patients treated with radiotherapy and chemotherapy: a double-blind, randomized, placebo-controlled trial. *J Pain Symptom Manage*. 2021;62(3):537–544.  
<https://doi.org/10.1016/j.jpainsymman.2021.01.123>
18. Ruddy KJ, Zahrieh D, He J, Waechter B, Holleran JL, Lewis LD, et al. Dexamethasone to prevent everolimus-induced stomatitis (Alliance MIST Trial: A221701). *Semin Oncol*. 2023;50(1–2):7–10.  
<https://doi.org/10.1053/j.seminoncol.2023.01.001>
19. Kauark-Fontes E, Migliorati CA, Epstein JB, Treister NS, Alves CGB, Faria KM, et al. Extraoral photobiomodulation for prevention of oral and oropharyngeal mucositis in head and neck cancer patients: interim analysis of a randomized, double-blind, clinical trial. *Support Care Cancer*. 2022;30(3):2225–2236.  
<https://doi.org/10.1007/s00520-021-06625-8>
20. Vianna Camolesi GC, Prado-Pena IB, Gómez-Caamaño A, Victoria-Fernández C, Blanco-Carrión A, García-García A, et al. Photobiomodulation for the prevention of oral side effects secondary to head and neck cancer therapy: results of a randomised, single-blind clinical trial. *Oral Oncol*. 2025;164:e107266.  
<https://doi.org/10.1016/j.oraloncology.2025.107266>
21. Askarifar M, Lakdizaji S, Ramzi M, Rahmani A, Jabbarzadeh F. The effects of oral cryotherapy on chemotherapy-induced oral mucositis in patients undergoing autologous transplantation of blood stem cells: a clinical trial. *Iran Red Crescent Med J*. 2016;18(4):e24775.  
<https://doi.org/10.5812/ircmj.24775>
22. Rodrigues AB, Aguiar MIF, Oliveira PP, Alves NP, Silva RA, Vitorino WO, Lopes TSS. Effect of cryotherapy in preventing mucositis associated with the use of 5-fluorouracil. *Rev Lat Am Enfermagem*. 2020;19(28):33–63.  
<https://doi.org/10.1590/1518-8345.3953.3363>
23. Walladbegi J, Henriksson R, Tavelin B, Svanberg A, Larfors G, Jädersten M, et al. Efficacy of a novel device for cryoprevention of oral mucositis: a randomized, blinded, multicenter, parallel group, phase 3 trial. *Bone Marrow Transplant*. 2022;57(2):191–197.  
<https://doi.org/10.1038/s41409-021-01512-6>
24. Eslami H, Puralibaba F, Falsafi P, Bohluli S, Najati B, Negahdari R, Ghanizadeh M. Efficacy of Hypozalix spray and propolis mouthwash for prevention of chemotherapy-induced oral mucositis in leukemic patients: a double-blind randomized clinical trial. *J Dent Res Dent Clin Dent Prospects*. 2016;10(4):226–233.  
<https://doi.org/10.15171/joddd.2016.036>
25. Cardona A, Balouch A, Abdul MM, Sedghizadeh PP, Enciso R. Efficacy of chlorhexidine for the prevention and treatment of oral mucositis in cancer patients: a systematic review with meta-analyses. *J Oral Pathol Med*. 2017;46(9):680–688.  
<https://doi.org/10.1111/jop.12549>
26. Nuchit S, Lam-Ubol A, Paemuang W, Talungchit S, Chokchaitam O, Mungkung OO, et al. Alleviation of dry mouth by saliva substitutes improved swallowing ability and clinical nutritional status of post-radiotherapy head and neck cancer patients: a randomized controlled trial. *Support Care Cancer*. 2020;28(6):2817–2828.  
<https://doi.org/10.1007/s00520-019-05132-1>
27. Marimuthu D, Han KM, Mohamad MSF, Azman M. Saliva substitute mouthwash in nasopharyngeal cancer survivors with xerostomia: a randomized controlled trial. *Clin Oral Investig*. 2021;25(5):3105–3115.  
<https://doi.org/10.1007/s00784-020-03634-5>
28. Kaur H, Singh Banipal RP, Singh H, Sonik YA, Sandhu SK. Safety and efficacy of oral pilocarpine in radiation-induced xerostomia in oropharyngeal carcinoma patients. *J Cancer Res Ther*. 2023;19(3):788–792.  
[https://doi.org/10.4103/jcrt.jcrt\\_2346\\_21](https://doi.org/10.4103/jcrt.jcrt_2346_21)
29. Li K, Ren X, Xie R. Radiation-induced mucositis: a retrospective study of dexamethasone-lidocaine-vitamin B<sub>12</sub> mouth rinse versus compound chlorhexidine mouthwash in nasopharyngeal carcinoma. *Heliyon*. 2023;9(5):e15955.  
<https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e15955>
30. Schaller AKCS, Peterson A, Bäckryd E. Pain management in patients undergoing radiation therapy for head and neck cancer – a descriptive study. *Scand J Pain*. 2020;21(2):256–265.  
<https://doi.org/10.1515/sjpain-2020-0067>
31. Scarborough BM, Smith CB. Optimal pain management for patients with cancer in the modern era. *CA Cancer J Clin*. 2018;68(3):182–196.  
<https://doi.org/10.3322/caac.21453>
32. Zembillas AS, Thomas SM, Rotz SJ, Buhtoiarov IN, Hanna R. Palifermin as primary mucositis prophylaxis in patients with B-cell Non-Hodgkin lymphoma: a case series. *Pediatr Hematol Oncol*. 2022;39(1):80–82.  
<https://doi.org/10.1080/08880018.2021.1927271>
33. Bradstock KF, Link E, Collins M, Di Iulio J, Lewis ID, Schwarzer A, et al. A randomized trial of prophylactic palifermin on gastrointestinal toxicity after intensive induction therapy for acute myeloid leukaemia. *Br J Haematol*. 2014;167:618–625.  
<https://doi.org/10.1111/bjh.13086>
34. Blijlevens N, de Château M, Krivan G, Rabitsch W, Szomor A, Pytlik Ró et al. In a high-dose melphalan setting, palifermin compared with placebo had no effect on oral mucositis or related patient's burden. *Bone Marrow Transplant*. 2013;48:966–971.  
<https://doi.org/10.1038/bmt.2012.257>
35. Zhang Y, Li Y, He A, Wang J, Zhang P, Lei Bó et al. Efficacy of recombinant human interleukin-11 in preventing and treating oral mucositis after chemotherapy for patients with acute leukemia. *BMC Oral Health*. 2023;23(1):476.  
<https://doi.org/10.1186/s12903-023-03118-4>
36. Wei H, Wei J, Dong X. A prospective interventional study of recombinant human interleukin-11 mouthwash in chemotherapy-induced oral mucositis. *BMC Oral Health*. 2022;22(1):313.  
<https://doi.org/10.1186/s12903-022-02348-2>
37. Mutluay Yayla E, Izgu N, Ozdemir L, Aslan Erdem S, Kartal M. Sage tea-thyme-peppermint hydrosol oral rinse reduces chemotherapy-induced oral mucositis: a randomized

- controlled pilot study. *Complement Ther Med*. 2016;27:58–64. <https://doi.org/10.1016/j.ctim.2016.05.010>
38. Kim DR, Kim J, Oh JY, Kim HY, Kim YJ, Chang MS. Protective effect of *Salvia miltiorrhiza* Bunge on 5-fluorouracil-induced oral mucositis. *Int J Mol Med*. 2017;40(1):39–46. <https://doi.org/10.3892/ijmm.2017.2999>
39. Guberti M, Botti S, Caffarri C, Cavuto S, Savoldi L, Fusco A, et al. Efficacy and safety of a colostrum and Aloe vera-based oral care protocol to prevent and treat severe oral mucositis in patients undergoing hematopoietic stem cell transplantation: a single-arm phase II study. *Ann Hematol*. 2022;101(10):2325–2336. <https://doi.org/10.1007/s00277-022-04934-4>
40. Su CK, Mehta V, Ravikumar L, Shah R, Pinto H, Halpern J, et al. Phase II double-blind randomized study comparing oral aloe vera versus placebo to prevent radiation-related mucositis in patients with head-and-neck neoplasms. *Int J Radiat Oncol Biol Phys*. 2004;60(1):171–177. <https://doi.org/10.1016/j.ijrobp.2004.02.012>
41. Xia C, Jiang C, Li W, Wei J, Hong H, Li J, et al. A Phase II randomized clinical trial and mechanistic studies using improved probiotics to prevent oral mucositis induced by concurrent radiotherapy and chemotherapy in nasopharyngeal carcinoma. *Front Immunol*. 2021;12:e618150. <https://doi.org/10.3389/fimmu.2021.618150>
42. Peng X, Li Z, Pei Y, Zheng S, Liu J, Wang J, et al. *Streptococcus salivarius* K12 alleviates oral mucositis in patients undergoing radiotherapy for malignant head and neck tumors: a randomized controlled trial. *J Clin Oncol*. 2024;42(12):1426–1435. <https://doi.org/10.1200/JCO.23.00837>
43. Sanctis V, Belgioia L, Cante D, Porta MR, Caspiani O, Guarnaccia R, et al. *Lactobacillus brevis* CD2 for prevention of oral mucositis in patients with head and neck tumors: a multicentric randomized study. *Anticancer Res*. 2019;39(4):1935–1942. <https://doi.org/10.21873/anticancer.13303>
44. Padure A, Horhat R, Talpos-Niculescu IC, Scheusan R, Anghel MD, Rusu LC, Lungeanu D. Oral mucositis in adult cancer patients undergoing chemotherapy: six-month on-treatment follow-up. *J Clin Med*. 2024;13(19):e13195723. <https://doi.org/10.3390/jcm13195723>
45. Oliveira FM, Borges MM, Malta CE, Moura JF, Forte CP, Barbosa JV, et al. Comparison of a daily and alternate-day photobiomodulation protocol in the prevention of oral mucositis in patients undergoing radiochemotherapy for oral cancer: a triple-blind, controlled clinical trial. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal*. 2024;29(3):e430–e440. <https://doi.org/10.4317/medoral.26436>
46. Khalil M, Hamadah O, Saifo M. Photobiomodulation preconditioning for oral mucositis prevention and quality of life improvement in chemotherapy patients: a randomized clinical trial. *BMC Oral Health*. 2025;25(1):190. <https://doi.org/10.1186/s12903-025-05579-1>
47. Kamsvag T, Svanberg A, Legert KG, Arvidson J, von Essen L, Mellgren K, et al. Prevention of oral mucositis with cryotherapy in children undergoing hematopoietic stem cell transplantations – a feasibility study and randomized controlled trial. *Support Care Cancer*. 2020;28(10):4869–4879. <https://doi.org/10.1007/s00520-019-05258-2>
48. Mahdi A, Stübner J, Bergling M, Jontell M, Walladbegi J. Can cryoprevention of oral mucositis be obtained at a higher temperature? *Clin Oral Investig*. 2021;25(7):4519–4526. <https://doi.org/10.1007/s00784-020-03765-9>
49. Raber-Durlacher JE, Zadik Y, Treister NS, Stempler N, Bruno JS, Epstein JB, Elad S. MASCC/ISOO clinical practice statement: current understanding on controversies in basic oral care in hemato-oncology and hematopoietic cell transplantation. *Support Care Cancer*. 2024;32(8):520–550. <https://doi.org/10.1007/s00520-024-08690-1>
50. Bahar E, Yoon H. Lidocaine: a local anesthetic, its adverse effects and management. *Medicina (Kaunas)*. 2021;57(8):782. <https://doi.org/10.3390/medicina57080782>
51. Silva FC, Marto JM, Salgado A, Machado P, Silva AN, Almeida AJ. Nystatin and lidocaine pastilles for the local treatment of oral mucositis. *Pharmaceut Dev Technol*. 2017;22(2):266–274. <https://doi.org/10.1080/10837450.2016.1221424>
52. Aldalhin K, Wedian F, Al-Mazaideh GM, Ayyal Salman H, Al-Rimawi F, Alakhras F, et al. Comparative analysis of phytochemical composition of ethanolic extract of Jordanian *Salvia officinalis*. *Pak J Biol Sci*. 2020;23(8):989–994. <https://doi.org/10.3923/pjbs.2020.989.994>
53. Abbasi F, Rasoulzadeh Z, Yavari A. The effect of sage (*Salvian gel*) compared to triamcinolone acetonide on the treatment of recurrent aphthous stomatitis: a double-blind randomized clinical trial. *BMC Oral Health*. 2023;23(1):157. <https://doi.org/10.1186/s12903-023-02861-y>
54. Radha MH, Laxmipriya NP. Evaluation of biological properties and clinical effectiveness of Aloe vera: a systematic review. *J Tradit Complement Med*. 2014;5(1):21–26. <https://doi.org/10.1016/j.jtcme.2014.10.006>
55. Gok Metin Z, Helvacı A, Gulbahar Eren M. Effects of Aloe vera in adults with mucocutaneous problems: a systematic review and meta-analysis. *J Adv Nurs*. 2021;77(3):1105–1126. <https://doi.org/10.1111/jan.14653>
56. Shah S, Rath H, Sharma G, Senapati SN, Mishra E. Effectiveness of curcumin mouthwash on radiation-induced oral mucositis among head and neck cancer patients: a triple-blind, pilot randomized controlled trial. *Indian J Dent Res*. 2020;31(5):718–727. [https://doi.org/10.4103/ijdr.IJDR\\_822\\_18](https://doi.org/10.4103/ijdr.IJDR_822_18)
57. Ramezani V, Ghadirian S, Shabani M, Boroumand MA, Daneshvar R, Saghafi F. Efficacy of curcumin for amelioration of radiotherapy-induced oral mucositis: a preliminary randomized controlled clinical trial. *BMC Cancer*. 2023;23(1):354. <https://doi.org/10.1186/s12885-023-10730-8>
58. Fan C, Sun X, Wang X, Yu H. Therapeutic potential of the chemical composition of *Dendrobium nobile* Lindl. *Front Pharmacol*. 2023;14:e1163830. <https://doi.org/10.3389/fphar.2023.1163830>
59. Li Y, Li Z, Zheng S, Xu X. Probiotics in the management of radiation-induced oral mucositis. *Front Cell Infect Microbiol*. 2024;14:e1477143. <https://doi.org/10.3389/fcimb.2024.1477143>
60. Lin Y, Li S, Mo C, Liu H, Bi J, Xu S, et al. Oral microbial changes and oral disease management before and after the treatment of hematological malignancies: a narrative review. *Clin Oral Investig*. 2023;27(8):4083–4106. <https://doi.org/10.1007/s00784-023-05021-2>

## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

**Петрова Татьяна Геннадьевна**, доктор медицинских наук, профессор, заведующая кафедрой терапевтической стоматологии Новосибирского государственного медицинского университета, Новосибирск, Российская Федерация

Для переписки: tgpetrova@yandex.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8007-9382>

**Поспелова Татьяна Ивановна**, доктор медицинских наук, профессор, заведующая кафедрой терапии, гематологии и трансфузиологии (ФПК и ППВ) Новосибирского государственного медицинского университета, Новосибирск, Российская Федерация

Для переписки: moogem@mail.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1261-5470>

**Автор, ответственный за связь с редакцией:**

**Фёдорова Екатерина Дмитриевна**, клинический ординатор кафедры терапевтической стоматологии Новосибирского государственного медицинского университета, Новосибирск, Российская Федерация

Для переписки: Fedorova.Ek.Dm555@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-0985-423X>

**Абрамкина Эльвира Сергеевна**, кандидат медицинских наук, доцент кафедры терапевтической стоматологии Новосибирского государственного медицинского университета, Новосибирск, Российская Федерация

Для переписки: elsie6@yandex.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1039-4181>

**Ванюнина Вера Валерьевна**, кандидат медицинских наук, доцент кафедры терапевтической стоматологии Новосибирского государственного медицинского университета, Новосибирск, Российская Федерация

Для переписки: vanyunina@yandex.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8499-2956>

**Рагимова Тамила Микаиловна**, кандидат медицинских наук, доцент кафедры хирургической стоматологии Новосибирского государственного медицинского университета, Новосибирск, Российская Федерация

Для переписки: Tamila.mail@mail.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3182-1082>

## INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

**Tatyana G. Petrova**, PhD, MD, DSc, Professor, Head of the Department of Operative Dentistry, Novosibirsk State Medical University, Novosibirsk, Russian Federation

For correspondence: tgpetrova@yandex.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8007-9382>

**Tatiana I. Pospelova**, MD, PhD, DSc, Professor, Head of the Department of the therapy, Hematology and Transfusiology (FPC and PPV), Novosibirsk State Medical University, Novosibirsk, Russian Federation

For correspondence: moogem@mail.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1261-5470>

**Corresponding author:**

**Ekaterina D. Fedorova**, DMD, Resident, Department of the Operative Dentistry, Novosibirsk State Medical University, Novosibirsk, Russian Federation

For correspondence: Fedorova.Ek.Dm555@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-0985-423X>

**Elvira S. Abramkina**, DMD, PhD, Associate Professor, Department of the Operative Dentistry, Novosibirsk State Medical University, Novosibirsk, Russian Federation

For correspondence: elsie6@yandex.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1039-4181>

**Vera V. Vanyunina**, DMD, PhD, Associate Professor, Department of the Operative Dentistry, Novosibirsk State Medical University, Novosibirsk, Russian Federation

For correspondence: vanyunina@yandex.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8499-2956>

**Tamilla M. Ragimova**, DMD, PhD, Associate Professor, Department of the Oral Surgery, Novosibirsk State Medical University, Novosibirsk, Russian Federation

For correspondence: Tamila.mail@mail.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3182-1082>

**Поступила / Article received 21.03.2026**

*Поступила после рецензирования / Revised 30.03.2026*

*Принята к публикации / Accepted 31.03.2026*

**Вклад авторов в работу.** Все авторы подтверждают соответствие своего авторства международным критериям ICMJE, а также согласны принять на себя ответственность за все аспекты работы: Петрова Т.Г. – разработка концепции, научное руководство, написание рукописи – рецензирование и редактирование; Поспелова Т.И. – административное руководство исследовательским проектом, предоставление ресурсов; Федорова Е.Д. – разработка методологии, проведение исследования, написание черновика рукописи; Абрамкина Э.С. – визуализация; Ванюнина В.В. – курирование данных; Рагимова Т.М. – формальный анализ.

**Authors' contribution.** All authors confirm that their contributions comply with the international ICMJE criteria and agree to take responsibility for all aspects of the work: T.G. Petrova - conceptualization, supervision, writing – review and editing; T.I. Pospelova – project administration, resources; E.D. Fedorova – methodology, investigation, writing – original draft preparation; E.S. Abramkina – visualization; V.V. Vanyunina – data curation; T.M. Ragimova – formal analysis.



# Ограниченность линейных статистических методов в анализе взаимосвязей стоматологического статуса и соматического здоровья пациента

В.Ю. Шефов\*, Л.Ю. Орехова, Е.С. Лобода, А.В. Шефова

Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет имени академика И. П. Павлова, Санкт-Петербург, Российская Федерация

## АННОТАЦИЯ

**Актуальность.** Индекс КПУ остается основным инструментом эпидемиологической оценки активности кариозного поражения, однако, являясь суммарным показателем, он не учитывает пространственную структуру поражения зубного ряда – локализацию кариеса, характер поражения, симметрию и сложные комбинаторные паттерны. Между тем связь стоматологического и соматического здоровья подтверждена многочисленными метаанализами на когортах в десятки тысяч человек. До настоящего времени практически отсутствуют исследования, применяющие детализированные стоматологические признаки (на уровне отдельных зубов и их групп) для выявления связей с соматическим здоровьем, а стандартные статистические методы, оперирующие попарными линейными ассоциациями, могут оказаться неспособными обнаружить нелинейные и контекстно-зависимые закономерности. Цель: систематическая оценка способности стандартных статистических методов выявлять клинически значимые связи между детализированными стоматологическими признаками показателями соматического здоровья по сравнению с большими языковыми моделями (LLM). **Материалы и методы.** Разработана оригинальная цифровая медицинская анкета рукописного кода (133 поля, 9 модулей), развернутая на платформе Amvera Cloud (Яндекс). Обследованы 127 последовательных пациентов на базе ООО «Компания Видент» (Санкт-Петербург). На основании зубной формулы (32 зуба × 4 статуса) и анамнеза получен 121 производный признак в 11 категориях. Выполнено более 2420 попарных тестов с коррекцией Бонферрони и Бенжамин-Хохберг FDR ( $q = 0,05$ ). Обезличенные данные загружены в большую языковую модель для поиска нелинейных паттернов. **Результаты.** Критерий Манна – Уитни (1815 тестов) и точечно-бисериальная корреляция не дали ни одной значимой ассоциации. Логистическая регрессия с 12 стоматологическими признаками показала AUC = 0,43–0,61; добавление стоматологических признаков к возрасту не улучшило предсказательную способность модели ( $\Delta AUC = -0,15...+0,02$ ). Из 25 целенаправленных клинических гипотез подтверждены лишь 2 (8%, что сопоставимо с уровнем ложноположительных). Большая языковая модель на тех же данных выявила 4 нелинейных паттерна: пороговый эффект курения ( $p_{part} = 0,228$ ,  $p = 0,010$  при отсутствии линейной связи  $p = 0,653$ ), контекстную ассоциацию асимметрии удаленных зубов с ССЗ и приемом антикоагулянтов, нелинейный порог коморбидности при соотношении У/П > 1,0 и клинически интерпретируемые кластеры. **Заключение.** Проведенное исследование показало, что стандартные линейные статистические методы не способны выявить клинически значимые связи между конкретными стоматологическими паттернами и показателями соматического здоровья. Полученные результаты обосновывают необходимость разработки специализированных нейросетевых моделей, способных обрабатывать зубную формулу как пространственную структуру и обнаруживать многофакторные нелинейные закономерности.

**Ключевые слова:** КПУ-индекс, зубная формула, соматическое здоровье, нелинейные закономерности, множественные сравнения, большие языковые модели, нейросетевые модели, цифровая стоматология

**Для цитирования:** Шефов В.Ю., Орехова Л.Ю., Лобода Е.С., Шефова А.В. Ограниченность линейных статистических методов в анализе взаимосвязей стоматологического статуса и соматического здоровья пациента. *Пародонтология*. 2026;31(1):61-76. <https://doi.org/10.33925/1683-3759-2026-1210>

\***Автор, ответственный за связь с редакцией:** Шефов Владимир Юрьевич, кафедра стоматологии терапевтической и пародонтологии, Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет имени академика И. П. Павлова, 197000, ул. Льва Толстого, д. 6-8, г. Санкт-Петербург, Российская Федерация. Для переписки: shefov1998@gmail.com

**Конфликт интересов:** Орехова Л. Ю. является главным редактором журнала «Пародонтология», но не имеет никакого отношения к решению опубликовать эту статью. Статья прошла принятую в журнале процедуру рецензирования. Об иных конфликтах интересов авторы не заявляли.

**Благодарности:** Авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования при проведении исследования. Индивидуальные благодарности для декларирования отсутствуют.

# Limitations of linear statistical methods for detecting associations between dental status and systemic patient's health

V.Yu. Shefov\*, L.Yu. Orekhova, E.S. Loboda, A.V. Shefova

*Pavlov First Saint Petersburg State Medical University, Saint Petersburg, Russian Federation*

## ABSTRACT

**Relevance.** The DMFT index remains the principal epidemiological measure of caries experience. However, as a summary measure, it does not capture the spatial distribution of lesions within the dentition, including their location, symmetry, or complex patterns across individual teeth and tooth groups. Although numerous meta-analyses based on large cohorts have demonstrated links between oral and systemic health, few studies have used detailed dental variables derived from individual teeth and tooth groups to identify such associations. Conventional statistical methods based on pairwise linear associations may therefore be insufficient to detect nonlinear and context-dependent patterns. **Objective:** To systematically evaluate the ability of conventional statistical methods to detect clinically meaningful associations between detailed dental variables and systemic health indicators, in comparison with large language models (LLMs). **Materials and methods.** An original digital medical questionnaire was developed, comprising 133 fields across 9 modules, and implemented on the Amvera Cloud (Yandex) platform. A total of 127 consecutive patients were examined at Vident Company LLC (St. Petersburg). Based on the dental chart (32 teeth × 4 statuses) and medical history data, 121 derived variables were generated across 11 categories. More than 2,420 pairwise tests were performed using Bonferroni correction and Benjamini-Hochberg false discovery rate control ( $q = 0.05$ ). De-identified data were then uploaded to a large language model to explore nonlinear patterns. **Results.** Neither the Mann-Whitney U test (1,815 tests) nor point-biserial correlation identified any significant associations. Logistic regression based on 12 dental variables yielded an AUC of 0.43–0.61. Adding dental variables to age did not improve predictive performance ( $\Delta\text{AUC} = -0.15$  to  $+0.02$ ). Of 25 prespecified clinical hypotheses, only 2 were confirmed (8%), a proportion comparable to the expected false-positive rate. In contrast, the large language model identified four nonlinear patterns in the same dataset: a threshold effect of smoking ( $\rho_{\text{part}} = 0.228$ ,  $p = 0.010$ , despite the absence of a significant linear association,  $p = 0.653$ ), a context-dependent association between asymmetry in missing teeth, cardiovascular disease, and anticoagulant use, a nonlinear comorbidity threshold at an M/F ratio  $> 1.0$ , and clinically interpretable clusters. **Conclusion.** Conventional linear statistical methods appear insufficient for detecting clinically meaningful associations between specific dental patterns and systemic health indicators. These findings support the development of specialized neural network models capable of processing the dental chart as a spatial structure and identifying multifactorial nonlinear patterns.

**Keywords:** DMFT index, dental chart, systemic health, nonlinear patterns, multiple comparisons, large language models, neural network models, digital dentistry

**For citation:** Shefov V.Y., Orekhova L.Yu., Loboda E.S., Shefova A.V. Limitations of linear statistical methods for detecting associations between dental status and systemic patient's health. *Parodontology*. 2026;31(1):61-76. (In Russ.). <https://doi.org/10.33925/1683-3759-2026-1210>

\***Corresponding author:** Vladimir Yu. Shefov, Department of the Restorative Dentistry and Periodontology, Pavlov First Saint Petersburg State Medical University, 6-8 Lvovskaya Str., Saint Petersburg, Russian Federation, 197000. For correspondence: shefov1998@gmail.com

**Conflict of interests:** L.Yu. Orekhova, the editor-in-chief of the journal *Parodontologiya*, was not involved in the decision to publish this article. The article underwent the standard peer-review process of the journal. The authors have declared no other conflicts of interest.

**Acknowledgments:** The authors declare that there was no external funding for the study. There are no individual acknowledgments to declare.

## ВВЕДЕНИЕ

Применение технологий искусственного интеллекта (ИИ) в стоматологии переживает период стремительного роста. Среднегодовой прирост публикаций по ИИ в стоматологии составил 21,6% за 2011–2021 гг., а основными направлениями ста-

ли рентгенология (26,4%), ортодонтия (18,3%), реставрационная стоматология (12,1%) и хирургия (11,9%) [1]. Модели на основе сверточных нейросетей (CNN) и искусственных нейронных сетей (ANN) успешно применяются для детекции кариеса, переломов корней, периапикальных поражений, кист челюстей и злокачественных новообразований по-

лости рта, причем точность ИИ-систем в ряде задач сопоставима с точностью специалистов или превышает ее [3, 4].

Точность глубоких нейросетей для детекции кариеса на прицельных рентгенограммах достигает около 85% [5]. Точность классификации кариеса варьирует в пределах 71–96% на интраоральных фотографиях, 82–99,2% на прицельных снимках и 87,6–95,4% на рентгенограммах в прикус, хотя лишь четверть исследований имеет низкий риск систематической ошибки во всех доменах [6]. Поддержка ИИ повышает точность диагностики стоматологами с 0,85 до 0,89 ( $p < 0,05$ ), главным образом за счет чувствительности к начальному кариесу [7]. Диагностические модели машинного обучения для кариеса достигают значений 0,745–0,987, однако большинство из них не валидированы в реальной клинической среде [9].

В пародонтологии точность моделей ИИ составляет 47–99% в зависимости от задачи – детекции налета, диагностики гингивита, определения потери костной ткани [10]. Например, модель на основе XGBoost, обученная на 74 признаках из электронных стоматологических карт, достигает точности 0,72 для прогнозирования пародонтита, при этом выявлены нетрадиционные предикторы – тревожность, бруксизм, сердечно-сосудистые и неврологические заболевания [11]. Метод Random Forest на когорте 1055 подростков обеспечивает точность 0,78 для прогнозирования кариеса [12], а на когорте 481 ребенка – 0,91 для раннего детского кариеса [13]. Метод опорных векторов (SVM) обеспечивает точность 97,1% в прогнозировании кариеса корней, причем возраст оказывается наиболее значимым предиктором [14].

Применение больших языковых моделей (LLM) в стоматологии стремительно развивается начиная с 2023 года [15]. ChatGPT-4 статистически значимо превосходит ChatGPT-3.5, Bing Chat и Bard при ответах на клинические вопросы, хотя все модели демонстрируют неточности [16]. GPT-4 успешно сдает стоматологические экзамены с точностью 72%, но пока непригоден для самостоятельной клинической диагностики [17]. Большинство LLM-приложений в стоматологии находятся на уровне практически полезных, но требующих доработки [18].

Машинное обучение открыло принципиально новые возможности для изучения связи стоматологического статуса и системных заболеваний. С помощью Random Forest и SVM идентифицированы генетические биомаркеры связи пародонтита и сердечно-сосудистых заболеваний [19]. Активная кровоточивость десен независимо ассоциирована с повышением систолического АД и риском неконтролируемой гипертензии (OR = 1,42; NHANES III,  $n = 5396$ ) [20]. Обнаружена ассоциация индекса массы тела и кариеса, независимая от метаболического синдрома (DOME,  $n = 66\ 790$ ) [21]. Идентифицированы гены-хабы, связывающие сахарный диабет второго типа, дислипидемию и пародонтит [22].

Несмотря на десятилетия использования, индекс КПУ имеет фундаментальные ограничения. Компонент «У» (удаленные зубы) требует произвольного распределения поверхностей, ведущего к систематическим ошибкам [23]. КПУ непригоден для экономических оценок: он не отражает влияние на качество жизни и маскирует скошенное распределение [24]. При оценке по критериям ВОЗ 74,14% зубов классифицируются как здоровые, тогда как по ICDAS – лишь 20,49%, что свидетельствует о значительной недооценке кариеса [25]. Принципиально важно, что КПУ как суммарный индекс не учитывает пространственную структуру поражения: локализацию кариеса (передние зубы или боковые), характер поражения (активный кариес или леченные зубы), симметрию (правая или левая сторона), а также сложные комбинаторные паттерны. Множественный кариес резцов у молодого пациента и множественные удаления моляров у пожилого – принципиально разные клинические ситуации с разным прогнозом, хотя значения КПУ могут быть одинаковыми.

Российская научная школа активно развивает направление ИИ в стоматологии. Обоснованы требования к ИИ-программам для стоматологии, наиболее востребованным в терапевтической и детской стоматологии [26]. ИИ значительно повышает точность диагностики, однако существующие исследования ограничены малыми наборами данных [27]. Сравнительная эффективность CNN и U-Net для цефалометрического анализа [28]. Число публикаций по искусственным нейронным сетям в стоматологии выросло с 58 до 945 в год за 2000–2019 гг. [29]. Проанализированы коммерческие ИИ-платформы для анализа стоматологических рентгенограмм [30].

Связь между стоматологическим и соматическим здоровьем является установленным биологическим фактом. Метаанализы убедительно демонстрируют ассоциации пародонтита с сердечно-сосудистыми заболеваниями (OR = 1,19–1,44), сахарным диабетом второго типа, неблагоприятными исходами беременности, ревматоидным артритом и нейродегенеративными заболеваниями [19, 20, 22]. Кровоточивость десен независимо связана с гипертензией (NHANES III,  $n = 5396$ ) [20], а индекс массы тела – с кариесом (DOME,  $n = 66\ 790$ ) [21]. При этом именно нелинейные методы (XGBoost, SVM, Random Forest) обнаруживают связи, невидимые стандартным линейным подходам [11, 14]. Вопрос состоит не в том, существует ли связь между полостью рта и системным здоровьем, – она доказана, а в том, способны ли стандартные линейные методы ее обнаружить на уровне детализированных стоматологических паттернов и какой аналитический инструментарий для этого необходим.

Анализ литературы выявляет парадокс: ИИ демонстрирует высокую точность в визуальной диагностике кариеса и пародонтита, однако практически отсутствуют исследования, применяющие нейросете-

вые методы для обнаружения связей между детализированным стоматологическим статусом (на уровне отдельных зубов, их групп, индексов симметрии) и соматическим здоровьем пациента. Стандартные статистические методы – ранговые корреляции, непараметрические тесты – оперируют попарными линейными ассоциациями и не способны обнаружить нелинейные, контекстно-зависимые и комбинаторные закономерности [11, 14, 19, 21]. Большие языковые модели как инструмент анализа клинических данных в стоматологии ранее не исследовались.

Таким образом, прямое сравнительное исследование возможностей стандартных линейных методов и нелинейных подходов к анализу связей стоматологического и соматического здоровья является актуальной задачей.

**Цель исследования:** систематическая оценка способности стандартных статистических методов выявлять клинически значимые связи между детализированными стоматологическими признаками показателями соматического здоровья по сравнению с большими языковыми моделями (LLM).

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

### 1. Дизайн исследования и этические аспекты

Одномоментное поперечное обсервационное исследование. Последовательная выборка – обследованы все обратившиеся пациенты без критериев включения/исключения, что обеспечивает репрезентативность клинической популяции. Протокол сбора данных включал получение информированного добровольного согласия на обработку персональных данных (ст. 9, 10 ФЗ-152), на сбор анамнеза (ст. 20 ФЗ-323) и на передачу данных в ЕГИСЗ. Подробный дизайн исследования представлен на рисунке 1.

### 2. Разработка цифровой анкеты

Для стандартизированного сбора данных разработана оригинальная цифровая медицинская анкета, реализованная полностью на рукописном коде (серверная часть – Node.js/Express; клиентская – HTML5/CSS3/JavaScript; СУБД – PostgreSQL) без использования конструкторов форм или SaaS-платформ, что обеспечило полный контроль над логикой ветвления, валидацией ответов и хранением данных.

Бэкенд развернут на платформе Amvera Cloud в облаке Яндекс, обеспечивая хранение данных на территории Российской Федерации в соответствии с требованиями ФЗ-152. Передача данных осуществляется по протоколу HTTPS с TLS 1.3. База данных PostgreSQL размещена в изолированном контейнере.

Анкета включает 133 поля, организованных в девять тематических модулей: персональные данные и согласия (M0), эпидемиологический скрининг – туберкулез, гепатиты В/С, ВИЧ, вакцинация (M1), общий медицинский статус по девяти системам

органов с детализацией (M2), аллергологический анамнез – семь категорий аллергенов с типами реакций (M3), лекарственная терапия – восемь фармакологических групп (M4), женское здоровье (M5), образ жизни – курение, алкоголь, психоактивные вещества (M6), стоматологический модуль – причина обращения, боль по NRS, чувствительность, кровоточивость, ВНЧС, бруксизм, анамнез лечения (M7), подтверждения и дополнения (M9).

В анкету интегрированы три уровня контроля качества данных: (1) Infrequency Response Index (IRI) – три контрольных вопроса с заведомо известным «правильным» ответом, позволяющие выявить невнимательное заполнение; (2) шкала социальной желательности – восемь утверждений, невозможных для честного ответа, выявляющие тенденцию к социально одобряемым ответам; (3) алгоритм long-string detection – обнаружение монотонных паттернов ( $\geq 7$  одинаковых ответов подряд). Система автоматически рассчитывает класс ASA, индекс CVI и формирует многоуровневую карту рисков (критический / высокий / средний / внимание).

### 3. Характеристика выборки

Исследование выполнено на базе ООО «Компания Видент» (Санкт-Петербург) в период с 15 января по 9 марта 2026 года. Обследованы 127 пациентов. Распределение ключевых показателей выборки представлено на рисунке 2.

### 4. Инженерия стоматологических признаков

На основании зубной формулы (32 зуба, 4 возможных статуса: Н – норма, К – кариес, П – пломба, У – удален) и компонентов КПУ-индекса сгенерирован 121 производный признак, организованных в 11 категорий. Данный подход аналогичен методологии «широкого скрининга» (agnostic feature screening), применяемой в геномных исследованиях (GWAS), адаптированной к стоматологическому контексту.

Категория 1 – Базовые компоненты (4): К, П, У, КПУ. Категория 2 – Нормированные ратю (7): К/КПУ, П/КПУ, У/КПУ, К/П, К/У, П/У, КПУ/32. Категория 3 – Индекс активности кариозного процесса (1):  $K/(K+P)$  – доля активного кариеса среди всех пораженных зубов. Категория 4 – Tooth-group специфичные показатели (68): для каждого из 3 статусов и суммарного поражения рассчитаны показатели для 17 анатомо-функциональных групп зубов. Категория 5 – Индексы симметрии (18): для каждого статуса рассчитаны три типа асимметрии – правая (RL), верхне-нижняя (UL) и передне-задняя (AP). Категория 6 – Бинарные паттерны (9). Категория 7 – Информационная энтропия Шеннона (1):  $H = -\sum p_i \cdot \log_2(p_i)$ . Категория 8 – Кластерность смежных зубов (1). Категория 9 – Максимальная последовательность (2). Категория 10 – Функциональные соотношения (2): передние/задние и верхние/нижние ратю поражения.

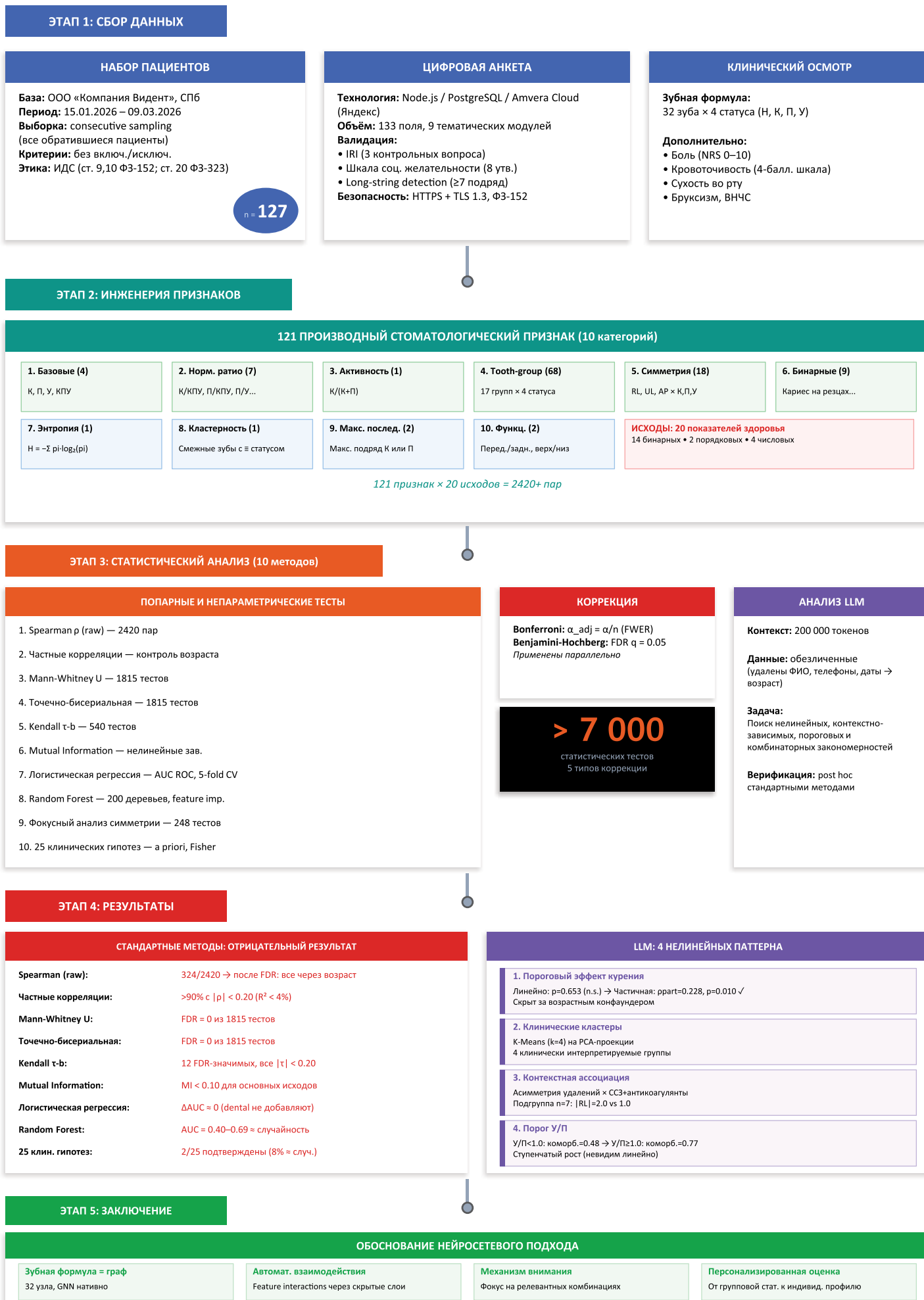
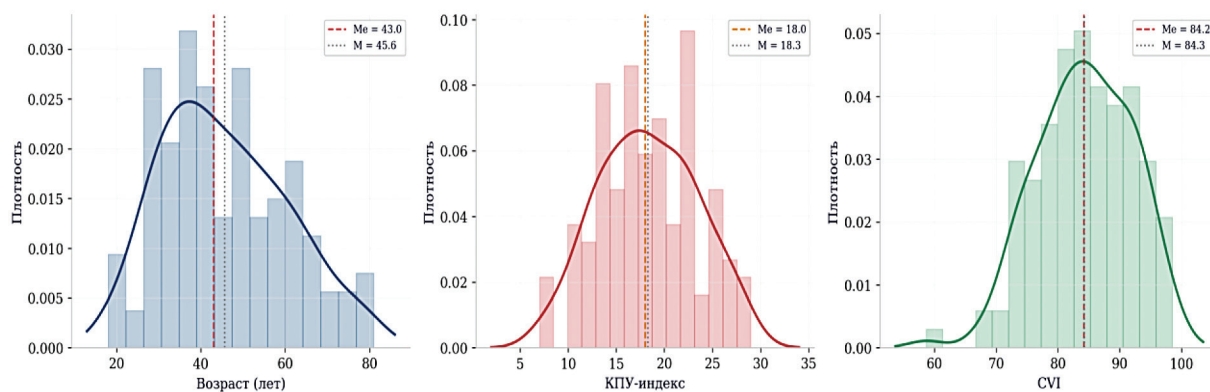


Рис. 1. Дизайн исследования: этапы сбора данных, инженерии признаков, статистического анализа (10 методов, >7000 тестов) и анализа LLM с обоснованием нейросетевого подхода (источник: составлено авторами)

Fig. 1. Study design showing the stages of data collection, feature engineering, statistical analysis (10 methods, >7,000 tests), and LLM-based analysis providing a rationale for the neural network approach (Sources: compiled by the author)



**Рис. 2.** Распределения возраста, КПУ и CVI с KDE-оценками плотности ( $n = 127$ ) (источник: составлено авторами)  
**Fig. 2.** Distributions of age, DMFT, and CVI with kernel density estimates ( $n = 127$ ) (Sources: compiled by the author)

### 5. Исходы (показатели соматического здоровья)

В качестве зависимых переменных использованы 20 показателей: 14 бинарных (наличие заболеваний CCC, эндокринной, гематологической, респираторной, неврологической систем, аутоиммунные и психические расстройства, наличие любого заболевания, нахождение под диспансерным наблюдением, приём лекарственных препаратов, прием антикоагулянтов, аллергия, актуальное курение, бруксизм, дисфункция ВНЧС); 2 порядковых (кровоточивость десен и сухость во рту по 4-балльной шкале); 4 числовых (количество коморбидностей, класс ASA, индекс CVI, боль по NRS 0–10).

### 6. Статистический анализ: 10 методов

Для исчерпывающего тестирования гипотезы применены последовательно 10 статистических подходов, охватывающих весь спектр от попарных корреляций до методов машинного обучения. Выбор методов мотивирован стремлением исключить возможность того, что отрицательный результат обусловлен неадекватностью конкретного метода.

**Метод 1.** Ранговая корреляция Спирмена (raw). Полный перебор всех  $121 \times 20 = 2420$  пар. Спирман  $\rho$  не требует нормальности распределений и устойчив к выбросам.

**Метод 2.** Частные корреляции с контролем возраста. Для каждой пары переменных построены линейные регрессии  $X \sim \text{age}$  и  $Y \sim \text{age}$ , после чего корреляция Спирмена рассчитана между резидуалами.

**Метод 3.** Критерий Манна – Уитни (Манн – Уитни U). Для каждого бинарного исхода сравнивались распределения каждого стоматологического признака. 1815 тестов.

**Метод 4.** Точно-бисериальная корреляция. Параметрический аналог (Pearson) для пар «бинарная – непрерывная переменная». 1815 тестов.

**Метод 5.** Корреляция Кендалла ( $\tau$ -b). Робастный ранговый метод, корректный при наличии связей. 27 ключевых признаков  $\times$  20 исходов = 540 тестов.

**Метод 6.** Взаимная информация (Mutual Information). Непараметрическая оценка общей (вклю-

чая нелинейную) статистической зависимости:  $MI(X;Y) = H(X) + H(Y) - H(X,Y)$ . Реализация: sklearn.feature\_selection.mutual\_info\_classif,  $k = 5$  соседей.

**Метод 7.** Мультивариантная логистическая регрессия. 12 стоматологических признаков в качестве предикторов. Три модели: (а) только стоматологические признаки, (б) только возраст, (в) dental + возраст. Оценка: AUC ROC с 5-fold стратифицированной кросс-валидацией. Регуляризация L2 ( $C = 0.1$ ). Ключевая метрика:  $\Delta AUC = AUC(\text{dental} + \text{возраст}) - AUC(\text{только возраст})$ .

**Метод 8.** Random Forest. 200 деревьев,  $\text{max\_depth} = 5$ ,  $\text{min\_samples\_leaf} = 5$ . Оценка важности признаков и AUC ROC с 5-fold CV.

**Метод 9.** Фокусный анализ симметрии. Все 18 индексов симметрии протестированы против 8 ключевых исходов (Спирман + Kendall параллельно). 248 тестов.

**Метод 10.** Целенаправленная проверка 25 клинических гипотез. Гипотезы сформулированы априори на основании клинических представлений. Тесты: Фишер exact для бинарных, Спирман для непрерывных.

Коррекция на множественные сравнения. Бонферрони ( $\alpha_{\text{adj}} = \alpha/n$ ) – консервативный метод, контролирующий семейную ошибку (FWER). Benjamini-Hochberg (BH) – менее консервативный, контролирующий долю ложноположительных (FDR,  $q = 0.05$ ). Оба метода применены параллельно.

### 7. Анализ данных большой языковой моделью

После получения отрицательных результатов стандартного анализа данные были обезличены (удалены ФИО, телефоны, даты рождения заменены возрастом) и загружены в LLM. Модели предложено проанализировать тот же 121 стоматологический признак и 20 показателей здоровья без ограничений на тип обнаруживаемых закономерностей – нелинейных, контекстно-зависимых, пороговых и комбинаторных. Результаты LLM верифицированы post hoc на исходных данных с помощью стандартных методов (стратифицированный анализ, тест Краскела – Уоллиса, визуализация).

## РЕЗУЛЬТАТЫ

## 1. Описательная статистика выборки

Возрастное распределение отклонялось от нормального (Shapiro-Wilk  $W = 0.973$ ,  $p = 0,013$ ) с умеренной правосторонней асимметрией (skewness = 0,40, kurtosis = -0,55). Основная масса пациентов (68,5%) – в возрасте 26–55 лет. Статистически значимых возрастных различий между полами не обнаружено (Манн – Уитни  $U = 2082$ ,  $p = 0,621$ ).

КПУ-индекс демонстрировал выраженную возрастную зависимость (Спирман  $\rho = 0,874$ ,  $p < 0,001$ ,  $R^2 = 0,764$ ). Структура КПУ существенно менялась с возрастом: компонент К (активный кариес) был возраст-независимым ( $\rho = -0,064$ ,  $p = 0,476$ ), тогда как П (пломбы:  $\rho = 0,598$ ,  $p < 0,001$ ) и У (удаленные:  $\rho = 0,744$ ,  $p < 0,001$ ) линейно возрастали. Между К и П обнаружена отрицательная корреляция ( $\rho = -0,190$ ,  $p = 0,032$ ). КПУ также различался между классами ASA (Краскелл-Уоллис  $H = 23.69$ ,  $p < 0,001$ ) и обратно коррелировал с CVI ( $\rho = -0,530$ ,  $p < 0,001$ ). Половых различий КПУ не обнаружено ( $U = 2110$ ,  $p = 0,528$ ) (рис. 3).

## 2. Корреляционный анализ Спирмана без коррекции – иллюзия значимости

Из 2420 пар переменных, проверенных по методу Спирмена, 324 дали формально значимый результат – это 13,4%, что заметно превышает 5% ожида-

емых ложноположительных. После поправки Бенжамини – Хохберга сохранились 85 ассоциаций, после Бонферрони – 38. Содержательный разбор выживших корреляций, однако, показал, что все они касаются суммарных показателей (КПУ, общее число пораженных зубов) и опосредованы возрастом пациента (рис. 4).

## 3. Частные корреляции – эффект возраста

Контроль возраста методом регрессионных резидуалов не устранил проблему: 331 ассоциация (13,7%) осталась формально значимой. Однако распределение размеров эффекта показало, что >90% имеют  $|\rho| < 0,20$  ( $R^2 < 4\%$ ), что клинически несущественно (рисунки 5–6).

## 4. Непараметрические тесты (методы 3–5) – FDR = 0

По критерию Манна – Уитни (1815 сравнений) 163 пары формально достигли значимости (9,0%), но ни одна не устояла после FDR-коррекции. Точечно-би-серияльная корреляция дала аналогичную картину: 159 из 1815 пар формально значимы, ноль – после поправки. Тау Кендалла (540 тестов) сохранил 12 ассоциаций после FDR, но все с  $|\tau| < 0,20$ . По существу, доля формально значимых находок (9–14%) лишь немного превышала ожидаемый уровень случайных совпадений (5%), а после строгих поправок исчезала полностью.

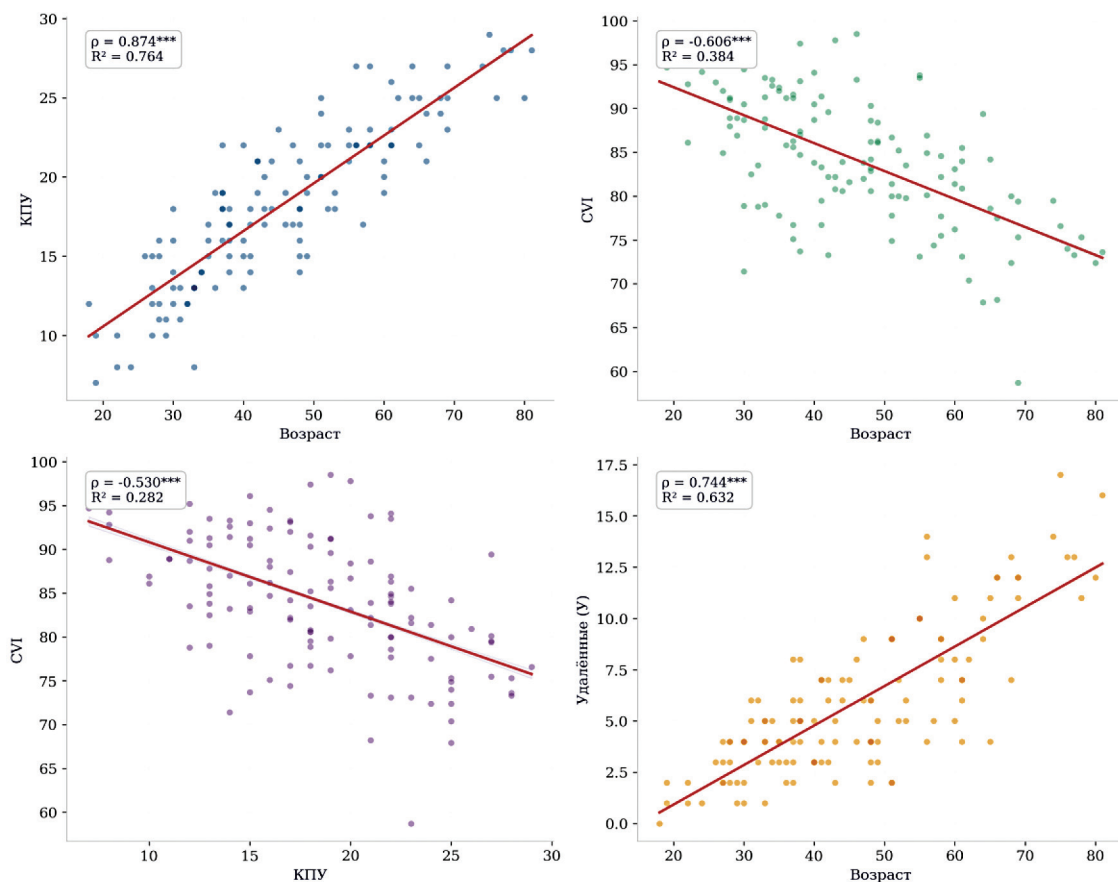


Рис. 3. Корреляционные зависимости с линиями регрессии и 95% ДИ

Fig. 3. Correlations with regression lines and 95% CI (Sources: compiled by the author)

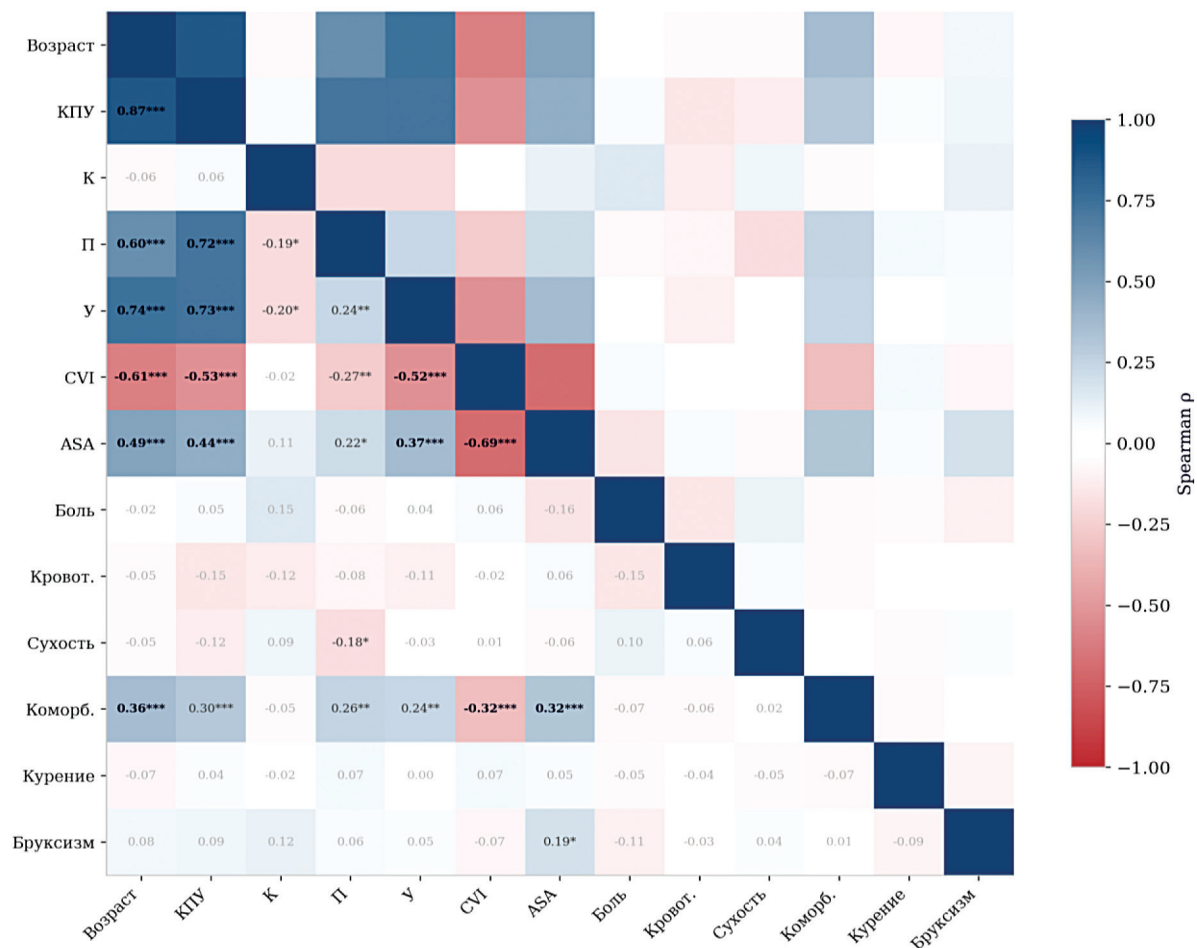


Рис. 4. Корреляционная матрица Спирман (13 переменных). Все значимые корреляции кластеризованы вокруг возраста (источник: составлено авторами)

Fig. 4. Spearman correlation matrix (13 variables). All significant correlations clustered around age (Sources: compiled by the author)

**5. Mutual Information – отсутствие нелинейных связей**

Анализ взаимной информации (MI), способный выявлять зависимости произвольной формы, включая нелинейные, также не дал клинически убедительных результатов. Наибольшее значение MI = 0,31 было получено для пары «кариес передних зубов – респираторные заболевания», однако оно объяснялось малочисленностью соответствующей подгруппы (n = 9). Для ключевых исходов – сердечно-сосудистых заболеваний, курения, бруксизма – MI не превышал 0,10, что практически равносильно отсутствию статистической связи.

**6. Логистическая регрессия – ΔAUC ≈ 0**

Многофакторная логистическая регрессия с 12 стоматологическими предикторами показала качество предсказания на уровне AUC 0,43–0,61 при пятикратной перекрестной проверке. Модель, использующая единственную переменную – возраст, давала AUC 0,46–0,72. Прирост качества при добавлении стоматологических признаков (ΔAUC) колебался от -0,149 для дисфункции ВНЧС до +0,020 для курения. Другими словами, 12 стоматологических

показателей практически не добавляли предсказательной ценности к одному лишь возрасту (рис. 7).

**7. Random Forest – AUC ≈ случайность**

Алгоритм «случайного леса» (200 деревьев, глубина до 5) дал AUC в диапазоне 0,40–0,69, не превысив модель с одним лишь возрастом. Значимость отдельных признаков распределилась равномерно, ни один из них не доминировал, что указывает на отсутствие сильных одиночных предикторов среди стоматологических переменных.

**8. Симметрия КПУ – незначимо**

Из 248 тестов (18 индексов симметрии × 8 исходов) 34 формально значимы (13,7%). Однако все имели  $|r| < 0,25$ , а подавляющее большинство –  $|r| < 0,20$ . Ни один индекс симметрии не продемонстрировал устойчивой специфической связи с конкретным соматическим состоянием.

**9. Клинические гипотезы – 2 из 25**

Из 25 целенаправленных гипотез подтверждены лишь 2 (8%): «смежностная кластерность → коморбидность» ( $\rho = 0,324$ ,  $p = 0,0002$ ) и «П/У → ASA»

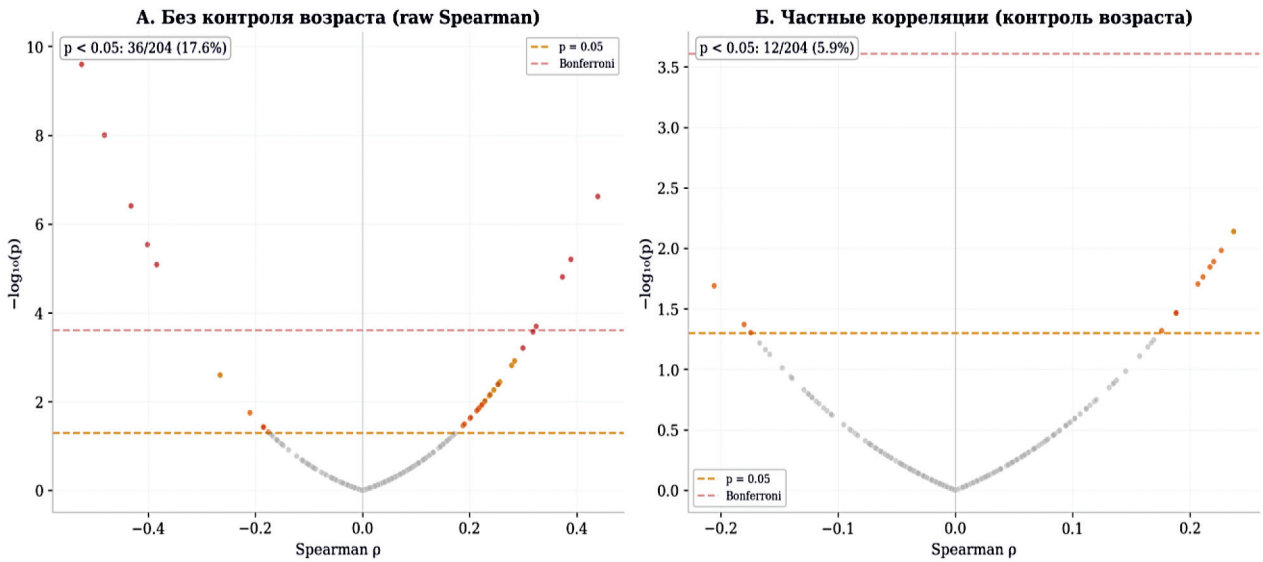


Рис. 5. Volcano plots до (А) и после (Б) контроля возраста (источник: составлено авторами)  
 Fig. 5. Volcano plots before (A) and after (B) adjustment for age (Sources: compiled by the author)

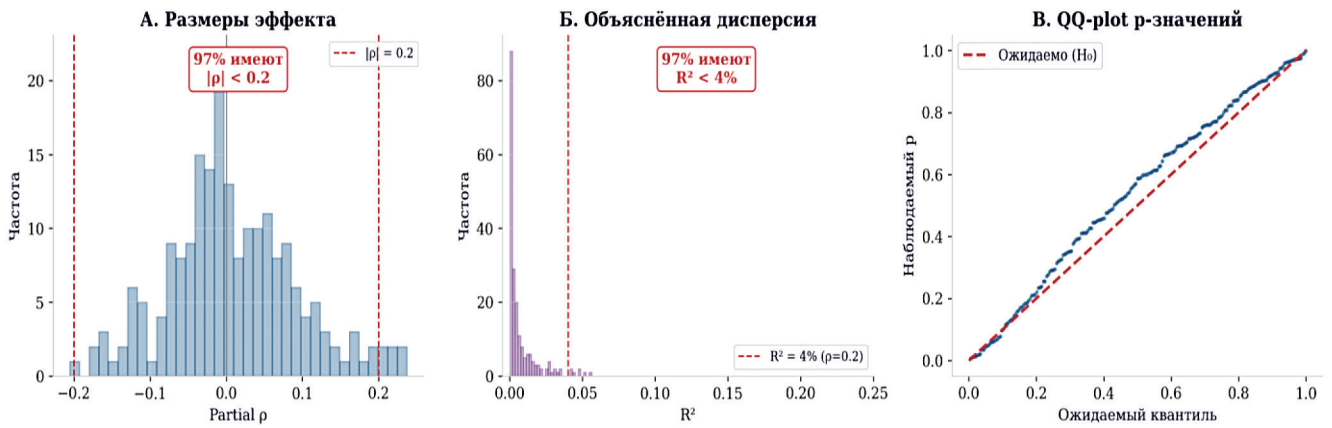


Рис. 6. Распределение размеров эффекта (А), объясненной дисперсии (Б) и QQ-plot р-значений (В)  
 (источник: составлено авторами)

Fig. 6. Distributions of effect sizes (A), explained variance (B), and QQ plot of p values (C) (Sources: compiled by the author)

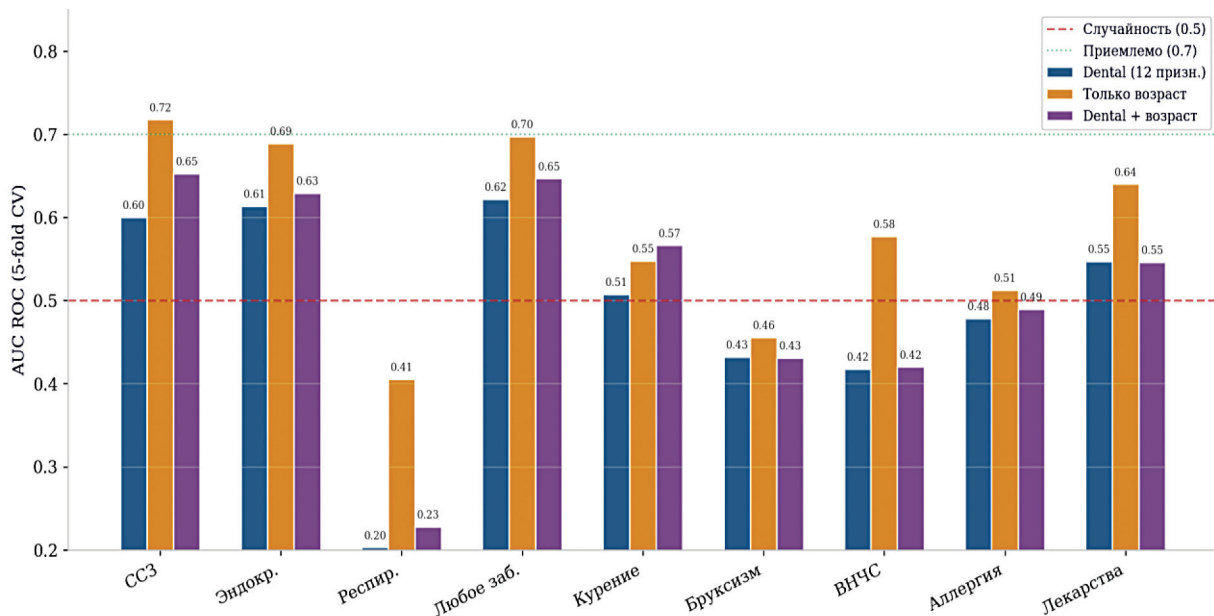
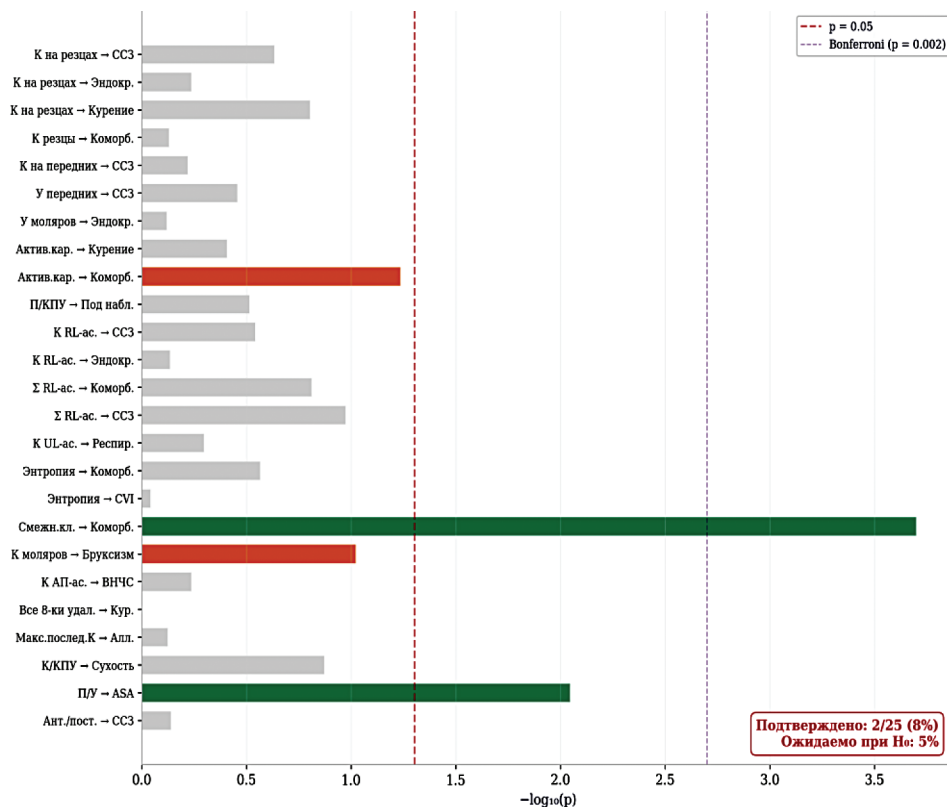


Рис. 7. Сравнение AUC ROC: стоматологические признаки vs возраст.  $\Delta AUC \approx 0$  для всех исходов  
 (источник: составлено авторами)

Fig. 7. ROC AUC comparison for models using dental variables versus age.  $\Delta AUC \approx 0$  for all outcomes  
 (Sources: compiled by the author)



**Рис. 8.** Проверка 25 клинических гипотез. Подтверждены 2 из 25 (8% ≈ уровень случайности) (источник: составлено авторами)

**Fig. 8.** Evaluation of 25 clinical hypotheses. Only 2 of 25 were confirmed (8% ≈ chance level) (Sources: compiled by the author)

( $\rho = -0,232$ ,  $p = 0,009$ ). Обе связи опосредованы возрастом. Не подтверждены: «кариес на резцах → ССЗ» (Фишер  $OR = 0.53$ ,  $p = 0,232$ ), «активность кариеса → курение» ( $\rho = -0,077$ ,  $p = 0,390$ ), «энтропия КПУ → CVI» ( $\rho = 0,011$ ,  $p = 0,906$ ), «кариес на молярах → бруксизм» ( $OR = 1.99$ ,  $p = 0,095$ ) (рис. 8).

**10. Матрица частных корреляций**

После устранения влияния возраста матрица частных корреляций показала преимущественно слабые связи стоматологических признаков с соматическими показателями: подавляющее большинство коэффициентов не превышало  $|\rho| = 0,20$ , что трудно расценить как клинически значимые линейные зависимости. Наибольшее число статистически значимых, хотя и невысоких по абсолютной величине, корреляций было выявлено для кариеса клыков, ассоциированного с эндокринной патологией, комбинированной патологией, курением и бруксизмом ( $\rho$  до  $0,33-0,51$ ;  $p < 0,001$ ). Кариес премоляров, напротив, обнаружил слабые отрицательные связи с сахарным диабетом и эндокринными заболеваниями ( $\rho \approx -0,22$ ;  $p < 0,05$ ), что может отражать различия в характере питания данной когорты пациентов (рис. 9).

**11. Результаты анализа LLM: нелинейные паттерны**

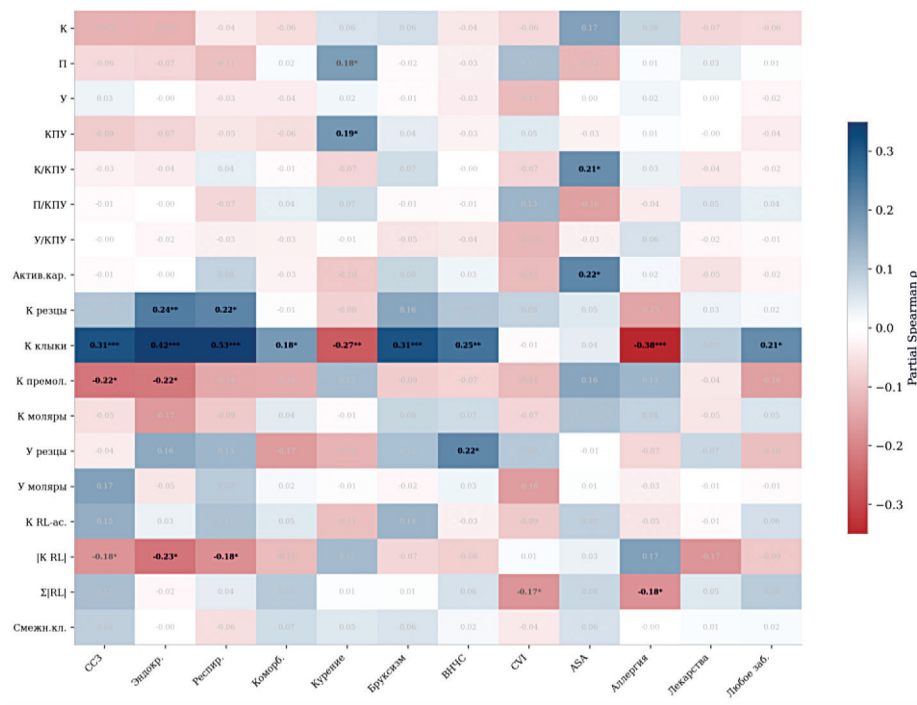
В отличие от стандартных статистических методов, LLM при анализе тех же обезличенных данных

выявила четыре нелинейных паттерна, каждый из которых верифицирован post hoc.

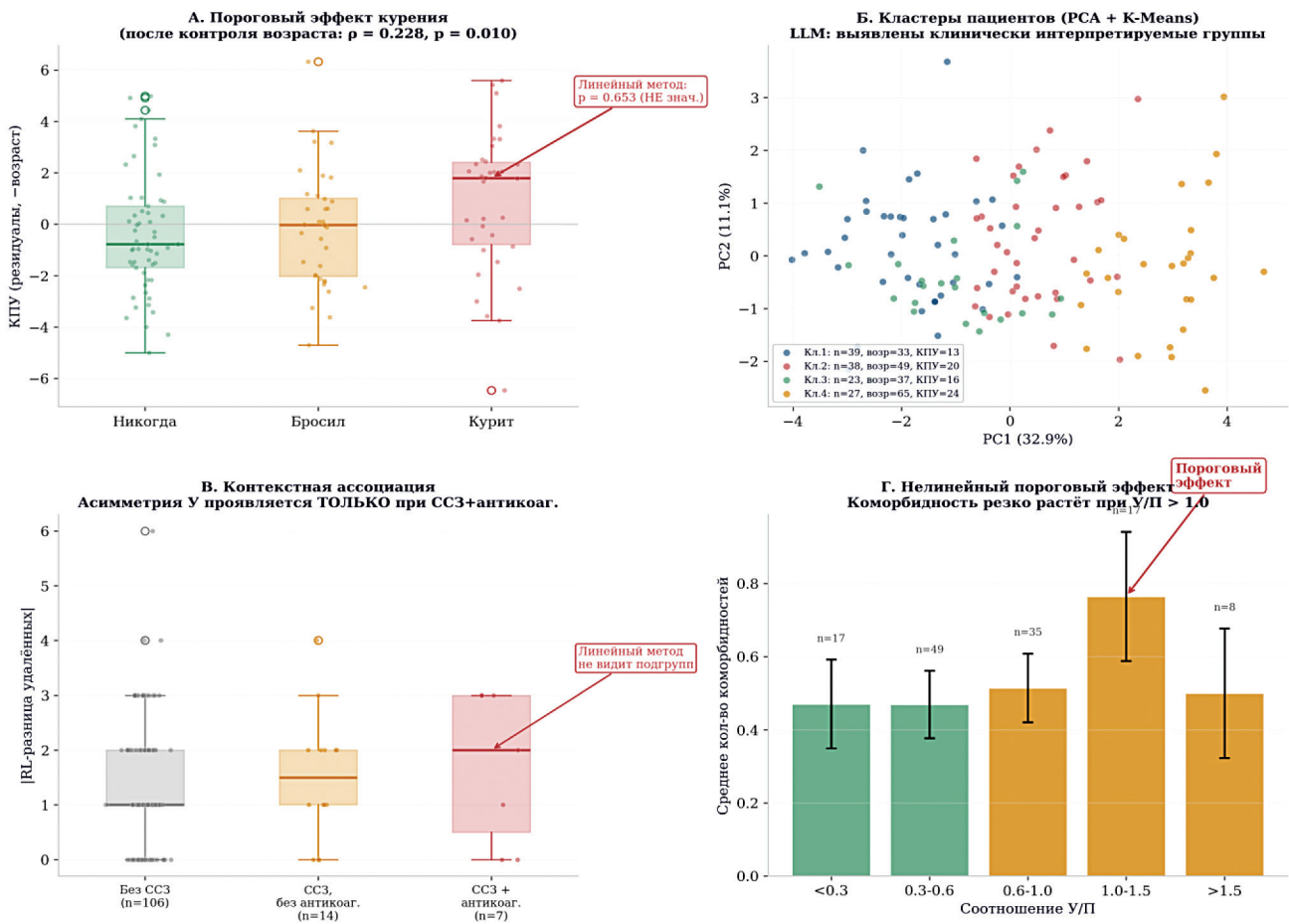
*Паттерн 1. Пороговый эффект курения на КПУ.* Линейная корреляция курения с КПУ:  $\rho = 0,040$ ,  $p = 0,653$  (незначимо). Однако после контроля возраста частичная корреляция становится значимой:  $\rho_{part} = 0,228$ ,  $p = 0,010$ . LLM идентифицировала этот паттерн как «скрытый за возрастным конфаундером»: при равном возрасте КПУ курильщиков систематически выше, но эффект размывается монотонной возрастной зависимостью обеих переменных.

*Паттерн 2. Кластеры пациентов.* К-Means ( $k = 4$ ) на PCA-проекции 12 переменных выделил клинически интерпретируемые группы: (1) молодые здоровые ( $n \approx 39$ , возраст 33, КПУ 13); (2) средний возраст с умеренным поражением ( $n \approx 38$ , возраст 49, КПУ 20); (3) активный функциональный блок ( $n \approx 23$ , возраст 37, КПУ 16, повышенные боль и бруксизм); (4) пожилые коморбидные ( $n \approx 27$ , возраст 65, КПУ 24,  $\geq 2$  заболевания).

*Паттерн 3. Контекстная ассоциация: асимметрия удалений – ССЗ - антикоагулянты.* RL-асимметрия удаленных зубов не коррелирует с ССЗ в общей выборке ( $\rho = 0,01$ ,  $p > 0,5$ ). Однако в подгруппе пациентов с ССЗ, принимающих антикоагулянты ( $n = 7$ ), медиана  $|RL\text{-разницы удаленных}| = 2.0$  vs  $1.0$  в остальной выборке. Гипотеза: антикоагулянтная терапия затрудняет экстракцию, приводя к асимметричной потере зубов.



**Рис. 9.** Матрица частных корреляций (контроль возраста): 18 стоматологических признаков × 12 показателей здоровья. Практически все  $|r| < 0,20$   
**Fig. 9.** Partial correlation matrix adjusted for age: 18 dental variables × 12 health indicators. Almost all  $|r| < 0.20$  (Sources: compiled by the author)



**Рис. 10.** Четыре нелинейных паттерна, выявленных LLM (источник: составлено авторами)  
**Fig. 10.** Four nonlinear patterns identified by the LLM (Sources: compiled by the author)

Таблица 1. Сводка результатов 10 статистических методов (источник: составлено авторами)

Table 1. Summary of the results of 10 statistical methods (Sources: compiled by the author)

Метод / Method	Тестов / Tests	$p < 0,05$	FDR	Вердикт / Result
<b>Spearman correlation (raw)</b>	2420	324 (13,4%)	85	<b>Конфаунд возраста / Age confounding</b>
<b>Partial Spearman correlation (adjusted for age)</b>	2420	331 (13,7%)	133	<b>Артефакты / Spurious findings</b>
<b>Mann-Whitney U test</b>	1815	163 (9,0%)	0	FDR = 0
<b>Point-biserial correlation</b>	1815	159 (8,8%)	0	FDR = 0
<b>Kendall's <math>\tau</math>-b</b>	540	52 (9,6 %)	12	<b>Слабые эффекты / Weak effects</b>
<b>Mutual Information</b>	–	–	–	MI $\approx$ 0
<b>Логистическая регрессия / Logistic regression</b>	–	–	–	$\Delta$ AUC $\approx$ 0
<b>Random Forest</b>	–	–	–	AUC $\approx$ 0,5
<b>Анализ симметрии / Symmetry analysis</b>	248	34 (13,7%)	–	$ p  < 0,2$
<b>25 клинических гипотез / 25 clinical hypotheses</b>	25	2 (8,0%)	–	$\approx$ случайность / $\approx$ chance level

*Паттерн 4.* Нелинейный пороговый эффект соотношения У/П. Линейная корреляция У/П с коморбидностью:  $\rho = 0,15$  (слабая). Однако при бинаризации по порогу У/П = 1.0 обнаруживается ступенчатый рост коморбидности: при У/П < 1.0 среднее число заболеваний = 0,48, при У/П 1.0–1.5 – 0.77, при У/П > 1.5 – 0.50 (малая группа, n = 8) (рис. 10, табл. 1).

## ОБСУЖДЕНИЕ

В ходе настоящего исследования 10 стандартных статистических методов не выявили клинически значимых связей между 121 детализированным стоматологическим признаком и 20 показателями соматического здоровья. При суммарно более 7000 тестов, 5 типах коррекции, параметрических и непараметрических подходах, включая машинное обучение, ни одна специфическая ассоциация на уровне отдельных зубов не преодолела порог клинической значимости. Может ли стоматолог на основании этого заключить, что рот и тело никак не связаны? Разумеется, нет, и дело не в отсутствии связей, а в том, каким инструментом мы их ищем.

Связь между стоматологическим и соматическим здоровьем является установленным фактом, подтвержденным десятилетиями эпидемиологических исследований на когортах в десятки и сотни тысяч человек. Пародонтит ассоциирован с сердечно-сосудистыми заболеваниями (OR = 1,19–1,44) [19, 20]. Кровоточивость десен независимо связана с неконтролируемой гипертензией (OR = 1,42; NHANES III, n = 5396) [20]. Индекс массы тела ассоциирован с кариесом независимо от метаболического синдрома (DOME, n = 66 790) [21]. Идентифицированы генетические биомаркеры, связывающие пародонтит с сахарным диабетом второго типа и дислипидемией [22]. При этом именно нелинейные методы (XGBoost, SVM, Random Forest) обнаруживали эти связи – тревожность, бруксизм и сердечно-сосудистые заболевания как предикторы пародонтита [11], точность 97,1% в прогнозировании кариеса корней [14]. Иными словами, данные содержат информацию о взаимосвязи

стоматологического и соматического статуса, но эта информация закодирована в нелинейных, многофакторных и контекстно-зависимых паттернах, которые линейная статистика не способна декодировать.

Данные, представленные в работе, прямо подтверждают, что клинически реальные связи в исследуемой выборке есть, просто стандартная статистика их не видит. Наглядный пример – влияние курения на интенсивность кариеса. Если напрямую посчитать корреляцию Спирмена между статусом курения и КПУ, получается  $\rho = 0,040$  при  $p = 0,653$ : казалось бы, связи никакой. Но стоит учесть возраст пациента (частичная корреляция), как картина радикально меняется:  $\rho_{part} = 0,228$ ,  $p = 0,010$ . Иначе говоря, курительщик и некурящий одного возраста достоверно отличаются по КПУ – у курительщика он закономерно выше. Каждый стоматолог знает это из практики, однако «классический» тест выдает  $p = 0,653$  и тем самым маскирует вполне реальную закономерность с  $p = 0,010$ . Причина проста: и КПУ, и частота курения растут с возрастом, поэтому возрастной тренд «заглушает» собственный вклад табакокурения.

Кластерный анализ (Паттерн 2) еще нагляднее демонстрирует клиническую суть проблемы. Когда мы спроецировали данные 127 пациентов по 12 стоматологическим и соматическим параметрам, они естественно разделились на четыре группы, хорошо знакомые любому клиницисту: молодые практически здоровые пациенты, люди среднего возраста с умеренным кариозным поражением, относительно молодые пациенты с выраженным болевым синдромом и бруксизмом (так называемый «функциональный блок»), а также пожилые больные с несколькими сопутствующими заболеваниями. Само существование таких кластеров означает, что стоматологические и общесоматические характеристики пациента взаимосвязаны, но эта связь проявляется лишь при одновременном учете четырех-пяти признаков, а не в формате «один параметр – один диагноз». Еще один характерный пример (Паттерн 3) – асимметрия удаленных зубов у кардиологических пациентов. Во всей выборке корреляция между право-левой асимметри-

ей удалений и сердечно-сосудистыми заболеваниями практически нулевая ( $p = 0,01$ ). Однако среди семи пациентов, одновременно страдающих ССЗ и принимающих антикоагулянты, медиана этой асимметрии оказалась вдвое выше, чем у остальных. Клинически это объяснимо: антикоагулянтная терапия повышает риск кровотечения при удалении, и стоматологи вынужденно откладывают экстракцию, что со временем формирует неравномерную потерю зубов. Такая связь существует только внутри узкой подгруппы и принципиально не может быть обнаружена, если сравнивать признаки попарно во всей выборке.

Отдельного обсуждения заслуживает роль возраста. В нашей выборке возраст определял более трех четвертей вариабельности КПУ и параллельно был тесно связан с числом сопутствующих заболеваний и классом ASA ( $p = 0,37-0,49$ ). Из-за этого любой стоматологический показатель, нарастающий с возрастом, автоматически «коррелирует» с соматическим статусом, но не напрямую, а опосредованно. Если не учитывать возраст, обнаруживаются десятки формально значимых корреляций, все из которых при ближайшем рассмотрении оказываются артефактами; а после его учета остаточные эффекты ничтожны ( $|p| < 0,20$ , объясненная дисперсия менее 4%). Однако описанный выше пример с курением показывает, что возраст играет более коварную роль, чем просто вмешивающаяся переменная: он не столько создает ложные связи, сколько маскирует настоящие. Стандартные способы устранения возрастного влияния «в среднем», через регрессионные остатки, бессильны перед связями, которые по-разному проявляются в разных возрастных группах, имеют пороговый характер или возникают только в определенном клиническом контексте.

Проблема множественных сравнений в нашем исследовании заслуживает отдельного комментария. При 2420 тестах Спирмена мы ожидали бы примерно 121 случайную «находку» на уровне 5%. Фактически формально значимых корреляций оказалось 324 – почти втрое больше, однако после строгих поправок (FDR-коррекция для критерия Манна – Уитни) не осталось ни одной. Поправки на множественность, безусловно, необходимы – они защищают от ложных открытий. Но обратная сторона медали обсуждается редко: те же поправки резко снижают чувствительность каждого отдельного теста, и если реальные эффекты невелики, они систематически пропускаются. Именно это произошло в нашем случае: коррекция «срезала» все, в том числе настоящие закономерности. Языковая модель, которая анализировала все переменные одновременно, а не по одной паре за раз, смогла их обнаружить. Речь идет не об ошибке статистических поправок, а о принципиальном несоответствии попарного подхода природе исследуемого явления.

С клинической точки зрения каждый из четырех выявленных паттернов представляет собой отдельный тип закономерности, который не может быть обнаружен привычными способами. Влияние курения на КПУ проявляется только при фиксированном возрасте: если

возраст не зафиксировать, связь «растворяется». Кластерная структура пациентов – это многомерная картина, в которой стоматологические и соматические характеристики взаимодействуют одновременно; никакой одномерный тест, сравнивающий один признак с одним диагнозом, ее не уловит. Ассоциация асимметрии удалений с ССЗ работает только в подгруппе пациентов на антикоагулянтах – в общей выборке она невидима. Наконец, ступенчатый рост коморбидности при соотношении удаленных и запломбированных зубов выше единицы не укладывается в модель плавной линейной корреляции, которая «размазывает» порог. Привычные методы не просто «промахнулись» мимо этих закономерностей – они конструктивно не приспособлены их находить, потому что каждый тест заранее предполагает определенную форму связи: монотонность, попарность, плавность, а все четыре обнаруженных паттерна эти предположения нарушают.

Какие практические выводы следуют из полученных результатов? На наш взгляд, они обосновывают необходимость создания специализированных нейросетевых инструментов для стоматологии. Зубной ряд – это не набор независимых друг от друга единиц, а пространственная структура из 32 элементов, связанных анатомическими и функциональными отношениями соседства, антагонизма, симметрии. Графовые нейронные сети (GNN) могут обрабатывать эту топологию напрямую, без искусственного «расщепления» формулы на отдельные переменные. Нейросети в целом способны самостоятельно выявлять взаимодействия между признаками, не требуя от исследователя заранее указывать тип зависимости, а именно это оказалось ключевым ограничением стандартных методов. Архитектуры на основе механизма внимания (transformer) позволяют модели одновременно учитывать кариес на клыках, прием антикоагулянтов и возраст старше 60 лет – комбинацию, недоступную для проверки при попарном тестировании. Такой подход открывает возможность перейти от усредненной групповой статистики к индивидуальной оценке риска: врач сможет учитывать не только КПУ в целом, а полную картину зубной формулы конкретного пациента в совокупности с его анамнезом.

Выборка из 127 пациентов одной клиники позволяет уверенно выявлять эффекты средней силы (статистическая мощность превышает 0,80 для  $|p| > 0,25$ ), но слабые эффекты при таком объеме неизбежно ускользают, а обучение полноценных нейросетей потребует существенно больших массивов данных. Одноцентровой характер исследования ограничивает распространение выводов на другие популяции. Зубная формула заполнялась врачом при клиническом осмотре, без рентгенологического подтверждения, что могло привести к занижению числа скрытых кариозных поражений. Результаты анализа языковой моделью носят поисковый, генеративный характер и нуждаются в проспективной проверке на независимой выборке. Впрочем, ограниченность имеющихся данных в известной мере делает полученные резуль-

таты даже более весомыми: если на 127 пациентах удается обнаружить верифицируемые закономерности, которые ускользнули от десяти стандартных методов, то при мультицентровом исследовании на больших когортах спектр выявляемых зависимостей будет, по всей вероятности, значительно богаче.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Разработана оригинальная цифровая медицинская анкета (133 поля, 9 модулей, рукописный код, облачная инфраструктура Amvera/Яндекс), позволяющая стандартизировано собирать детализированные стоматологические и анамнестические данные со встроенной системой проверки ответов.

2. Исчерпывающий анализ 10 статистическими методами ( $\approx 7000$  тестов, коррекция Бонферрони и FDR) не выявил клинически значимых специфических ассоциаций между конкретными стоматологическими

паттернами и показателями соматического здоровья за пределами конфаунда возраста.

3. Для непараметрических тестов (Манн – Уитни U, точечно-бисериальная корреляция) FDR-коррекция дала 0 значимых ассоциаций из 1815 тестов. Мультивариантная логистическая регрессия с 12 стоматологическими признаками не добавила предсказательной силы к единственной переменной – возрасту ( $\Delta AUC \approx 0$ ).

4. Большая языковая модель на тех же данных выявила четыре нелинейных паттерна – пороговый эффект курения, клинические кластеры, контекстную ассоциацию и нелинейный порог У/П – недоступных стандартным методам попарного тестирования.

5. Полученные результаты обосновывают необходимость разработки специализированных нейросетевых моделей для стоматологии, способных обрабатывать зубную формулу как пространственную структуру, моделировать взаимодействия признаков и обнаруживать контекстно зависимые нелинейные закономерности.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ / REFERENCES

1. Thurzo A, Urbanová W, Novák B, Czako L, Siebert T, Stano P, et al. Where Is the Artificial Intelligence Applied in Dentistry? Systematic Review and Literature Analysis. *Healthcare*. 2022;10(7):1269. <http://dx.doi.org/10.3390/healthcare10071269>
2. Schwendicke F, Samek W, Krois J. Artificial Intelligence in Dentistry: Chances and Challenges. *J Dent Res*. 2020;99(7):769-774. <http://dx.doi.org/10.1177/0022034520915714>
3. Khanagar SB, Al-Ehaideb A, Maganur PC, Vishwanathiah S, Patil S, Baeshen HA, et al. Developments, application, and performance of artificial intelligence in dentistry – A systematic review. *J Dent Sci*. 2021;16(1):508-522. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jds.2020.06.019>
4. Ahmed N, Abbasi MS, Zuberi F, Qamar W, Halim MSB, Maqsood A, et al. Artificial Intelligence Techniques: Analysis, Application, and Outcome in Dentistry – A Systematic Review. *Biomed Res Int*. 2021;1:9751564. <http://dx.doi.org/10.1155/2021/9751564>
5. Lee JH, Kim DH, Jeong SN, Choi SH. Detection and diagnosis of dental caries using a deep learning-based convolutional neural network algorithm. *J Dent*. 2018;77:106-111. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jdent.2018.07.015>
6. Mohammad-Rahimi H, Motamedian SR, Rohban MH, Krois J, Uribe SE, Mahmoudinia E, et al. Deep learning for caries detection: A systematic review. *J Dent*. 2022;122:104115. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jdent.2022.104115>
7. Mertens S, Krois J, Cantu AG, Arsiwala LT, Schwendicke F. Artificial intelligence for caries detection: Randomized trial. *J Dent*. 2021;115:103849. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jdent.2021.103849>
8. Lian L, Zhu T, Zhu F, Zhu H. Deep Learning for Caries Detection and Classification. *Diagnostics*. 2021;11(9):1672. <http://dx.doi.org/10.3390/diagnostics11091672>
9. Reyes LT, Knorst JK, Ortiz FR, Ardenghi TM. Machine Learning in the Diagnosis and Prognostic Prediction of Dental Caries: A Systematic Review. *Caries Res*. 2022;56(3):161-170. <http://dx.doi.org/10.1159/000524167>
10. Revilla-León M, Gómez-Polo M, Barmak AB, Inam W, Kan JYK, Kois JC, et al. Artificial intelligence models for diagnosing gingivitis and periodontal disease: A systematic review. *J Prosthet Dent*. 2023;130(6):816-824. <http://dx.doi.org/10.1016/j.prosdent.2022.01.026>
11. Patel JS, Su C, Tellez M, Albandar JM, Rao R, Iyer V, et al. Developing and testing a prediction model for periodontal disease using machine learning and big electronic dental record data. *Front Artif Intell*. 2022;5:979525. <http://dx.doi.org/10.3389/frai.2022.979525>
12. Pang L, Wang K, Tao Y, Zhi Q, Zhang J, Lin H. A New Model for Caries Risk Prediction in Teenagers Using a Machine Learning Algorithm Based on Environmental and Genetic Factors. *Front Genet*. 2021;12:636867. <http://dx.doi.org/10.3389/fgene.2021.636867>
13. Qu X, Zhang C, Houser SH, Zhang J, Zou J, Zhang W, et al. Prediction model for early childhood caries risk based on behavioral determinants using a machine learning algorithm. *Comput Methods Programs Biomed*. 2022;227:107221. <http://dx.doi.org/10.1016/j.cmpb.2022.107221>
14. Hung M, Voss MW, Rosales MN, Li W, Su W, Xu J, et al. Application of machine learning for diagnostic prediction of root caries. *Gerodontology*. 2019;36(4):395-404. <http://dx.doi.org/10.1111/ger.12432>
15. Huang H, Zheng O, Wang D, Yin J, Wang Z, Ding S, et al. ChatGPT for shaping the future of dentistry: the potential of multi-modal large language model. *Int J Oral Sci*. 2023;15(1):29. <http://dx.doi.org/10.1038/s41368-023-00239-y>
16. Giannakopoulos K, Kavadella A, Aaqel Salim A, Stamatopoulos V, Kaklamanos EG. Evaluation of the Performance of Generative AI Large Language Models ChatGPT, Google Bard, and Microsoft Bing Chat in Supporting Evidence-Based Dentistry: Comparative Mixed

Methods Study. *J Med Internet Res.* 2023;25:e51580.

<http://dx.doi.org/10.2196/51580>

17. Liu M, Okuhara T, Huang W, Ogihara A, Nagao HS, Okada H, et al. Large Language Models in Dental Licensing Examinations: Systematic Review and Meta-Analysis. *Int Dent J.* 2025;75(1):213-222.

<http://dx.doi.org/10.1016/j.identj.2024.10.014>

18. Umer F, Batool I, Naved N. Innovation and application of Large Language Models (LLMs) in dentistry – a scoping review. *BDJ Open.* 2024;10(1):90.

<http://dx.doi.org/10.1038/s41405-024-00277-6>

19. Ahmed Z, Degroat W, Abdelhalim H, Zeeshan S, Fine D. Deciphering genomic signatures associating human dental oral craniofacial diseases with cardiovascular diseases using machine learning approaches. *Clin Oral Investig.* 2024;28(1):52.

<http://dx.doi.org/10.1007/s00784-023-05406-3>

20. Pietropaoli D, Monaco A, D'Aiuto F, Muñoz Aguilera E, Ortu E, Giannoni M, et al. Active gingival inflammation is linked to hypertension. *J Hypertens.* 2020;38(10):2018-2027.

<http://dx.doi.org/10.1097/HJH.0000000000002514>

21. Ben-Assuli O, Bar O, Geva G, Siri S, Tzur D, Almozni G. Body Mass Index and Caries: Machine Learning and Statistical Analytics of the Dental, Oral, Medical Epidemiological (DOME) Nationwide Big Data Study. *Metabolites.* 2022;13(1):37.

<http://dx.doi.org/10.3390/metabo13010037>

22. Yadalam PK, Arumuganainar D, Ronsivalle V, Di Blasio M, Badnjevic A, Marrapodi MM, et al. Prediction of interactomic hub genes in PBMC cells in type 2 diabetes mellitus, dyslipidemia, and periodontitis. *BMC Oral Health.* 2024;24(1):385.

<http://dx.doi.org/10.1186/s12903-024-04041-y>

23. Broadbent JM, Thomson WM. For debate: problems with the DMF index pertinent to dental caries data analysis. *Community Dent Oral Epidemiol.* 2005;33(6):400-409.

<http://dx.doi.org/10.1111/j.1600-0528.2005.00259.x>

24. Nguyen TM, Rogers H, Taylor GD, Tonmukayakul U, Lin C, Hall M, et al. Fit for Purpose? The Suitability of Oral Health Outcome Measures to Inform Policy. *JDR Clin Trans Res.* 2024;9(2):190-192.

<http://dx.doi.org/10.1177/23800844231189997>

25. Campus G, Cocco F, Ottolenghi L, Cagetti MG. Comparison of ICDAS, CAST, Nyvad's Criteria, and WHO-DMFT for Caries Detection in a Sample of Italian Schoolchildren. *Int J Environ Res Public Health.* 2019;16(21):4120.

<http://dx.doi.org/10.3390/ijerph16214120>

26. Лосев ФФ, Сорокина АА, Салахов АК, Докин СП. Использование искусственного интеллекта в современной стоматологии в Российской Федерации. *Стоматология.* 2024;103(5):42-45.

<http://dx.doi.org/10.17116/stomat202410305142>

27. Лосев Ф.Ф., Сорокина А.А., Салахов А.К., Докин С.П. The use of artificial intelligence in modern dentistry in the Russian Federation. *Stomatology.* 2024;103(5):42-45 (In Russ.).

<http://dx.doi.org/10.17116/stomat202410305142>

27. Ойсиева КШ, Розов РА. Искусственный интеллект в стоматологии как веление времени. *Стоматология.* 2025;104(1):87-92.

<http://dx.doi.org/10.17116/stomat202510401187>

Oysieva K.Sh., Rozov R.A. Artificial Intelligence in Dentistry: A Sign of the Times. *Stomatology.* 2025;104(1):87-92 (In Russ.).

<http://dx.doi.org/10.17116/stomat202510401187>

28. Колсанов АВ, Попов НВ, Аюпова ИО, Цицашвили АМ, Гайдель АВ, Добратулин КС. Цефалометрический анализ рентгенологических снимков боковой проекции черепа с помощью компонентов мягких вычислений в поиске ключевых точек. *Стоматология.* 2021;100(4):63-67.

<http://dx.doi.org/10.17116/stomat202110004163>

Kolsanov A.V., Popov N.V., Ayupova I.O., Tsitsashvili A.M., Gaydel A.V., Dobratulin K.S. Cephalometric analysis of lateral skull X-ray images using soft computing components in the search for key points. *Stomatology.* 2021;100(4):63-67 (In Russ.).

<http://dx.doi.org/10.17116/stomat202110004163>

29. Мураев АА, Гусейнов НА, Цай ПА, Кибардин ИА, Буренчев ДВ, Иванов СС, и др. Искусственные нейронные сети в лучевой диагностике, в стоматологии и в челюстно-лицевой хирургии (обзор литературы). *Клиническая стоматология.* 2020;3(95):72-80.

[http://dx.doi.org/10.37988/1811-153X\\_2020\\_3\\_72](http://dx.doi.org/10.37988/1811-153X_2020_3_72)

Muraev A.A., Guseynov N.A., Tsai P.A., Kibardin I.A., Burenchev D.V., Ivanov S.S., et al. Artificial neural networks in dental and maxillofacial radiology: a review. *Clinical Dentistry (Russia).* 2020;3(95):72-80 (In Russ.).

[http://dx.doi.org/10.37988/1811-153X\\_2020\\_3\\_72](http://dx.doi.org/10.37988/1811-153X_2020_3_72)

30. Мокренко МЕ, Гусейнов НА, Аль Хаффар Ж., Тутуров НС, Саркисян МС. Обзор рентгенодиагностических on-line сервисов, основанных на искусственных нейронных сетях в стоматологии. *Медицинская визуализация.* 2022;26(3):114-122.

<http://dx.doi.org/10.24835/1607-0763-1103>

Mokrenko M.E., Guseynov N.A., Alhaffar J., Tuturov N.S., Sarkisyan M.S. Review of online X-ray diagnostic services based on artificial neural networks in dentistry. *Medical Visualization.* 2022;26(3):114-122 (In Russ.).

<http://dx.doi.org/10.24835/1607-0763-1103>

31. Turosz N, Chęcińska K, Chęciński M, Brzozowska A, Nowak Z, Sikora M. Applications of artificial intelligence in the analysis of dental panoramic radiographs: an overview of systematic reviews. *Dentomaxillofac Radiol.* 2023;52(7):20230284.

<http://dx.doi.org/10.1259/dmfr.20230284>

32. Ряховский АН, Ряховский СА. Сравнительная оценка точности 3D-анализа элементов височно-нижнечелюстного сустава, выполненного различными способами обработки компьютерных томограмм. *Стоматология.* 2024;103(2):56-60.

<http://dx.doi.org/10.17116/stomat202410302156>

Ryakhovsky A.N., Ryakhovsky S.A. Comparative evaluation of the accuracy of 3D TMJ analysis performed by different methods of processing computed tomograms. *Stomatology.* 2024;103(2):56-60 (In Russ.).

<http://dx.doi.org/10.17116/stomat202410302156>

33. Revilla-León M, Gómez-Polo M, Vyas S, Barmak AB, Özcan M, Att W, et al. Artificial intelligence applications in restorative dentistry: A systematic review. *J Prosthet Dent.* 2022;128(5):867-875.

<http://dx.doi.org/10.1016/j.prosdent.2021.02.010>

34. Chandrashekar G, AlQarni S, Bumann EE, Lee Y. Collaborative deep learning model for tooth segmentation and identification using panoramic radiographs. *Comput Biol Med.* 2022;148:105829. <http://dx.doi.org/10.1016/j.compbimed.2022.105829>

35. Elmakaty I, Elmarasi M, Amarah A, Abdo R, Malki MI. Accuracy of artificial intelligence-assisted detection of oral squamous cell carcinoma: A systematic review and meta-analysis. *Crit Rev Oncol Hematol.* 2022;178:103777. <http://dx.doi.org/10.1016/j.critrevonc.2022.103777>

## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

### Автор, ответственный за связь с редакцией:

**Шефов Владимир Юрьевич**, кандидат медицинских наук, ассистент кафедры стоматологии терапевтической и пародонтологии Первого Санкт-Петербургского государственного медицинского университета имени академика И. П. Павлова, Санкт-Петербург, Российская Федерация

Для переписки: [shefov1998@gmail.com](mailto:shefov1998@gmail.com)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0622-6866>

**Орехова Людмила Юрьевна**, доктор медицинских наук, профессор, заведующая кафедрой стоматологии терапевтической и пародонтологии Первого Санкт-Петербургского государственного медицинского университета имени академика И. П. Павлова, почетный президент Российской пародонтологической ассоциации, Санкт-Петербург, Российская Федерация

Для переписки: [prof\\_orekhova@mail.ru](mailto:prof_orekhova@mail.ru)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8026-0800>

**Лобода Екатерина Сергеевна**, кандидат медицинских наук, доцент кафедры стоматологии терапевтической и пародонтологии Первого Санкт-Петербургского государственного медицинского университета имени академика И. П. Павлова, элект-президент Российской пародонтологической ассоциации, Санкт-Петербург, Российская Федерация

Для переписки: [ekaterina.loboda@gmail.com](mailto:ekaterina.loboda@gmail.com)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1094-7209>

**Шефова Анастасия Владимировна**, аспирант кафедры стоматологии детского возраста и ортодонтии Первого Санкт-Петербургского государственного медицинского университета имени академика И. П. Павлова; Санкт-Петербург, Российская Федерация

Для переписки: [lav61299@gmail.com](mailto:lav61299@gmail.com)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6912-8027>

## INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

### Corresponding author:

**Vladimir Yu. Shefov**, DMD, PhD, Assistant Professor, Department of the Restorative Dentistry and Periodontology, Pavlov First Saint Petersburg State Medical University, Saint Petersburg, Russian Federation

For correspondence: [shefov1998@gmail.com](mailto:shefov1998@gmail.com)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0622-6866>

**Liudmila Yu. Orekhova**, DMD, PhD, DSc, Professor, Head of the Department of Restorative Dentistry and Periodontology, Pavlov First Saint Petersburg State Medical University, Honorary President of Russian Association of Periodontology, Saint Petersburg, Russian Federation

For correspondence: [prof\\_orekhova@mail.ru](mailto:prof_orekhova@mail.ru)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8026-0800>

**Ekaterina S. Loboda**, DMD, PhD, Associate Professor, Department of the Restorative Dentistry and Periodontology, Pavlov First Saint Petersburg State Medical University, Elect-President of Russian Association of Periodontology, Saint Petersburg, Russian Federation

For correspondence: [Ekaterina.loboda@gmail.com](mailto:Ekaterina.loboda@gmail.com)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1094-7209>

**Anastasia V. Shefova**, DMD, PhD Student, Department of the Pediatric Dentistry and Orthodontics, Pavlov First Saint Petersburg State Medical University; Saint Petersburg, Russian Federation

For correspondence: [lav61299@gmail.com](mailto:lav61299@gmail.com)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6912-8027>

**Поступила / Article received 16.03.2026**

**Поступила после рецензирования / Revised 30.03.2026**

**Принята к публикации / Accepted 31.03.2026**

**Вклад авторов в работу.** Все авторы подтверждают соответствие своего авторства международным критериям ICMJE, а также согласны принять на себя ответственность за все аспекты работы. Шефов В. Ю. – проведение исследования, написание рукописи – рецензирование и редактирование, статистическая обработка данных, Орехова Л. Ю. – разработка концепции и методологии исследования, научное и административное руководство исследователем проектом, Лобода Е. С. – курирование данных, Шефова А. В. – валидация результатов.

**Authors' contribution.** All authors confirm that their contributions comply with the international ICMJE criteria and agree to take responsibility for all aspects of the work. Vl. Yu. Shefov – investigation, writing (review and editing), statistical data processing. L. Yu. Orekhova – conceptualization methodology project, administration, supervision. E. S. Loboda – data curation. A. V. Shefova – validation.



# Оптимизация методов определения типологических особенностей жевания по данным электромиографии

И.В. Диденко, В.В. Шкарин, Ю.А. Македонова\*, Е.Н. Ярыгина,  
А.Д. Дмитриенко, Д.М. Македонова, А.А. Синенко

Волгоградский государственный медицинский университет, Волгоград, Россия

## АННОТАЦИЯ

**Актуальность.** Выбор методов анализа электромиограмм жевательных мышц является актуальной задачей функциональной стоматологии, позволяющих оценивать биоэлектрическую активность при проведении лечебно-профилактических мероприятий и служат критерием их эффективности. Цель. Провести сравнительный анализ методов определения типологических особенностей жевания при выполнении различных жевательных проб у пациентов с физиологической окклюзией постоянных зубов. **Материалы и методы.** Проведен анализ электромиограмм 12 пациентов в возрасте 16-20 лет. Исследование проводилось на аппарате «Синапсис». Из общепринятых проб для определения типов жевания использовали пробы «общее жевание», «сжатие зубов на валиках», «нарастающее сжатие». Оценивались показатели при жевании на каждой стороне в отдельности. Компьютерная программа электромиографа в режиме реального времени позволяла оценивать максимальные и средние величины амплитуд, автоматически рассчитать торсионный индекс (%), массинерционный центр (%), а также оценить симметрию (%) активности височных мышц и собственно жевательных мышц правой и левой сторон. **Результаты.** При выполнении пробы «общее жевание» было установлено, что суммарный показатель средних амплитуд височных мышц, в среднем по группе составлял  $449,86 \pm 18,35$  мкВ, а у собственно жевательных мышц –  $424,19 \pm 17,56$  мкВ. При этом показатель массинерционного центра (индекса симметрии мышц антагонистов) составлял  $94,42 \pm 2,87\%$ , что соответствовало норме. В ходе исследования установлено, что для людей с мезоцефалией, нейтральным типом роста лица при физиологической окклюзии, как правило, определялся уравновешенный типа жевания, при котором величина индекса симметрии (массинерционного центра) варьировала от 80% до 100% при проведении проб «общее жевание», «сжатие зубов на валиках» и «нарастающее сжатие». В то же время, при одностороннем жевании, показатели биоэлектрической активности (БЭА) не являлись определяющими для оценки типологических особенностей жевания, но они могут быть использованы при обследовании пациентов с односторонними дефектами зубочелюстных дуг на этапах протетического лечения или при аномалиях окклюзии в трансверсальном направлении. **Заключение.** Наиболее оптимальными пробами для определения типологических особенностей жевания при физиологической окклюзии постоянных зубов являются пробы «общее жевание», «сжатие зубов на валиках» и «нарастающее сжатие». При этом пробы «жевание на одной из сторон» показывают противоречивые данные о типологических особенностях жевания.

**Ключевые слова:** электромиограмма жевательных мышц, физиологическая окклюзия, массинерционный центр, торсионный индекс, уравновешенный тип жевания

**Для цитирования:** Диденко ИВ, Шкарин ВВ, Македонова ЮА, Ярыгина ЕН, Дмитриенко АД, Македонова ДМ, Синенко АА. Оптимизация методов определения типологических особенностей жевания по данным электромиографии. *Пародонтология*. 2026;31(1):77-84. <https://doi.org/10.33925/1683-3759-2026-1185>

\***Автор, ответственный за связь с редакцией:** Македонова Юлия Алексеевна, заведующая кафедрой стоматологии института непрерывного медицинского и фармацевтического образования Волгоградский государственный медицинский университет, 400066, пл. Павших Борцов, д. 1, г. Волгоград, Российская Федерация. Для переписки: mihai-m@yandex.ru

**Конфликт интересов:** Авторы декларируют отсутствие конфликта интересов.

**Благодарности:** Авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования при проведении исследования. Индивидуальные благодарности для декларирования отсутствуют.

## Optimization of methods for identifying chewing patterns using electromyographic data

I.V. Didenko, V.V. Shkarin, Yu.A. Makedonova\*, E.N. Yarygina,  
A.D. Dmitrienko, D.M. Makedonova, A.A. Sinenko

Volgograd State Medical University, Volgograd, Russian Federation

## ABSTRACT

**Relevance.** Selecting appropriate methods for analyzing masticatory muscle electromyograms remains an important issue in functional dentistry, as these methods enable objective assessment of electromyographic activity during therapeutic and preventive interventions and can serve as indicators of treatment effectiveness. Objective. To conduct a comparative analysis of methods for identifying chewing patterns during different chewing tests in patients with normal occlusion of the permanent dentition. **Materials and methods.** Electromyographic recordings from 12 patients aged 16–20 years were analyzed using the Synapsis system. Chewing patterns were assessed using standard functional tests, including habitual chewing, clenching on cotton rolls, and graded clenching. Parameters were evaluated separately for the right and left sides. The EMG software enabled real-time assessment of maximum and mean amplitude values, automatic calculation of the torsional index and the masseteric index (an intermuscular balance index), and evaluation of the bilateral symmetry of temporalis and masseter muscle activity. **Results.** During the habitual chewing test, the mean summed amplitude of the temporalis muscles was  $449.86 \pm 18.35 \mu\text{V}$ , whereas that of the masseter muscles was  $424.19 \pm 17.56 \mu\text{V}$ . The masseteric index was  $94.42 \pm 2.87\%$ , which was within the normal range. The study showed that individuals with a mesocephalic pattern, an average facial growth pattern, and normal occlusion typically exhibited a balanced chewing pattern, with the masseteric index ranging from 80% to 100% during habitual chewing, clenching on cotton rolls, and graded clenching. In contrast, during unilateral chewing tests, EMG activity was not a decisive indicator of chewing pattern. However, these parameters may be useful in the evaluation of patients with unilateral dental arch defects during prosthetic treatment or in those with transverse malocclusion. **Conclusion.** In patients with normal occlusion of the permanent dentition, habitual chewing, clenching on cotton rolls, and graded clenching appear to be the most informative tests for identifying chewing patterns, whereas unilateral chewing tests produce inconsistent results.

**Keywords:** masticatory muscle electromyography, normal occlusion, masseteric index, torsional index, balanced chewing pattern

**For citation:** : Didenko I.V., Shkarin V.V., Makedonova Yu.A., Yarygina E.N., Dmitrienko A.D., Makedonova D.M., Sinenko A.A. Optimization of methods for identifying chewing patterns using electromyographic data. *Parodontologiya*. 2026;31(1):77-84 (In Russ.). <https://doi.org/10.33925/1683-3759-2026-1185>

\***Corresponding author:** Yulia A. Makedonova, Head of the Department of Dentistry, Institute of Continuing Medical and Pharmaceutical Education, Volgograd State Medical University, 1 Pavshih Bortsov Sq., Volgograd, Russian Federation, 400066, 170100. For correspondence: mihai-m@yandex.ru

**Conflict of interests:** The authors declare no conflict of interests.

**Acknowledgments:** The authors declare that there was no external funding for the study. There are no individual acknowledgments to declare.

## ВВЕДЕНИЕ

Функциональные методы исследования являются неотъемлемой частью диагностических мероприятий в клинической стоматологии и определяют эффективность проводимого лечения [1, 2]. Авторы провели исследование у детей и подростков и оценили функциональные особенности орального гомеостаза.

По данным ультразвукового исследования, представлена информация о размерах жевательных мышц и площади их поперечного сечения при различных типах жевания, в частности при массетриальном и темпоральном (Диденко ИВ, Шкарин ВВ, Македонова ЮА, Дмитриенко СВ, авторы; Македонова ЮА, патентообладатель. Характеристика жевательных мышц у детей при массетриальном типе жевания по данным УЗИ. Свидетельство о регистрации базы данных RU2025622091. Опубликовано 19.05.2025. Диденко ИВ, Шкарин ВВ, Македонова ЮА, Дмитриенко СВ, Ярыгина ЕН, авторы; Македонова ЮА, патентообладатель. Характеристика жевательных мышц у детей при темпоральном типе жевания по данным УЗИ. Свидетельство о регистрации базы данных RU2025622204 Российская Федерация. Опубликовано 23.05.25). Однако данные были получены у детей в периоде сменного прикуса.

К числу функциональных методов исследования относят электромиографию (ЭМГ), которая позволяла выявить преимущественный тип жевания у детей 7-12 лет [4]. Специалисты отметили, что существует обратная опосредованная взаимосвязь между морфометрическими параметрами головы, лица и значениями массинерционного центра. Отмечено, что у 56% обследованных детей определялся уравновешенный тип жевания, при котором отмечалась примерно равномерная БЭА мышц антагонистов. У этих же детей определялась мезоцефалическая форма головы и нейтральный тип роста челюстей, а также оптимальные окклюзионные взаимоотношения. Данные были получены у детей в сменном прикусе, и не показаны данные о БЭА жевательных мышц у детей с полным комплектом постоянных зубов.

Характерные особенности и варианты физиологической окклюзии постоянных зубов представлены в многочисленных исследованиях специалистов [5-8]. Показана взаимосвязь размеров зубных дуг, трузионное положение передних зубов с морфометрическими параметрами головы и лица. Представлена современная классификация типологических особенностей лица с позиции гнатологии [9, 10].

Детальный анализ и методы морфометрического и биометрического исследования краниофаци-

ального комплекса приведены в учебной и научной литературе [11]. Авторы представили сведения по определению оптимальных биометрических показателей зубочелюстных дуг с учетом индивидуальных особенностей лица и височно-нижнечелюстного сустава. Данные методы и представленные индексы позволяют оценивать цефалическую форму головы, тип роста челюстей, типологические особенности жевания. Отмечены особенности лицевых параметров, в частности снижение высоты носового отдела лица при некоторых наследственных патологиях, в том числе при недифференцированной дисплазии соединительной ткани [12].

Широкое распространение метод ЭМГ получил в клинике протетической стоматологии [13]. Авторы проводили протетическое лечение взрослых пациентов с односторонними концевыми дефектами зубочелюстных дуг и определили влияние различных протетических конструкций на показатели БЭА жевательной мускулатуры. В то же время специалисты обращают внимание на изменения функционального состояния челюстно-лицевой области при протетическом лечении детей с дефектами зубных дуг как в боковых, так и в переднем сегменте зубных дуг [14, 15].

Несмотря на значительное количество публикаций, посвященных изучаемой теме, мы не встретили данных о выборе методов проведения электромиографического исследования и методов анализа БЭА жевательных мышц у детей с полным комплектом постоянных зубов для определения типологических особенностей жевания и симметричности работы антагонизирующих групп жевательной мускулатуры.

**Цель работы.** Провести сравнительный анализ методов определения типологических особенностей жевания при выполнении различных жевательных проб у пациентов с физиологической окклюзией постоянных зубов.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В исследовании принимали участие 12 пациентов в возрасте 16-20 лет с признаками физиологической окклюзии по ключевым показателям Эндрюса, мезоцефалическим типом головы и нейтральным типом роста гнатической части лица, обратившихся в клинику с целью профилактического осмотра. У пациентов получено информированное согласие, одобренное локальным этическим комитетом.

Электромиографическое исследование проводилось на аппарате «Синапис», который позволял оценивать БЭА жевательных мышц в режиме реального времени и компьютерного расчета основных показателей при выполнении различных проб. Исследование проводилось в положении пациента сидя, активные электроды располагались в точках максимальной выраженности височных и собственно жевательных мышц правой и левой стороны (рис. 1).

К основным показателям биоэлектрической активности относили максимальную «А (макс)» и среднюю величину амплитуды «А (ср)». Кроме того, компьютерная программа позволяла автоматически рассчитать торсионный индекс (%), массинерционный центр (%), а также оценить симметрию (%) активности височных мышц правой (Td) и левой (Ts) стороны и собственно жевательных мышц правой (Md) и левой (Ms).

Основные пробы для оценки типологических особенностей жевания включали «общее жевание», «нарастающее сжатие», «сжатие зубов на валиках», а также сравнивали показатели, полученные при жевании на каждой стороне в отдельности.

Для каждого параметра традиционно рассчитывали средние арифметические величины (M), стандартное отклонение (SD), ошибку репрезентативности ( $\pm m$ ).

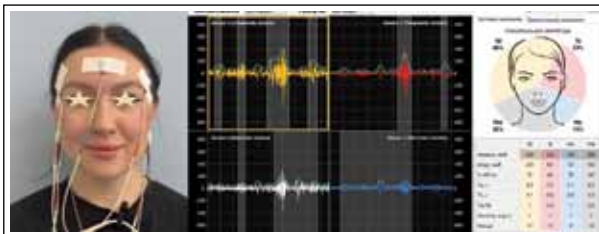
## РЕЗУЛЬТАТЫ

В результате анализа БЭА жевательной мускулатуры у обследованных пациентов при выполнении пробы «общее жевание» было установлено, что суммарный показатель максимальных амплитуд височных мышц в среднем по группе составлял  $1257,12 \pm 50,29$  мкВ, а у собственно жевательных мышц –  $1269,54 \pm 53,98$  мкВ. При этом показатель массинерционного центра (индекса симметрии височных и собственно жевательных мышц) составлял  $98,05 \pm 1,04\%$ , что характеризовало уравновешенный тип жевания, при котором отмечалась равномерная активность мышц антагонистов. Суммарный показатель средних амплитуд височных мышц в среднем по группе составлял  $449,86 \pm 18,35$  мкВ, а у собственно жевательных мышц –  $424,19 \pm 17,56$  мкВ. При этом показатель массинерционного центра (индекса симметрии височных и собственно жевательных мышц) составлял  $94,42 \pm 2,87\%$ , что соответствовало норме (рис. 2).

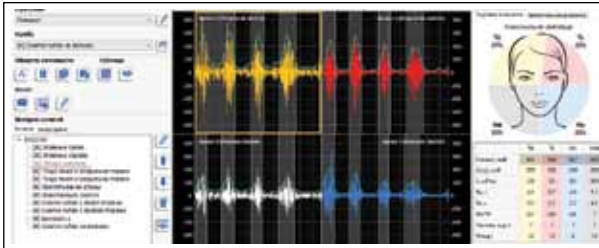
Симметрия разносторонних височных мышц составляла  $87,49 \pm 1,22\%$ , а симметрия разносторонних собственно жевательных мышц была  $97,21 \pm 1,02\%$ , что соответствовало оптимальной норме.

Полученные показатели БЭА жевательных мышц в исследуемой группе при проведении пробы «общее жевание» соответствовало признакам «уравновешенного» типа жевания.

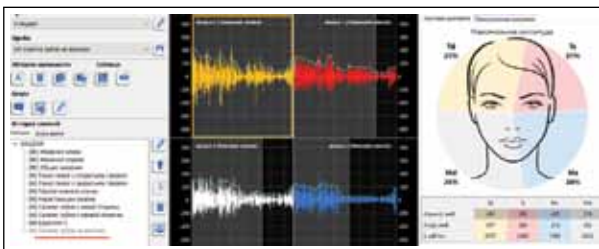
При выполнении пробы «сжатие на валиках» суммарный показатель максимальных амплитуд височных мышц составлял  $925,47 \pm 34,61$  мкВ, а у собственно жевательных мышц –  $954 \pm 37,19$  мкВ. Показатель массинерционного центра (индекса симметрии височных и собственно жевательных мышц) составлял  $89,44 \pm 3,62\%$ , что свойственно уравновешенному типу жевания. Суммарный показатель средних амплитуд височных мышц в среднем по группе составлял  $563,29 \pm 16,92$  мкВ, а у собственно жевательных мышц –  $502,14 \pm 15,99$  мкВ. При этом показатель массинерционного центра составлял  $88,81 \pm 3,12\%$ , что соответствовало норме (рис. 3).



**Рис. 1.** Метод электромиографии и анализа показателей БЭА мышц (источник: составлено авторами)  
**Fig. 1.** Electromyographic recording and analysis of muscle activity parameters (Sources: compiled by the author)



**Рис. 2.** ЭМГ пациентки Т.П., 19 лет, при выполнении пробы «общее жевание» (источник: составлено авторами)  
**Fig. 2.** Electromyogram of patient T.P., aged 19 years, during habitual chewing (Sources: compiled by the author)



**Рис. 3.** ЭМГ пациентки Т.П., 19 лет, при выполнении пробы «сжатие на валиках» (источник: составлено авторами)  
**Fig. 3.** Electromyogram of patient T.P., aged 19 years, during clenching on cotton rolls (Sources: compiled by the author)

Симметрия разносторонних височных мышц по показателю средних амплитуд составляла  $83,38 \pm 1,39\%$ , а симметрия собственно жевательных мышц была  $83,82 \pm 1,27\%$ , что соответствовало крайним границам нормы.

Полученные показатели БЭА жевательных мышц в исследуемой группе при проведении пробы «сжатие зубов на валиках» соответствовало признакам «уравновешенного» типа жевания.

В результате анализа БЭА жевательной мускулатуры у обследованных пациентов при выполнении пробы «нарастающее сжатие» было установлено, что суммарный показатель максимальных амплитуд височных мышц в среднем по группе составлял  $770,16 \pm 24,55$  мкВ, а у собственно жевательных мышц –  $826,12 \pm 27,09$  мкВ. При этом показатель массинерционного центра составлял  $93,22 \pm 2,46\%$ , что характеризовало уравновешенный тип жевания, при котором отмечалась равномерная активность мышц антагонистов. Суммарный показатель средних амплитуд височных мышц в среднем по группе составлял  $504,36 \pm 21,09$  мкВ, а у собственно жевательных мышц –  $499,85 \pm 19,33$  мкВ. При этом показатель массинерционного центра составлял  $98,93 \pm 1,55\%$ , что соответствовало норме (рис. 4).

Симметрия разносторонних височных мышц составляла  $97,64 \pm 1,03\%$ , а симметрия собственно жевательных мышц была  $80,23 \pm 0,82\%$ , что соответствовало оптимальной норме.

Полученные показатели БЭА жевательных мышц в исследуемой группе при проведении пробы «нарастающее сжатие», так же соответствовало признакам «уравновешенного» типа жевания.

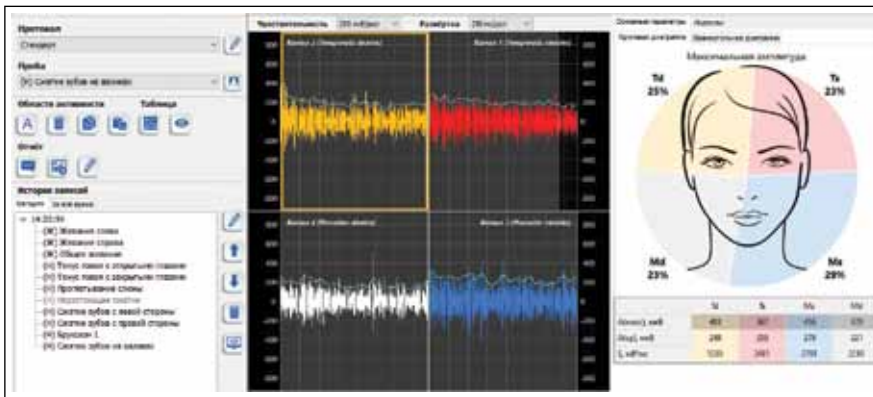
При выполнении пробы «жевание на одной из сторон» суммарный показатель максимальных ам-

плитуд превалирующей группы мышц составлял  $1365,48 \pm 58,24$  мкВ, а у антагонизирующих мышц –  $718,51 \pm 42,31$  мкВ. Показатель массинерционного центра (индекса симметрии мышц-антагонистов) составлял  $52,61 \pm 4,12\%$ , что не свойственно уравновешенному типу жевания. Суммарный показатель средних амплитуд превалирующей группы мышц в среднем по группе составлял  $643,22 \pm 17,88$  мкВ, а у антагонизирующих групп мышц –  $347,18 \pm 15,99$  мкВ. При этом показатель массинерционного центра составлял  $54,05 \pm 3,72\%$ , что не соответствовало норме (рис. 5).

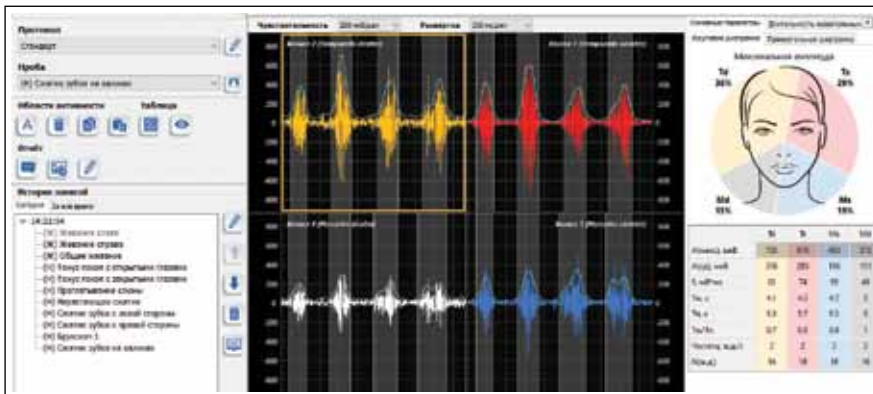
Симметрия мышц с большим показателем БЭА составляла  $79,61 \pm 4,11\%$ , а симметрия группы мышц с меньшим показателем БЭА была  $77,04 \pm 2,62\%$ , что характеризовало незначительную асимметрию.

Полученные показатели БЭА жевательных мышц в исследуемой группе при проведении пробы «жевание на одной из сторон» не соответствовало признакам «уравновешенного» типа жевания (в данном примере соответствовало темпоральному типу жевания, с преобладанием БЭА височных мышц).

При выполнении пробы «жевание на противоположной стороне» суммарный показатель максимальных амплитуд превалирующей группы мышц составлял  $1563,74 \pm 47,79$  мкВ, а мышц с меньшим показателем БЭА –  $829,38 \pm 39,74$  мкВ. Показатель массинерционного центра составлял  $53,06 \pm 2,93\%$ , что не свойственно уравновешенному типу жевания. Суммарный показатель средних амплитуд превалирующей группы мышц, в среднем по группе составлял  $688,04 \pm 13,56$  мкВ, а у групп мышц с меньшим показателем БЭА –  $339,13 \pm 15,23$  мкВ. При этом показатель массинерционного центра составлял  $49,29 \pm 3,72\%$ , что не соответствовало норме (рис. 6).



**Рис. 4.** ЭМГ пациентки Т.П., 19 лет, при выполнении пробы «нарастающее сжатие» (источник: составлено авторами)  
**Fig. 4.** Electromyogram of patient T.P., aged 19 years, during graded clenching (Sources: compiled by the author)



**Рис. 5.** ЭМГ пациентки Т.П., 19 лет, при выполнении пробы «жевание слева» (источник: составлено авторами)  
**Fig. 5.** Electromyogram of patient T.P., aged 19 years, during left-sided chewing (Sources: compiled by the author)



**Рис. 6.** ЭМГ пациентки Т.П., 19 лет, при выполнении пробы «жевание справа» (источник: составлено авторами)  
**Fig. 6.** Electromyogram of patient T.P., aged 19 years, during right-sided chewing (Sources: compiled by the author)

Симметрия превалирующей группы мышц составляла  $87,18 \pm 3,57\%$ , а симметрия группы мышц с меньшим показателем БЭА была  $86,26 \pm 2,87\%$ , что характеризовало незначительную асимметрию.

**ОБСУЖДЕНИЕ**

Полученные показатели БЭА жевательных мышц в исследуемой группе при проведении пробы «жевание на одной из сторон» не соответствовало признакам «уравновешенного» типа жевания (в данном примере соответствовало массетериальному типу жевания, с преобладанием БЭА собственно жевательных мышц).

Таким образом, при одностороннем жевании не представляется возможным оценивать типологические особенности жевания пациентов, даже с физиологической окклюзией постоянных зубов, мезоцефалической формой головы и нейтральным типом роста челюстей, для которых характерны признаки «уравновешенного» типа жевания.

Оптимальным методом определения типа жевания является оценка показателей массинерционного центра, который может служить в качестве критерия оценки симметричности биоэлектрической активности височных и собственно жевательных мышц. Данный показатель рассчитывается как процентное отношение суммы средних амплитуд обеих височных и обеих собственно жевательных мышц. При этом больший показатель является знаменателем (правильная дробь) и определяет преимущественные мышцы при жевании. У людей с мезоцефалией, нейтральным типом роста лица при физиологической окклюзии, как правило, определялся уравновешенный тип жевания, при котором величина индекса симметрии (массинерционного центра) варьировала от 80% до 100% при проведении проб «общее жевание», «сжатие зубов на валиках» и «нарастающее сжатие».

Не менее важное значение имеет торсионный индекс, который определяет синхронную работу мышц и определяется как отношение суммарных величин средних амплитуд височных и собственно жеватель-

ных мышц противоположных сторон, например:  $[(Td + Ms) / (Ts + Md)] * 100\%$ , при этом числителем является меньший показатель БЭА пары мышц.

В то же время, при одностороннем жевании, показатели БЭА не являются определяющими для оценки типологических особенностей жевания, но могут быть использованы при обследовании пациентов с односторонними дефектами зубочелюстных дуг на этапах протетического лечения или при аномалиях окклюзии в трансверсальном направлении

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Доменюк ДА, Давыдов БН, Ведешина ЭГ. Совершенствование методов диагностики зубочелюстных аномалий по результатам изучения функциональных сдвигов в системе орального гомеостаза (Часть I). *Институт стоматологии*. 2016;(2):74-77. Режим доступа: <https://instom.spb.ru/catalog/article/10468/?ysclid=mkia4t283s765227138>
2. Доменюк ДА, Давыдов БН, Ведешина ЭГ. Совершенствование методов диагностики зубочелюстных аномалий по результатам изучения функциональных сдвигов в системе орального гомеостаза (Часть II). *Институт стоматологии*. 2016;(3):58-61. Режим доступа: <https://instom.spb.ru/catalog/article/10489/?ysclid=mkia5crc3q205859864>
3. Диденко ИВ, Шкарин ВВ, Дмитриенко СВ, Македонова ЮА, Ярыгина ЕН, Афанасьева ОЮ, Огонян ЕА. Взаимосвязь типа жевания с морфометрическими параметрами головы и лица. *Стоматология детского возраста и профилактика*. 2025;25(2):151-158. <https://doi.org/10.33925/1683-3031-2025-906>
4. Доменюк ДА, Ведешина ЭГ, Кочконян АС, Дмитриенко ДС. Морфометрический анализ формы верхних зубочелюстных дуг с физиологической окклюзией постоянных зубов. *Институт стоматологии*. 2015;(1):75-77. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=23236741>
5. Доменюк ДА, Давыдов БН, Ведешина ЭГ, Дмитриенко СВ. Комплексная оценка физиологической окклюзии постоянных зубов у людей с различными гнатическими и дентальными типами лица и зубных дуг. *Медицинский алфавит*. 2017;3(24):51-55. Режим доступа: <https://www.med-alphabet.com/jour/article/view/317/317>
6. Давыдов БН, Доменюк ДА, Иванюта СО. Морфометрический анализ взаимоотношений базовых размеров зубных дуг с учетом индивидуальных гнатических типов. *Медицинский алфавит*. 2019;1(5):37-44. [https://doi.org/10.33667/2078-5631-2019-1-5\(380\)-37-44](https://doi.org/10.33667/2078-5631-2019-1-5(380)-37-44)
7. Коробкеев АА, Доменюк ДА, Шкарин ВВ, Коннов ВВ. Анатомические особенности взаимозависимости основных параметров зубных дуг верхней и нижней челюстей человека. *Медицинский Вестник Северного Кавказа*. 2018;13(1):66-69. <https://doi.org/10.14300/mnnc.2018.13019>
8. Domenyuk DA, Shkarin VV, Porfiriadis MP, Dmitrienko DS. Classification of facial types in view of gnathology. *Archiv euromedica*. 2017;7(1):8-13. <https://elibrary.ru/item.asp?id=29856275>
9. Borodina VA, Domenyuk DA, Weisheim LD. Biometry of permanent occlusion dental arches – comparison algorithm for real and design indicators. *Archiv Euro-Medica*. 2018;8(1):25-26. <https://doi.org/10.35630/2199-885X/2019/8/1/25>
10. Алексикова ОВ, Филимонова ЕВ. Применение 3D цифрового сканирования на ортодонтическом приеме при раннем удалении временных зубов. *Стоматология детского возраста и профилактика*. 2025;25(3):277-282. <https://doi.org/10.33925/1683-3031-2025-944>
11. Миннахметова ДР, Топольницкий ОЗ, Набиева ЛВ, Макеев АВ, Тихонова ИВ, Зангиева ОТ. Взаимосвязь трансверсальных зубочелюстных аномалий с гипертрофией аденоидов в детском возрасте. *Стоматология детского возраста и профилактика*. 2025;25(2):112-120. <https://doi.org/10.33925/1683-3031-2025-875>
12. Ярыгина ЕН, Шкарин ВВ, Македонова ЮА, Дьяченко СВ. Оценка реабилитационного потенциала жевательной мускулатуры пациентов с височно-нижнечелюстным миофасциальным болевым синдромом: рандомизированное проспективное контролируемое исследование. *Кубанский научный медицинский вестник*. 2024;31(6):56-71. <https://doi.org/10.25207/1608-6228-2024-31-6-56-71>
13. Громова СН, Токаева ЮА, Лукашук ЮО, Разумный ВА, Зубарева ТО, Коледаева АК. Применение аппарата твин-блок в сочетании с брекет-системой при лечении пациента с дистальной окклюзией. *Стоматология детского возраста и профилактика*. 2024;24(2):189-196. <https://doi.org/10.33925/1683-3031-2024-741>
14. Миннахметова ДР, Топольницкий ОЗ, Дудецкий АД, Панченко ИМ, Глухонемых ЕЕ, и др. Создание физико-математической модели дистракционного остеогенеза с целью совершенствования лечения трансверсальных зубочелюстных аномалий в детском возрасте. *Стоматология детского возраста и профилактика*. 2025;25(2):159-170. <https://doi.org/10.33925/1683-3031-2025-910>

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Наиболее оптимальными пробами для определения типологических особенностей жевания при физиологической окклюзии постоянных зубов являются пробы «общее жевание», «сжатие зубов на валиках» и «нарастающее сжатие». При этом пробы «жевание на одной из сторон» показывают противоречивые данные о типологических особенностях жевания.

## REFERENCES

1. Domenyuk D.A., Davydov B.N., Vedeshina E.G. Improved methods for diagnosing dentoalveolar abnormalities based on functional shifts in oral homeostasis. (Part I). *The Dental Institute*. 2016;2(71):74-77 (In Russ.). Available from: <https://instom.spb.ru/catalog/article/10468/?ysclid=mkia4t283s765227138>
2. Domenyuk D.A., Davydov B.N., Vedeshina E.G. Improved methods for diagnosing dentoalveolar abnormalities based on functional shifts in oral homeostasis. (Part II). *The Dental Institute*. 2016;3(72):58-61 (In Russ.). Available from: <https://instom.spb.ru/catalog/article/10489/?ysclid=mkia5crc3q205859864>
3. Didenko I.V., Shkarin V.V., Dmitrienko S.V., Make-donova Yu.A., Yarygina E.N., Afanaseva O.Yu., Ogo-nyan E.A. Correlation between masticatory pattern and craniofacial morphometric parameters. *Pediatric dentistry and dental prophylaxis*. 2025;25(2):151-158 (In Russ.). <https://doi.org/10.33925/1683-3031-2025-906>
4. Domenyuk D.A., Vedeshina E.G., Kochkonyan A.S., Dmitrienko D.S. Morphometric analysis of the upper den-tition shape with physiological occlusion of permanent teeth. *The Dental Institute*. 2015;1(66):75-77 (In Russ.). <https://elibrary.ru/item.asp?id=23236741>
5. Domenyuk D.A., Davydov B.N., Vedeshina E.G., Dmitrienko S.V. Comprehensive evaluation of physio-logical occlusion of permanent teeth in people with dif-ferent gnathic, dental types of face and dental arches. *Medical alphabet*. 2017;3(24):51-55 (In Russ.). <https://www.med-alphabet.com/jour/article/view/317/317>
6. Dmitrienko S.V., Davydov B.N., Domenyuk D.A., Ivanyuta S.O. Morphometric analysis of relationships of ba-sic dimensions of dental arts taking into account individual gnatic types. *Medical alphabet*. 2019;1(5):37-44 (In Russ.). [https://doi.org/10.33667/2078-5631-2019-1-5\(380\)-37-44](https://doi.org/10.33667/2078-5631-2019-1-5(380)-37-44)
7. Korobkeev A.A., Domenyuk D.A., Shkarin V.V., Kon-nov V.V. Anatomical features of the interdependence of the basic parameters of the dental arches of the upper and lower jaws. *Medicinskii vestnik Severnogo Kavkaza. – Medi-cal News of North Caucasus*. 2018;13(1):66-69 (In Russ.). <https://doi.org/10.14300/mnnc.2018.13019>
8. Domenyuk D.A., Shkarin V.V., Porfiriadis M.P., Dmitrienko D.S. Classification of facial types in view of gnathology. *Archiv euromedica*. 2017;7(1):8-13. <https://elibrary.ru/item.asp?id=2985627511>
9. Borodina V.A., Domenyuk D.A., Weisheim L.D. Bi-ometry of permanent occlusion dental arches – com-parison algorithm for real and design indicators. *Archiv EuroMedica*. 2018;8(1):25-26. <https://doi.org/10.35630/2199-885X/2019/8/1/25>
10. Aleksikova O.V., Filimonova E.V. Use of 3D intra-oral scanning at the orthodontic appointment following early extraction of primary teeth. *Pediatric dentistry and dental prophylaxis*. 2025;25(3):277-282 (In Russ.). <https://doi.org/10.33925/1683-3031-2025-944>
11. Minnakhmetova D.R., Topolnitsky O.Z., Nabieva L.V., Makeev A.V., Tikhonova I.V., Zangieva O.T. Relationship between transverse maxillary constriction and adenoid hypertrophy in pediatric patients. *Pediatric dentistry and dental prophylaxis*. 2025;25(2):112-120. (In Russ.). <https://doi.org/10.33925/1683-3031-2025-875>
12. Yarygina E.N., Shkarin V.V., Makedonova Yu.A., Dyachenko S.V. Assessing rehabilitation potential of the masticatory musculature in patients with temporo-mandibular myofascial pain syndrome: A randomized prospective controlled study. *Kuban Scientific Medical Bulletin*. 2024;31(6):56-71 (In Russ.). <https://doi.org/10.25207/1608-6228-2024-31-6-56-71>
13. Gromova S.N., Tokaeva Yu.A., Lukashchuk Yu.A., Ra-zumny V.A., Zubareva T.O., Koledaeva A.K. Application of the twin-block appliance combined with braces in the treat-ment of a patient with distal occlusion. *Pediatric dentistry and dental prophylaxis*. 2024;24(2):189-196 (In Russ.). <https://doi.org/10.33925/1683-3031-2024-741>
14. Minnakhmetova D.R., Topolnitsky O.Z., Du-detsky A.D., Panchenko I.M., Glukhonemykh E.E., Ba-rinova A.A., et al. Development of a physicomathemati-cal model of distraction osteogenesis to improve the treatment of transverse dentofacial anomalies in pedi-atric patients. *Pediatric dentistry and dental prophylaxis*. 2025;25(2):159-170 (In Russ.). <https://doi.org/10.33925/1683-3031-2025-910>

## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

**Диденко Ирина Васильевна**, аспирант кафедры стоматологии института непрерывного медицин-ского и фармацевтического образования Волгоград-ского государственного медицинского университе-та, Волгоград, Российская Федерация

Для переписки: [uliiia.makedonova@volgmed.ru](mailto:uliiia.makedonova@volgmed.ru)  
ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-0756-4186>

**Шкарин Владимир Вячеславович**, доктор ме-дицинских наук, профессор, заведующий кафедрой общественного здоровья и здравоохранения инсти-тута непрерывного медицинского и фармацевтиче-

ского образования Волгоградского государственного медицинского университета, Волгоград, Российская Федерация

Для переписки: [post@volgmed.ru](mailto:post@volgmed.ru)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7520-7781>

**Автор, ответственный за связь с редакцией:**

**Македонова Юлия Алексеевна**, доктор меди-цинских наук, профессор, заведующий кафедрой стоматологии института непрерывного медицин-ского и фармацевтического образования Волгоград-ского государственного медицинского универси-

тета, старший научный сотрудник Волгоградского медицинского научного центра, Волгоград, Российская Федерация

Для переписки: mihai-m@yandex.ru  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5546-8570>

**Ярыгина Елена Николаевна**, доктор медицинских наук, доцент, заведующий кафедрой хирургической стоматологии и челюстно-лицевой хирургии Волгоградского государственного медицинского университета, Волгоград, Российская Федерация

Для переписки: elyarygina@yandex.ru  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8478-9648>

**Дмитриенко Александр Дмитриевич**, студент, стоматологического факультета Волгоградского государственного медицинского университета, Волго-

град, Российская Федерация

Для переписки: mihai-m@yandex.ru  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1785-194X>

**Македонова Диана Михайловна**, студент, стоматологического факультета Волгоградского государственного медицинского университета, Волгоград, Российская Федерация

Для переписки: mihai-m@yandex.ru  
ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-3291-9526>

**Синенко Алеся Александровна**, ассистент кафедры хирургической стоматологии и челюстно-лицевой хирургии Волгоградского государственного медицинского университета, Волгоград, Российская Федерация

Для переписки: mihai-m@yandex.ru  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5296-929X>

## INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

**Irina V. Didenko**, DMD, PhD student, Department of the Dentistry, Institute of Continuing Medical and Pharmaceutical Education, Volgograd State Medical University, Volgograd, Russian Federation

For correspondence: uliia.makedonova@volgmed.ru  
ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-0756-4186>

**Vladimir V. Shkarin**, MD, PhD, DSc, Professor, Head of the Department of Health and Healthcare Management, Institute of Continuing Medical and Pharmaceutical Education, Volgograd State Medical University, Volgograd, Russian Federation

For correspondence: post@volgmed.ru  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7520-7781>

### Corresponding author:

**Yulia A. Makedonova**, DMD, Professor, Head of the Department of Dentistry, Institute of Continuing Medical and Pharmaceutical Education, Volgograd State Medical University, Senior Researcher, Volgograd Medical Research Center, Volgograd, Russian Federation

For correspondence: mihai-m@yandex.ru  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5546-8570>

**Elena N. Yarygina**, DDS, PhD, DSc, Docent, Head of the Department of Oral and Maxillofacial Surgery, Vol-

gograd State Medical University, Volgograd, Russian Federation

For correspondence: elyarygina@yandex.ru  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8478-9648>

**Alexander D. Dmitrienko**, Student, Dental School, Volgograd State Medical University, Volgograd, Russian Federation

For correspondence: mihai-m@yandex.ru  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1785-194X>

**Diana M. Makedonova**, Student, Student, Dental School, Volgograd State Medical University, Volgograd, Russian Federation

For correspondence: mihai-m@yandex.ru  
ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-3291-9526>

**Alesya A. Sinenko**, DDS, Assistant Professor, Department of the Oral and Maxillofacial Surgery, Volgograd State Medical University, Volgograd, Russian Federation

For correspondence: Mihai-m@yandex.ru  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5296-929X>

**Поступила / Article received 17.01.2026**

**Поступила после рецензирования / Revised 18.02.2025**

**Принята к публикации / Accepted 20.02.2025**

**Вклад авторов в работу.** Все авторы подтверждают соответствие своего авторства международным критериям ICMJE, а также согласны принять на себя ответственность за все аспекты работы: Македонова Ю. А. – разработка концепции, разработка методологии, написание рукописи – рецензирование и редактирование; Диденко И. В. – формальный анализ, курирование данных, проведение исследования, визуализация результатов, написание черновика рукописи; Шкарин В. В. – написание рукописи – рецензирование и редактирование; Ярыгина Е. Н. – разработка концепции, административное руководство исследовательским проектом, предоставление ресурсов, научное руководство, написание рукописи – рецензирова-

ние и редактирование; Синенко А. А. – предоставление ресурсов; Дмитриенко А. Д. – проведение исследования; Македонова Д. М. – проведение исследования.

**Authors' contribution.** All authors confirm that their contributions comply with the international ICMJE criteria and agree to take responsibility for all aspects of the work: Yu. A. Makedonova – conceptualization, methodology, writing – reviewing and editing; I. V. Didenko – formal analysis, data curation, investigation, visualization, writing – original draft preparation; V. V. Shkarin – writing – reviewing and editing; E. N. Yarygina – conceptualization, project administration, resources, supervising, writing – reviewing and editing; A. A. Sinenko – resources; D. M. Makedonova – investigation; A. D. Dmitrienko – investigation.



# Современные подходы к выбору средств гигиены у пациентов с пародонтитом, страдающих ксеростомией

С.Л. Блашкова<sup>1</sup>, Е.В. Крикун<sup>1</sup>, Ю.В. Фазылова<sup>1\*</sup>, Ю.В. Блашкова<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Казанский государственный медицинский университет, Казань, Российская Федерация

<sup>2</sup>Российский университет медицины, Москва, Российская Федерация

## АННОТАЦИЯ

**Актуальность.** Ксеростомия (КС) – патологическое состояние, ускоряющее формирование биопленки, рост патогенной микрофлоры, замедляющее регенерацию тканей пародонта. Для ее профилактики и коррекции применяют различные средства гигиены, в том числе зубную пасту с технологией Mucosa protection pro system (MPPS), поддерживающую увлажненность слизистой, мягко стимулирующую секрецию слюны, что способствует снижению адгезии патогенных бактерий. Целью нашего исследования явилась сравнительная оценка клинической эффективности включения средств гигиены на основе технологии MPPS в протокол индивидуальной гигиены рта у пациентов с ксеростомией на фоне хронического генерализованного пародонтита (ХГП). **Материалы и методы.** Нами обследовано 143 пациента (35–72 года) с диагнозом K05.3 ХГП методами анкетирования, клинико-анамнестическими, включая сиалометрию по методу М. Пожарицкой. Индексы ОНI-S, РНР применяли для оценки гигиенического статуса до исследования, через один, три месяца после. На втором этапе оценивали эффективность комплексной терапии у пациентов с ХГП + КС, рандомно поделенных на основную, в протокол гигиены которой включили зубную пасту на основе технологии MPPS, и контрольную группы. Для статистического анализа использовали программу IBM SPSS Statistics 20. Все численные показатели в работе представлены как среднее арифметическое и стандартная ошибка среднего ( $M \pm m$ ). Оценку достоверности различий проводили с учетом характера распределения выборок: при нормальном распределении использовали t-критерий Стьюдента, в противном случае – U-критерий Манна – Уитни. Различия считали статистически значимыми при  $p < 0,05$ . **Результаты** исследования показали, что из 143 исследуемых методом сиалометрии у 61 пациента были выявлены признаки ксеростомии. Объем смешанной нестимулированной слюны составил в среднем  $0,170 \pm 0,011$  мл/мин. Анализ показателей нестимулированной сиалометрии у пациентов с ХГП + КС на этапах наблюдения выявил, что включение в протокол индивидуальной гигиены средств на основе технологии MPPS способствует улучшению гигиенического статуса пациентов и влияет на объем ротовой жидкости. Так, у пациентов основной группы к третьему месяцу исследования объем смешанной слюны достиг значений нормы и составил в среднем  $0,360 \pm 0,009$  мл/мин при исходных значениях  $0,210 \pm 0,008$  мл/мин, тогда как в контрольной группе объем саливации не изменился и остался на исходном уровне –  $0,210 \pm 0,008$  мл/мин. **Заключение.** Ксеростомия с ХГП представляет собой существенный фактор, требующий целенаправленной коррекции. Комплексная терапия пародонтита с включением мер по устранению ксеростомии, индивидуальному подбору средств гигиены стабилизирует патологический процесс в пародонте, повышая качество жизни пациентов.

**Ключевые слова:** хронический пародонтит, ксеростомия, гигиена рта, сиалометрия, комплексная терапия пародонтита

**Для цитирования:** Блашкова СЛ, Крикун ЕВ, Фазылова ЮВ, Блашкова ЮВ. Современные подходы к выбору средств гигиены у пациентов с пародонтитом, страдающих ксеростомией. *Пародонтология*. 2026;31(1):85-92. <https://doi.org/10.33925/1683-3759-2026-1200>

**Автор, ответственный за связь с редакцией:** Фазылова Юлия Вильдановна, кафедра терапевтической стоматологии, Казанский государственный медицинский университет, 420012, ул. Бутлерова, д. 49, г. Казань, Российская Федерация. Для переписки: [fazylovayulia@mail.ru](mailto:fazylovayulia@mail.ru)

**Конфликт интересов:** Блашкова С. Л. является членом редакционной коллегии журнала «Пародонтология», но не имеет никакого отношения к решению опубликовать эту статью. Статья прошла принятую в журнале процедуру рецензирования. Об иных конфликтах интересов авторы не заявляли.

**Финансирование:** Исследование поддержано группой компаний «Диарси»

**Благодарности:** Индивидуальные благодарности для декларирования отсутствуют.

# Current approaches to the selection of oral hygiene products for patients with periodontitis and xerostomia

S.L. Blashkova<sup>1</sup>, E.V. Krikun<sup>1</sup>, Yu.V. Fazylova<sup>1\*</sup>, Yu.V. Blashkova<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Kazan State Medical University, Kazan, Russian Federation

<sup>2</sup>Russian University of Medicine, Moscow, Russian Federation

## ABSTRACT

**Relevance.** Xerostomia is a pathological condition that accelerates biofilm formation, promotes the growth of pathogenic microflora, and slows periodontal tissue regeneration. Various oral hygiene products have been proposed for the prevention and management of xerostomia, including toothpaste formulated with Mucosa Protection Pro System (MPPS) technology, which helps maintain mucosal hydration, gently stimulate salivary flow, and reduce pathogenic bacterial adhesion. **Objective:** To comparatively evaluate the clinical efficacy of incorporating MPPS-based oral hygiene products into an individualized oral hygiene protocol for patients with xerostomia associated with periodontitis. **Materials and methods.** A total of 143 patients aged 35–72 years with periodontitis were evaluated using questionnaires, clinical and anamnestic assessment, and salivary flow measurement according to the method of M. Pozharitskaya. Oral hygiene status was assessed using the OHI-S and PHP indices at baseline and at 1 and 3 months. In the second stage, the efficacy of comprehensive therapy was evaluated in patients with periodontitis and xerostomia who were randomly assigned either to the main group, whose oral hygiene regimen included MPPS-based toothpaste, or to the control group. Statistical analysis was performed using IBM SPSS Statistics 20. Quantitative variables are presented as mean  $\pm$  standard error of the mean ( $M \pm m$ ). The significance of between-group differences was assessed according to data distribution: Student's t test was used for normally distributed variables, whereas the Mann–Whitney U test was applied otherwise. Differences were considered statistically significant at  $p < 0.05$ . **Results.** Signs of xerostomia were identified by sialometry in 61 of the 143 patients examined. The mean unstimulated whole salivary flow rate was  $0.170 \pm 0.011$  mL/min. In patients with chronic generalized periodontitis and xerostomia, follow-up assessment showed that inclusion of MPPS-based oral hygiene products in the individualized oral hygiene regimen was associated with improved oral hygiene status and increased salivary flow. In the main group, by month 3 the mean whole salivary flow rate had reached normal values, increasing from  $0.210 \pm 0.008$  mL/min at baseline to  $0.360 \pm 0.009$  mL/min, whereas in the control group it remained unchanged at  $0.210 \pm 0.008$  mL/min. **Conclusion.** Xerostomia in patients with periodontitis is a clinically significant condition requiring targeted management. Comprehensive periodontal therapy combined with measures aimed at correcting xerostomia and individualized selection of oral hygiene products contributes to stabilization of the periodontal condition and improvement in patients' quality of life.

**Keywords:** periodontitis, xerostomia, oral hygiene, salivary flow rate, comprehensive periodontal therapy

**For citation:** Blashkova S.L., Krikun E.V., Fazylova Yu.V., Blashkova Yu.V. Current approaches to the selection of oral hygiene products for patients with periodontitis and xerostomia. *Parodontologiya*. 2026;31(1):85-92. (In Russ.). <https://doi.org/10.33925/1683-3759-2025-1200>

\***Corresponding author:** Yulia V. Fazylova, Department of the Operative Dentistry, Kazan State Medical University, 49 Butlerova Street, Kazan, 420012, Russian Federation. For correspondence: fazylovayulia@mail.ru

**Conflict of interests:** S. L. Blashkova is a member of the *Parodontologiya* journal's editorial board but was not involved in the decision-making process regarding the publication of this article. The article underwent the standard peer-review process of the journal. The authors have declared no other conflicts of interest.

**Funding:** The research was undertaken with the assistance of the DRC company.

**Acknowledgments:** There are no individual acknowledgments to declare.

## ВВЕДЕНИЕ

Сухость во рту, ксеростомия, – состояние, характеризующееся снижением или полным прекращением секреции слюны. Субъективно это выражается чувством жжения, трудностями при разговоре и принятии пищи. В контексте стоматологического здоровья, особенно при наличии воспалительных заболеваний пародонта, ксеростомия превращается в серьезный патогенетический фактор, ускоряющий деструктивные изменения [1, 2]. Как известно, пародонтит – это хроническое воспалительно-деструктивное заболевание, поражающее десну, периодонт и костную ткань. Патогенез пародонтита – результат сложного взаимодействия патогенной микрофлоры биопленки и иммунного ответа организма. Именно в этом аспекте ксеростомия создает идеальные условия для прогрессирования болезни [2-4].

Механизм влияния ксеростомии на течение пародонтита связан с ключевыми защитными функциями слюны как сложной биологической жидкости, а именно способностью механического очищения: постоян-

но способностью механического очищения: постоян-

ный поток слюны смывает остатки пищи, бактерии и продукты их жизнедеятельности с поверхности зубов и десен. Слюна нейтрализует кислоты, вырабатываемые бактериями, за счет реминерализующих свойств и способности формировать пелликулу, обеспечивает защиту твердые ткани зубов, и опосредованно десневую борозду. За счет содержания в слюне IgA, лизоцима, лактоферрина и других ферментов, подавляющих рост пародонтопатогенов; обеспечиваются ее антимикробные свойства. Достаточный объем слюны поддерживает целостность слизистой оболочки за счет смазывания и увлажнения [3-6].

При дефиците слюны происходит бесконтрольный рост патогенной микрофлоры, биопленка скапливается быстрее и становится агрессивной, меняется ее состав в сторону более патогенных анаэробных бактерий, которые являются основными этиологическими факторами пародонтита. Густая, вязкая слюна с измененным минеральным составом является причиной формирования над- и поддесневого зубного камня – источника механической травмы и ретенции биопленки [7-9].

Сухая слизистая оболочка становится более восприимчивой к микротравмам и воспалению, в том числе нарушаются процессы восстановления десны после профессиональной гигиены или пародонтологических вмешательств [10, 11].

Изменения буферной емкости слюны при ксеростомии в кислую сторону способствует не только росту биопленки, но и деминерализации цемента корня зуба. Таким образом, у пациентов с пародонтитом при сопутствующей ксеростомии заболевание протекает агрессивнее, быстрее прогрессирует, хуже поддается лечению и имеет больший риск рецидивов [12].

Выявление первопричины ксеростомии у пациентов с пародонтитом является одним из важных патогенетических факторов комплексного лечения патологии пародонта. Причинами ксеростомии могут быть: наиболее часто – прием лекарственных препаратов (гипотензивные, психотропные, антигистаминные, диуретики, спазмолитики и т. д.); нередко с быстропрогрессирующим пародонтитом сочетаются аутоиммунные заболевания, поражающие слюнные и слезные железы (синдром Шегрена); лучевая терапия челюстно-лицевой области при онкологических заболеваниях; системные заболевания, такие как сахарный диабет, ревматоидный артрит, гипотиреоз, депрессия, тревожные расстройства и т. д. [11-15].

Патологии лор-органов, апноэ, сопровождающиеся ротовым дыханием, тоже могут быть причиной сухости полости рта. Курение, употребление алкогольных напитков также способствует пересушиванию слизистой оболочки рта и десны. Возраст пациента не является причиной развития ксеростомии, но опосредованно влияет на развитие соматических патологий и увеличение числа принимаемых препаратов [16].

Поиск средств, уменьшающих образование биопленки и способствующих уменьшению признаков ксеро-

стомии за счет увлажнения, изменения буферной емкости слюны и других ее патогенетических механизмов, остается актуальным в настоящее время [2, 5].

Для решения и предупреждения такой проблемы как периодическая или постоянная ксеростомия разработано достаточно большое количество специализированных средств для ухода за полостью рта. Это зубные пасты, ополаскиватели, спреи, гели и т. д. Одним из эффективных средств, направленных на уменьшение прикрепление патогенных бактерий и удержания влаги на поверхности слизистой и мягкую стимуляцию слюноотделения, является зубная паста, изготовленная по технологии Mucosa protection pro-system, содержащая полисахарид из морских водорослей, ксилит, бромелаин, экстракты лекарственных трав и специальные добавки, стимулирующие слюноотделение.

**Целью нашего исследования** явилась сравнительная оценка клинической эффективности включения средств гигиены на основе технологии Mucosa protection pro-system в протокол индивидуальной гигиены рта у пациентов с ксеростомией на фоне хронического пародонтита.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследование проводилось на базе стоматологической поликлиники ФГБОУ ВО КГМУ МЗ РФ и ООО «Стоматологическая поликлиника №9 г. Казани». Для достижения поставленной цели в первой части нашего исследования было проведено изучение распространенности ксеростомии среди пациентов с хроническим пародонтитом, для чего мы обследовали 143 пациента в возрасте 35-72 лет, обоих полов с диагнозом K05.3, хронический пародонтит (согласно клинической классификации (2001 г.) хронический генерализованный пародонтит средней и тяжелой степени тяжести). Диагностика хронического пародонтита проводилась на основании традиционных клинко-радиологических методов. Всем исследуемым проводили оценку гигиенического статуса путем определения индекса ОНI-S, а также индекса РНР до и через один и три месяца после начала исследования.

Диагностику ксеростомии проводили на основании клинко-анамнестических данных. Методом сиалометрии по методу М. М. Пожарицкой определяли объем нестимулированной смешанной слюны до и через один и три месяца после начала исследования. Сиалометрия по методу М. М. Пожарицкой определяет скорость смешанного нестимулированного слюноотделения в мл/мин. Сбор слюны выполняли в стандартизированных условиях: натощак без предварительной чистки зубов в утреннее время (с 8:00 до 10:00 часов). Нестимулированную сиалометрию проводили методом сплевывания в стерильные градуированные пробирки с ценой деления 0,1 мл (рис. 1) в течение 10 минут. Среднее значение индивидуально-



**Рис. 1.** Стерильные градуированные пробирки для сиалометрии (источник: составлено авторами)  
**Fig. 1.** Sterile graduated tubes used for sialometry (Sources: compiled by the author)



**Рис. 2.** Пациент с выявленной ксеростомией на фоне хронического генерализованного пародонтита (источник: составлено авторами)  
**Fig. 2.** Patient with xerostomia and chronic periodontitis (Sources: compiled by the author)

го уровня саливации и степени ксеростомии каждого исследуемого пациента рассчитывали на основании трехкратного сбора слюны, с учетом того, что в норме скорость слюноотделения составляет 0,4-0,5 мл/мин.

На втором этапе исследования среди пациентов с выявленной ксеростомией проводили оценку клинической эффективности включением в протокол индивидуальной гигиены зубной пасты на основе технологии Mucosa protection pro-system по схеме: два раза в день, утром после завтрака и вечером перед сном, с обязательным ограничением приема пищи и воды в течение одного часа.

Для выявления причины ксеростомии было проведено анкетирование. Анкета содержала 10 вопросов, направленных на выявление возможных причин и основных признаков проявления ксеростомии.

Статистический анализ проводился с использованием программы IBM SPSS Statistics 20. Все численные показатели в работе представлены как среднее арифметическое и стандартная ошибка среднего ( $M \pm m$ ). Оценку достоверности различий проводили с учетом характера распределения выборок: при нормальном

распределении использовали t-критерий Стьюдента, в противном случае – U-критерий Манна – Уитни. Различия считали статистически значимыми при  $p < 0,05$ .

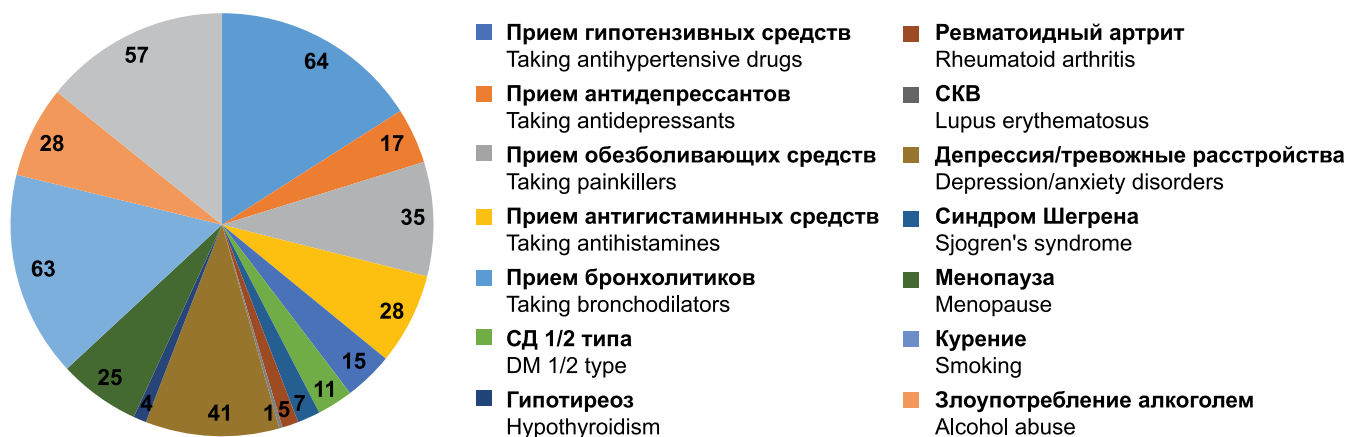
**РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ**

Результаты исследования показали, что из 143 исследуемых методом сиалометрии у 61 пациента (37 женщин, 24 мужчины, в возрасте 47-72 лет) были выявлены признаки постоянной или периодической ксеростомии (рис. 2). Объем смешанной нестимулированной слюны составил в среднем  $0,17 \pm 0,011$  мл/мин.

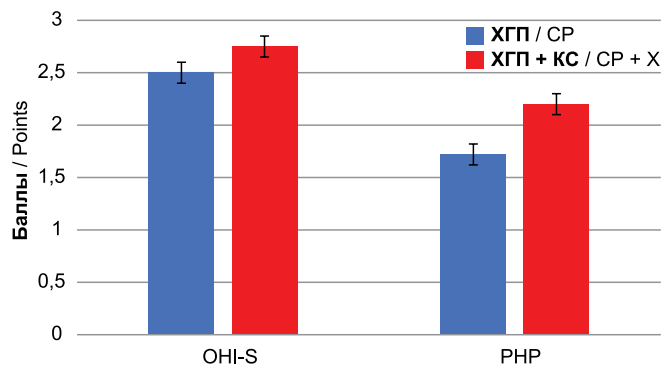
Анализ результатов анкетирования по выявлению возможных причин ксеростомии продемонстрировал, что наиболее частой причиной является ксеростомия, индуцированная приемом лекарственных средств, у пациентов с отягощенным соматическим анамнезом. Структура причин сухости полости рта в группе исследуемых представлена на рисунке 3. К другим причинам, наиболее часто приводящим к ксеростомии, можно отнести эндокринные заболевания (сахарный диабет, гипотиреоз, синдром Шегрена), хронический стресс, менопауза, курение, в том числе электронных сигарет.

Методом рандомизации пациенты с признаками ксеростомии были поделены на две группы – основную ( $n = 32$ ), в протокол индивидуальной гигиены которых была включена зубная паста, изготовленная по технологии Mucosa protection pro-system, и контрольную ( $n = 29$ ), где в протокол индивидуальной гигиены включались пасты, традиционно назначаемые при заболеваниях пародонта. Критерии включения – наличие хронического пародонтита и признаков ксеростомии. Критерии исключения – острые инфекционные заболевания, наличие лабораторно подтвержденной грибковой инфекции слизистой рта, возраст моложе 35 лет и старше 72 лет, беременность, лактация, иммунодефицитные состояния.

Оценка гигиенического статуса показала, что в среднем у большинства пациентов с хроническим пародонтитом уровень индивидуальной гигиены рта не отличается от среднестатистических значений и оцениваются как неудовлетворительный. У пациентов же с ксеростомией и пародонтитом гигиениче-

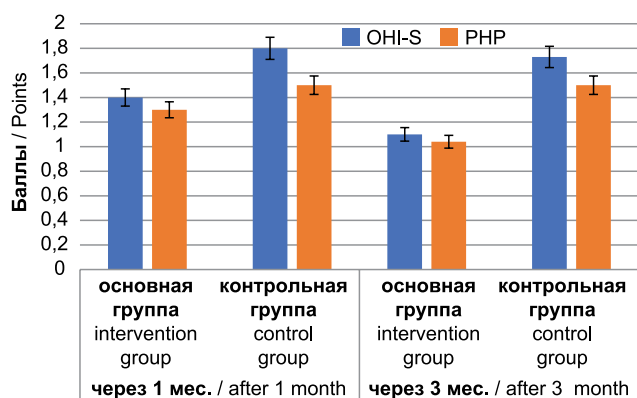


**Рис. 3.** Структура причин сухости полости рта (источник: составлено авторами)  
**Fig. 3.** Distribution of causes of oral dryness (Sources: compiled by the author)



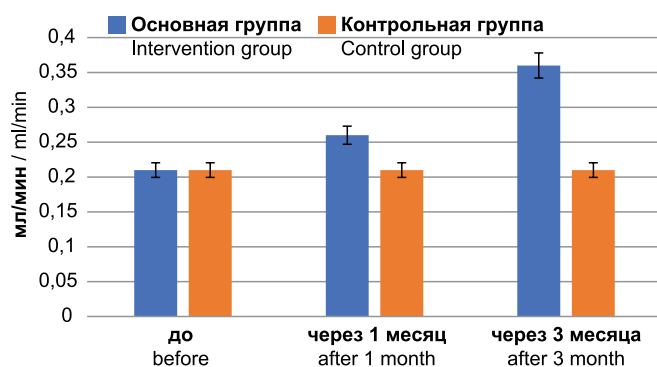
**Рис. 4.** Показатели гигиенического статуса пациентов с пародонтитом и ксеростомией в начале исследования (источник: составлено авторами)

**Fig. 4.** Oral hygiene status in patients with chronic periodontitis and xerostomia at baseline (Sources: compiled by the author)



**Рис. 5.** Динамика индексов гигиены через 1 и 3 месяца после начала исследования (источник: составлено авторами)

**Fig. 5.** Changes in oral hygiene indices at 1 and 3 months after baseline (Sources: compiled by the author)



**Рис. 6.** Динамика показателей сиалометрии (нестимулированной слюны) на этапах наблюдения у пациентов с ХГП + КС (источник: составлено авторами)

**Fig. 6.** Changes in unstimulated salivary flow during follow-up in patients with chronic periodontitis and xerostomia (Sources: compiled by the author)

ский статус оценивался как неудовлетворительный и плохой, что являлось следствием фундаментального нарушения физиологии полости рта, при этом показателя уровня гигиены в основной и контрольной группах достоверно не различались (рис. 4).

Оценивая показатели индексов гигиены у пациентов основной и контрольной групп с ХГП + КС на первом и третьем месяцах исследования (рис. 5), мы выявили достоверное снижение значений индексов ОHI-S и RHP в группе с применением указанной пасты в среднем в 2,3 раза к третьему месяцу наблюдения, соответственно индекс ОHI-S с  $2,75 \pm 0,04$  снизился до  $1,13 \pm 0,05$ , а индекс RHP – с  $2,26 \pm 0,02$  до  $1,05 \pm 0,05$ . В контрольной группе также отмечено улучшение гигиенического статуса, однако динамика показателей была не настолько выражена и составила по индексу ОHI-S снижение только в 1,6 раза (с  $2,75 \pm 0,04$  до  $1,80 \pm 0,03$ ), а значение индекса RHP – в 1,5 раза соответственно, которые не отличались на первом и третьем месяцах исследования (с  $2,26 \pm 0,02$  до  $1,50 \pm 0,02$ ).

Анализ показателей нестимулированной сиалометрии у пациентов с ХГП + КС на этапах наблюдения (до, через один месяц и через три месяца) выявил, что включение в протокол индивидуальной гигиены средств на основе технологии Mucosa protection pro system не только способствует улучшению гигиенического статуса пациентов, но и влияет на объем ротовой жидкости, о чем свидетельствует динамика полученных результатов (рис. 6). Так, у пациентов основной группы к третьему месяцу исследования объем смешанной слюны практически достиг значений нормы и составил в среднем  $0,360 \pm 0,009$  мл/мин при исходных значениях  $0,210 \pm 0,008$  мл/мин, тогда как в контрольной группе объем саливации не изменился и остался на исходном уровне –  $0,210 \pm 0,008$  мл/мин.

Об эффективности применения зубной пасты на основе технологии Mucosa protection pro system у пациентов с ксеростомией свидетельствуют и субъективные ощущения пациентов. Более половины пациентов отметили уменьшение чувства сухости во рту при приеме пищи, разговоре, уменьшении чувствительности и кровоточивости десен при чистке зубов, что подтверждалось положительной динамикой клинических критериев состояния тканей пародонта.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, сухость во рту у пациентов с пародонтитом – это не второстепенный симптом, а значимый отягчающий фактор, требующий отдельного внимания. Устранение ксеростомии у пациентов с пародонтитом путем коррекции причин сухости во рту, персонифицированного подхода к подбору специализированных средств индивидуальной гигиены в составе комплексной терапии пародонтита позволит не только достигнуть успеха в стабилизации патологического процесса в тканях пародонта, но и улучшить качество жизни пациентов.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Чиркова КЕ, Лещева ЕА, Орехова ЛЮ, Вечеркина Ж., Кучумова ЕД, Савельева ИВ. Проблема ксеростомии в современной стоматологии и особенности ее клинических проявлений. *Системный анализ и управление в биомедицинских системах*. 2024; 23(2):83-89.  
<https://doi.org/10.36622/1682-6523.2024.23.2.012>
2. Морозова СВ, Мейтель ИЮ. Ксеростомия: Причины и методы коррекции. *Медицинский совет*. 2016;(1)8:124-127.  
<https://doi.org/10.21518/2079-701X-2016-18-124-127>
3. Аракелян МГ, Тамбовцева НВ, Арзуканян АВ. Основные причины и клинические проявления ксеростомии. *Российский стоматологический журнал*. 2016;20(2):74-78.  
<http://dx.doi.org/10.18821/1728-2802>
4. Тарасова ЮГ, Дмитракова НР, Злобина ОА, Субботина АВ. Распространенность и факторы риска ксеростомии на приеме у стоматолога-терапевта. *Институт стоматологии*. 2023;(1):67-69. Режим доступа:  
<https://www.elibrary.ru/item.asp?id=50522421>
5. Гилева ОС, Смирнова ЕН, Позднякова АА, Либик ТВ. Особенности диагностики и лечения ксеростомического синдрома при заболеваниях пародонта и слизистой оболочки полости рта у пациентов с сахарным диабетом 2-го типа. *Русский Медицинский Журнал*. 2016;20:1340-1345. Режим доступа:  
[https://www.rmj.ru/articles/endokrinologiya/Osobnosti\\_dagnostiki\\_i\\_lecheniya\\_kserostomicheskogo\\_sindroma\\_pri\\_zabolevaniyah\\_parodonta\\_i\\_slizistoy\\_obolochki\\_polosti\\_rta\\_u\\_pacientov\\_s\\_saharnym\\_diabetom\\_2-go\\_tipa/](https://www.rmj.ru/articles/endokrinologiya/Osobnosti_dagnostiki_i_lecheniya_kserostomicheskogo_sindroma_pri_zabolevaniyah_parodonta_i_slizistoy_obolochki_polosti_rta_u_pacientov_s_saharnym_diabetom_2-go_tipa/)
6. Еловикова ТМ, Саблина СН, Григорьев СС, Мандра ЮВ, Карасева ВВ, Жегалина НМ, и др. Клиническая оценка проявлений ксеростомии у женщин с хроническим пародонтитом и сниженной минеральной плотностью костной ткани. *Проблемы стоматологии*. 2024;20(3):61-66.  
<http://dx.doi.org/10.18481/2077-7566-2024-20-3-61-66>
7. Tanasiewicz M, Hildebrandt T, Obersztyn I. Xerostomia of Various Etiologies: A Review of the Literature. *Advances in Clinical and Experimental Medicine*. 2016;25(1):199-206.  
<http://dx.doi.org/10.17219/acem/29375>
8. Израйлов АМ, Антонова ИН. Современные подходы к диагностике ксеростомии. *Пародонтология*. 2023;28(3):235-246.  
<https://doi.org/10.33925/1683-3759-2023-797>
9. Jalaawi W, Selmi J, Bouguezzi A, Farhan H. Prevalence of Xerostomia and Associated Risks Factors Among Medically Compromised Persons. *J Nat Sc Biol Med*. 2024;15(1):15-27.  
[https://doi.org/10.4103/jnsbm.JNSBM\\_15\\_1\\_2](https://doi.org/10.4103/jnsbm.JNSBM_15_1_2)
10. Кулецкая ЕВ, Тихомирова ЕА, Слажнева ЕС, Атрушкевич ВГ. Ксеростомия при сахарном диабете (пилотное исследование). *Стоматология детского возраста и профилактика*. 2022;22(4):282-290.  
<https://doi.org/10.33925/1683-3031-2022-22-4-282-290>
11. Molania T, Salehi M, Ehsani H, Moosazadeh M, Niksolat F, Rezaei A, et al. Comparison of periodontal indices, DMFT, xerostomia, hyposalivation and oral health-related quality of life in Sjögren's syndrome patients versus healthy individuals: A case-control study. *Dent Med Probl*. 2023;60(1):99-107.  
<https://doi.org/10.17219/dmp/146771>
12. Макеева ИМ, Волков АГ, Аракелян МГ, Макаренко НВ. Факторы, отягощающие проявления ксеростомии. *Стоматология*. 2017;96(1):25-27.  
<https://doi.org/10.17116/stomat201796125-27>
13. Орлова СЕ, Иванова ВА, Дегтев ИА, Арыхова ЛК, Борисов ВВ, Ершов КА. Сиалометрия как способ диагностики ксеростомии и оценки секреторной функции (обзорная статья). *Вестник новых медицинских технологий*. 2021;15(4):52-57.  
<https://doi.org/10.24412/2075-4094-2021-4-1-9>
14. Babayiğit O, Ögütçen Ö, Özkan Şen D, Taştan Eroğlu Z, Uçan Yarkaç F. The relationship between xerostomia and periodontal status in patients with cardiovascular diseases and type 2 diabetes. *Int Dent Res*. 2024;14(S1):21-27.  
<https://doi.org/10.5577/indentres.556>
15. Сабирова АИ, Каршина ОО, Сабиров ИС. Препараты сердечно-сосудистого профиля и состояние тканей пародонта. *Медицинский совет*. 2024;(16):317-324.  
<https://doi.org/10.21518/ms2024-369>
16. Маховая ЕС, Ильичева ВМ, Сулейманова МФ, Микляев СВ. Стоматологический статус лиц со смешанным типом курения. *Пародонтология*. 2025;30(3):311-320.  
<https://doi.org/10.33925/1683-3759-2025-1040>

## REFERENCES

1. Chirkova K.E., Leshcheva E.A., Orekhova L.Yu., Vecherkina Zh.V., Kuchumova E.D., Savelyeva I.V. The problem of xerostomia in modern dentistry and features of its clinical manifestations. *Sistemnyj analiz i upravlenie v biomeditsinskih sistemah*. 2024;23(2):83-89 (In Russ.).  
<https://doi.org/10.36622/1682-6523.2024.23.2.012>
2. Morozova S.V., Mejtel' I.Yu. Xerostomia: reasons and methods of correction. *Meditsinskiy sovet = Medical Council* (In Russ.).  
<https://doi.org/10.21518/2079-701X-2016-18-124-127>
3. Arakelyan M.G. Tambovceva N.V., Arzukanyan A.V. The main causes and clinical manifestations of xerostomia. *Russian Journal of Dentistry*. 2016;20(2):74-78 (In Russ.).  
<http://dx.doi.org/10.18821/1728-2802>
4. Tarasova Y.G., Dmitrakova N.R., Zlobina O.A., Subbotina A.V. Prevalence and risk factors of xerostomia at

the dentist-therapist's appointment. *The Dental Institute*. 2023;(1):(98):67-69 (In Russ.). Available from:

<https://www.elibrary.ru/item.asp?id=50522421>

5. Gileva O.S., Smirnova E.N., Pozdnyakova A.A., Libik T.V. Hallmarks of diagnosis and treatment of xerostomia syndrome in patients with periodontal and oral mucosal diseases and diabetes mellitus type 2. *Russian Medical Inquiry*. 2016;20:1340–1345 (In Russ.). Available from:

[https://www.rmj.ru/articles/endokrinologiya/Osobenosti\\_diagnostiki\\_i\\_lecheniya\\_kserostomicheskogo\\_sindroma\\_pri\\_zabolevaniyah\\_parodonta\\_i\\_slizistoy\\_obolochki\\_polosti\\_rta\\_u\\_pacientov\\_s\\_saharnym\\_diabetom\\_2-go\\_tipa/](https://www.rmj.ru/articles/endokrinologiya/Osobenosti_diagnostiki_i_lecheniya_kserostomicheskogo_sindroma_pri_zabolevaniyah_parodonta_i_slizistoy_obolochki_polosti_rta_u_pacientov_s_saharnym_diabetom_2-go_tipa/)

6. Elovikova T.M., Sablina S.N., Grigoriev S.S., Mandra Y.V., Karaseva V.V., Zhegalina N.M., et al. Clinical evaluation of xerostomia manifestations in women with chronic periodontitis and reduced bone mineral density. *Actual Problems in Dentistry*. 2024;20(3):61-66 (In Russ.).

<http://dx.doi.org/10.18481/2077-7566-2024-20-3-61-66>

7. Tanasiewicz M, Hildebrandt T, Obersztyn I. Xerostomia of Various Etiologies: A Review of the Literature. *Advances in Clinical and Experimental Medicine*. 2016;25(1):199-206.

<http://dx.doi.org/10.17219/acem/29375>.

8. Izrailov A.M., Antonova I.N. Modern approaches to the diagnosis of xerostomia. *Parodontologiya*. 2023;28(3):235-246 (In Russ.).

<https://doi.org/10.33925/1683-3759-2023-797>.

9. Jalaawi W, Selmi J, Bouguezzi A, Farhan H. Prevalence of Xerostomia and Associated Risks Factors Among Medically Compromised Persons. *J Nat Sc Biol Med*. 2024;15(1):15-27.

[https://doi.org/10.4103/jnsbm.JNSBM\\_15\\_1\\_2](https://doi.org/10.4103/jnsbm.JNSBM_15_1_2)

10. Kuletskaya K., Tikhomirova E.A., Slazhneva E.S., Atrushkevich V.G. Xerostomia in patients with diabetes mellitus (pilot study). *Pediatric dentistry and dental prophylaxis*. 2022;22(4):282-290 (In Russ.).

<https://doi.org/10.33925/1683-3031-2022-22-4-282-290>

11. Molania T, Salehi M, Ehsani H, Moosazadeh M, Niksolat F, Rezaei A, et al. Comparison of periodontal indices, DMFT, xerostomia, hyposalivation and oral health-related quality of life in Sjögren's syndrome patients versus healthy individuals: A case-control study. *Dent Med Probl*. 2023;60(1):99-107.

<https://doi.org/10.17219/dmp/146771>.

12. Makeeva I.M., Volkov A.G., Arakelian M.G., Makarenko N.V. Factors aggravating symptoms of xerostomia. *Stomatology*. 2017;96(1):25-27 (In Russ.).

<https://doi.org/10.17116/stomat201796125-27>

13. Orlova S.E., Ivanova V.A., Degtev I.A., Arykova L.K., Borisov V.V., Yershov K.A. Sialometry as a method for diagnosing xerostomia and evaluating secretory function (review article). *Journal of New Medical Technologies*. 2021;15(4):52-57 (In Russ.).

<https://doi.org/10.24412/2075-4094-2021-4-1-9>

14. Babayiğit O, Ögütçen Ö, Özkan Şen D, Taştan Eroğlu Z, Uçan Yarkaç F. The relationship between xerostomia and periodontal status in patients with cardiovascular diseases and type 2 diabetes. *Int Dent Res*. 2024; 14(S1):21-27.

<https://doi.org/10.5577/indentres.556>

15. Sabirova A.I., Karshina O.O., Sabirov I.S. Cardiovascular profile and the state of periodontal tissues. *Meditinskiy sovet = Medical Council*. 2024;(16):317-324 (In Russ.).

<https://doi.org/10.21518/ms2024-369>

16. Makhovaya E.S., Ilyicheva V.M., Suleymanova M.F., Miklyaev S.V. Oral health status in individuals with poly-tobacco use. *Parodontologiya*. 2025;30(3):311-320 (In Russ.).

[doi.org/10.33925/1683-3759-2025-104059-2025-1040](https://doi.org/10.33925/1683-3759-2025-104059-2025-1040)

## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

**Блашкова Светлана Львовна**, доктор медицинских наук, профессор, заведующая кафедрой терапевтической стоматологии Казанского государственного медицинского университета, Казань, Российская Федерация

Для переписки: [svetlana.blashkova@kazangmu.ru](mailto:svetlana.blashkova@kazangmu.ru)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3233-2926>

**Крикун Елена Валерьевна**, кандидат медицинских наук, доцент кафедры терапевтической стоматологии Казанского государственного медицинского университета

Для переписки: [elena.krikun@mail.kazangmu.ru](mailto:elena.krikun@mail.kazangmu.ru)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5188-557X>

**Автор, ответственный за связь с редакцией:**

**Фазылова Юлия Вильдановна**, кандидат медицинских наук, доцент кафедры терапевтической стоматологии Казанского государственного меди-

цинского университета, врач-стоматолог ООО «Стоматологическая поликлиника №9», Казань, Российская Федерация

Для переписки: [fazylovayulia@mail.ru](mailto:fazylovayulia@mail.ru)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7338-6587>

**Блашкова Юлия Валерьевна**, аспирант кафедры терапевтической стоматологии и пародонтологии Российского университета медицины, Москва, Российская Федерация

Для переписки: [blashkova.j@gmail.com](mailto:blashkova.j@gmail.com)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0206-002>

## INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

**Svetlana L. Blashkova**, DMD, PhD, DSc, Professor, Head of the Department of Operative Dentistry, Kazan State Medical University, Kazan, Russian Federation

For correspondence: svetlana.blashkova@kazangmu.ru  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3233-2926>

**Elena V. Krikun**, DMD, PhD, Associate Professor, Department of the Operative Dentistry, Kazan State Medical University, Kazan, Russian Federation

For correspondence: elena.krikun@mail.kazangmu.ru  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5188-557X>

**Corresponding author:**

**Yulia V. Fazylova**, DMD, PhD, Associate Professor, Department of Operative Dentistry, Kazan State Medi-

cal University, dentist, Dental polyclinic 9 LLC, Kazan, Russian Federation

For correspondence: fazylovayulia@mail.ru  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7338-6587>

**Yulia V. Blashkova**, DMD, PhD student, Department of the Restorative Dentistry and Periodontology, Russian University of Medicine, Moscow, Russian Federation

For correspondence: blashkova.j@gmail.com  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0206-002>

*Поступила / Article received 04.03.2026*

*Поступила после рецензирования / Revised 25.03.2026*

*Принята к публикации / Accepted 26.03.2026*

**Вклад авторов в работу.** Все авторы подтверждают соответствие своего авторства международным критериям ICMJE, а также согласны принять на себя ответственность за все аспекты работы: Блашкова С. Л. – административное руководство исследовательским проектом, научное руководство, написание рукописи – рецензирование и редактирование; Крикун Е. В. – разработка концепции, курирование данных, формальный анализ, проведение исследования, разработка методологии, проведение исследования, предоставление ресурсов, разработка программного обеспечения, валидация результатов, визуализация, написание черновика рукописи; Фазылова Ю. В. – разработка концепции, формальный анализ, проведение исследования, разработка методологии, проведение исследования, предоставление

ресурсов, разработка программного обеспечения, валидация результатов, визуализация, написание черновика рукописи; Блашкова Ю. В. – визуализация, написание черновика рукописи.

**Authors' contribution.** All authors confirm that their contributions comply with the international ICMJE criteria and agree to take responsibility for all aspects of the work. S. L. Blashkova – project administration, supervision, writing – review and editing; E. V. Krikun – conceptualization, data curation, formal analysis, investigation, methodology, resources, software, validation, visualization, writing – original draft preparation; Yu. V. Fazylova conceptualization, data curation, formal analysis, investigation, methodology, resources, software, validation, visualization, writing – original draft preparation; Yu. V. Blashkova – visualization, writing – original draft preparation.



НАЦИОНАЛЬНАЯ ШКОЛА **ПАРОДОНТОЛОГИИ** РПА

РЕГИСТРИРУЙТЕСЬ ПО ССЫЛКЕ

<https://perio-school.ru/>

Национальная Школа Пародонтологии ПА «РПА»

[www.rsparo.ru](http://www.rsparo.ru)

**Уникальная программа**

Специализированная программа на основе международных стандартов подготовки специалистов в области стоматологии

**Опыт экспертов**

Практические рекомендации и уникальный опыт экспертов по ведению пациентов с патологией пародонта

**Более 500 участников**

Отличный повод познакомиться со своими коллегами



# Оценка состояния тканей пародонта у детей, находящихся в процессе ортодонтического лечения

А.К. Коледаева\*, С.Н. Громова, Е.П. Колеватых, Т.Н. Кайсина,  
Т.А. Дрокина, М.В. Рогозина, А.С. Тарабукина

Кировский государственный медицинский университет, Киров, Российская Федерация

## АННОТАЦИЯ

**Актуальность.** В современном мире существует высокая потребность в ортодонтическом лечении, особенно актуальном в период пиков роста ребенка. Однако оно зачастую сопряжено с проблемой плохой гигиены полости рта и воспаления тканей пародонта. В результате чрезмерного образования налета на ортодонтических конструкциях возрастает число пародонтопатогенных микроорганизмов и возникает порочный круг воспалительной реакции. **Материалы и методы.** Обследовано 30 детей, находящихся в процессе ортодонтического лечения, которые были разделены по возрастам: 6-12, 12-14 и 17-18 лет. Исследование было проведено путем определения индексов гигиены и состояния тканей пародонта, а также оценки микробиологического состава ротовой жидкости в результате ПЦР-исследования. **Результаты.** В результате исследования было выявлено превалирование «красного комплекса» пародонтопатогенных микроорганизмов и высокая степень воспаления тканей пародонта у детей в возрасте 6-12 лет ( $p < 0,05$ ). У подростков 12-14 лет снижается патогенность микроорганизмов, однако, согласно индексной оценке, присутствует средняя степень воспаления тканей пародонта и нуждаемость в профессиональной гигиене полости рта, в то время как пациенты 17-18 лет имеют наилучшие показатели состояния тканей пародонта ( $p < 0,05$ ). **Заключение.** Ортодонтическое лечение у детей сопровождается воспалением тканей пародонта и чрезмерным накоплением налета, а также большим количеством пародонтопатогенных микроорганизмов в ротовой жидкости и грибов рода *Candida*. С возрастом состояние тканей пародонта улучшается, снижаются проявления «ювенильного» гингивита.

**Ключевые слова:** ортодонтическое лечение, состояние тканей пародонта, пародонтопатогенные микроорганизмы  
**Для цитирования:** Коледаева АК, Громова СН, Колеватых ЕП, Кайсина ТН, Дрокина ТА, Рогозина МВ, Тарабукина АС. Оценка состояния тканей пародонта у детей, находящихся в процессе ортодонтического лечения. *Пародонтология*. 2026;31(1):93-98. <https://doi.org/10.33925/1683-3759-2026-1195>

\***Автор, ответственный за связь с редакцией:** Коледаева Анна Константиновна, кафедра стоматологии Кировского государственного медицинского университета, 610027, ул. Владимирская, д. 112, г. Киров, Российская Федерация. Для переписки: [aniuiri@gmail.com](mailto:aniuiri@gmail.com)

**Конфликт интересов:** Авторы декларируют отсутствие конфликта интересов.

**Благодарности:** Авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования при проведении исследования. Индивидуальные благодарности для декларирования отсутствуют.

## Periodontal tissue status in children undergoing orthodontic treatment

A.K. Koledaeva\*, S.N. Gromova, E.P. Kolevatykh, T.N. Kaysina,  
T.A. Drokina, M.V. Rogozina, A.S. Tarabukina

Kirov State Medical University, Kirov, Russian Federation

## ABSTRACT

**Relevance.** Orthodontic treatment is in high demand in contemporary clinical practice, particularly during periods of active growth in children. However, it is often complicated by inadequate oral hygiene and inflammation of the periodontal tissues. Excessive plaque accumulation on orthodontic appliances promotes colonization by periodontal pathogens, thereby sustaining the inflammatory response. **Materials and methods.** Thirty children undergoing orthodontic treatment were examined and stratified into the following age groups: 6–12, 12–14, and 17–18 years. Oral hygiene indices and periodontal tissue status were assessed, and the microbiological composition of oral fluid was evaluated by polymerase chain reaction (PCR). **Results.** Children aged 6–12 years showed a significantly higher prevalence of red complex periodontal pathogens and a significantly greater degree of periodontal inflammation than

the older age groups ( $p < 0.05$ ). In adolescents aged 12–14 years, microbial pathogenicity was lower; however, index-based assessment indicated a moderate degree of periodontal inflammation and a need for professional oral hygiene measures. Patients aged 17–18 years demonstrated significantly more favorable periodontal tissue parameters than the younger age groups ( $p < 0.05$ ). **Conclusion.** Orthodontic treatment in children is associated with periodontal inflammation, excessive plaque accumulation, and elevated levels of periodontal pathogens and *Candida spp.* in oral fluid. Periodontal tissue status improves with age, and the signs of gingival inflammation become less pronounced.

**Keywords:** orthodontic treatment, periodontal status, periodontal pathogens, oral hygiene, children

**For citation:** Koledaeva A.K., Gromova S.N., Kolevatykh E.P., Kaysina T.N., Drokina T.A., Rogozina M.V., Tarabukina A.S. Periodontal tissue status in children undergoing orthodontic treatment. *Parodontologiya*. 2026;31(1): 93–98. (In Russ.). <https://doi.org/10.33925/1683-3759-2026-1195>

\***Corresponding author:** Anna K. Koledaeva, Department of the Dentistry, Kirov State Medical University, 112 Vladimirskaia Str., Kirov, Russian Federation, 610027. For correspondence: [aniuiri@gmail.com](mailto:aniuiri@gmail.com)

**Conflict of interests:** The authors declare no conflict of interests.

**Acknowledgments:** The authors declare that there was no external funding for the study. There are no individual acknowledgments to declare.

## ВВЕДЕНИЕ

По результатам исследований в различных регионах России количество пациентов с зубочелюстными аномалиями (ЗЧА) составляет от 42 до 70%. За последние несколько лет распространенность ЗЧА увеличилась примерно на четверть, а вместе с этим и возросла потребность в ортодонтической помощи [1]. Ортодонтическое лечение с использованием несъемных аппаратов является одним из наиболее распространенных методов коррекции зубочелюстных аномалий в современной стоматологии. Однако применение ортодонтических конструкций существенно влияет на состояние полости рта и микробиологический статус пациента.

Высокая распространенность заболеваний пародонта во всех возрастных группах детей, которая составляет в среднем 80–88%, делает проблему профилактики заболеваний пародонта при ортодонтическом лечении крайне актуальной. Согласно данным эпидемиологических стоматологических осмотров, в городе Кирове в 2019 и 2022 годах среди детей в возрасте 12 и 15 лет было выявлено увеличение количества обследованных с патологией тканей пародонта. В группе 12-летних у большинства детей не было обнаружено поражений тканей пародонта. В это время в группе 15-летних чаще обнаруживается кровоточивость при зондировании и наличие зубного камня. Данные показатели в среднем выше, чем по России, и свидетельствуют об отсутствии регулярной гигиены полости рта [2, 3]. Воспалительные заболевания пародонта у подростков встречаются в 84% случаев. Преобладающей формой поражения пародонта является хронический генерализованный катаральный гингивит, который встречается в 30–87% случаев. В подростковом возрасте частота хронического катарального гингивита уменьшается, но значительно, от 2% до 6%, возрастает количество деструктивных форм [4].

Гормональные изменения у подростков с началом полового созревания сопровождаются развитием «ювенильного гингивита», который дополнительно усугубляет ситуацию. В сочетании с ортодонтическим

лечением это создает повышенный риск развития воспалительных процессов в тканях пародонта [5].

Особую значимость проблема приобретает в связи с тем, что в полости рта человека обитает более 700 видов микроорганизмов, многие из которых условно-патогенные и патогенные [6]. Установка ортодонтических аппаратов создает оптимальные условия для размножения микроорганизмов и формирования биопленок. Конструктивные элементы аппаратов – брекететы, пружины, дуги, кламмеры – служат ретенционными пунктами для скопления мягкого зубного налета, препятствуют процессу самоочищения, затрудняют гигиенический уход и способствуют нарушению динамического равновесия и обменных процессов в полости рта. Наиболее значимые изменения микрофлоры полости рта наблюдаются к четвертой неделе лечения [7]. При этом повышается риск возникновения воспалительных заболеваний в тканях пародонта. Низкая гигиеническая культура и недостаточная мотивация по уходу за лечебной аппаратурой дополнительно осложняют стоматологическую ситуацию у подростков [8].

Кроме внешних факторов воспалительный процесс в пародонте зависит от патогенеза биомеханического перемещения зубов. «Легкие» ортодонтические силы обеспечивают своевременную перестройку тканей и снижают действие медиаторов воспаления (интерлейкин-1 $\beta$ , интерлейкин-6 и фактор некроза опухоли-альфа). «Ортопедические» силы при ортодонтическом лечении приводят к подрывной резорбции и воспалению тканей пародонта. С целью устранения эффекта гиалинизации в настоящее время часто используют пассивные самолигирующие брекететы со сверхэластичными дугами и элайнеры, представляющие собой более физиологичное механическое воздействие на зубы [9].

Таким образом, особую значимость приобретает проблема оценки состояния тканей пародонта у ортодонтических пациентов детского возраста, так как своевременное выявление патологических изменений позволяет предотвратить развитие серьезных осложнений и сохранить здоровье зубочелюстной системы.

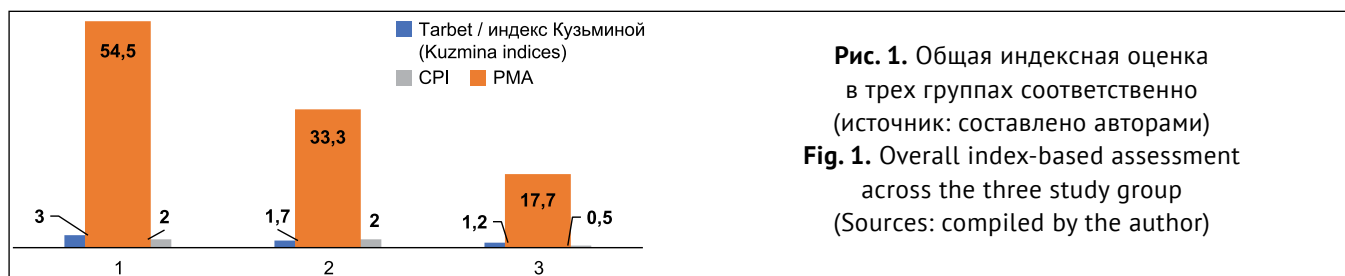
**Цель исследования:** оценить состояние тканей пародонта у детей, находящихся в процессе ортодонтического лечения.

**МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ**

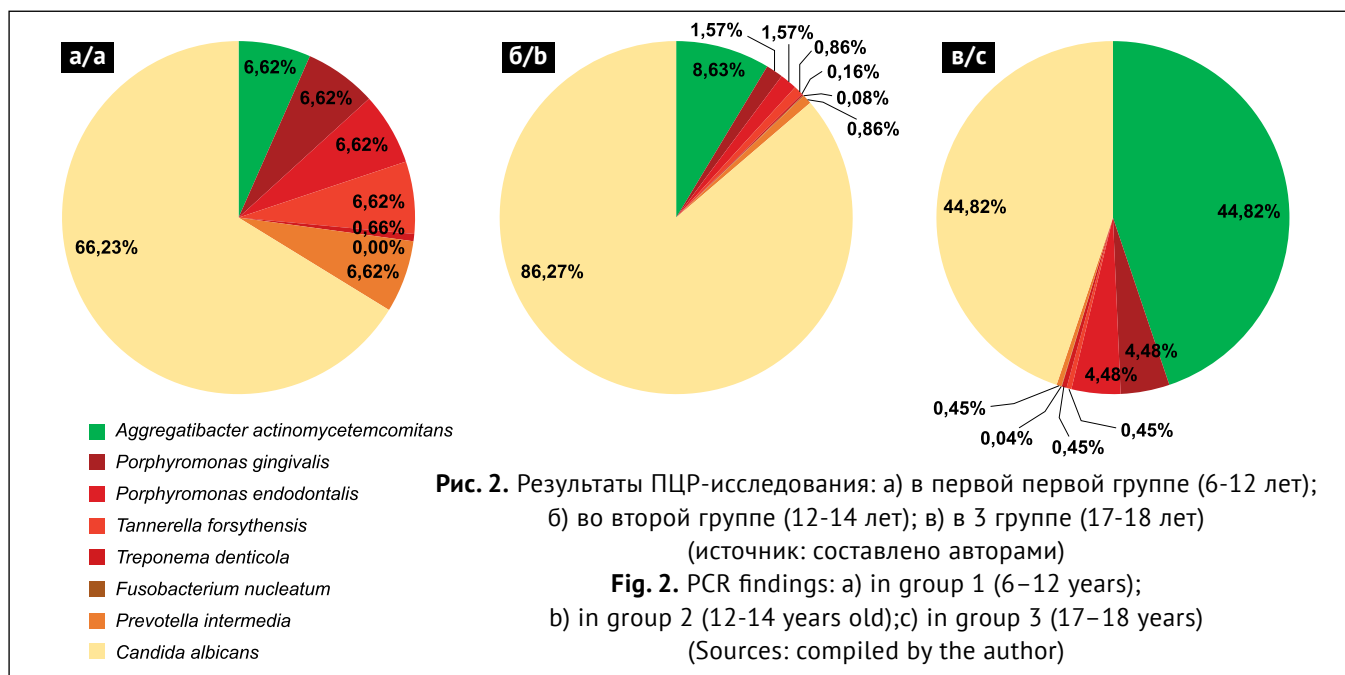
Было проведено обследование 30 детей, находящихся на ортодонтическом лечении. Пациенты были разделены на три равные группы по возрастным категориям: 6-12 лет, 12-14 лет и 17-18 лет. В первой группе детям были установлены несъемные ортодонтические аппараты, во второй и третьей группах обследуемые проходили лечение на брекет-системе. Исследование проводилось пациентам, находившимся в процессе ортодонтического лечения не менее двух месяцев.

При стоматологическом обследовании использован модифицированный комплексный индекс (МКИ) (Кузьмина Э. М. с соавт., 2005). Он позволяет сочетано оценить уровень гигиены и состояние тканей пародонта у пациентов с несъемной ортодонтической аппаратурой. Для первой группы использовали дополнительно индекс гигиены протезов Jeganathan S., Thean K. T., Thong K. T., модифицированный индекс Tarbet, 1982. Также состояние тканей пародонта оценивали индексами РМА по Парма (1960) и CPI. Микробиологическое обследование было осуществлено методом ПЦР с целью выявления парадонто-

патогенных микроорганизмов (*Aggregatibacter actinomycetemcomitans*, *Porphyromonas gingivalis*, *Prevotella intermedia*, *Treponema denticola*, *Tannerella forsythensis*, *Porphyromonas endodontalis*, *Fusobacterium nucleatum*) в ротовой жидкости пациентов (количественный показатель, количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных бактерий в 1 мл (КОЕ/мл)). Качественный состав микроорганизмов был разделен на микробные ассоциации по методу З. С. Сокрански (англ. S. S. Socransky) [10]. Статистический анализ данных включал описание учетных признаков, оценку статистической значимости изучаемых в нескольких группах и факторный анализ. Оценка нормальности распределения изучаемых количественных данных выполнена с помощью критерия Колмогорова – Смирнова и показала, что распределение изучаемых количественных признаков близко к нормальному ( $p > 0,05$ ), что позволило использовать для описания количественных данных параметры нормального распределения – среднюю арифметическую (M) и стандартное отклонение средней ( $\pm\sigma$ ). Оценка статистической значимости изменений количественных данных в трех группах выполнена с помощью однофакторного дисперсионного анализа (ANOVA). В качестве критического уровня статистической значимости различия (p) выбрано  $p < 0,05$ . Статистическая обработка выполнена с помощью программных пакетов Microsoft Excel и Statistica 10.0.



**Рис. 1.** Общая индексная оценка в трех группах соответственно (источник: составлено авторами)  
**Fig. 1.** Overall index-based assessment across the three study group (Sources: compiled by the author)



**Рис. 2.** Результаты ПЦР-исследования: а) в первой первой группе (6-12 лет); б) во второй группе (12-14 лет); в) в 3 группе (17-18 лет) (источник: составлено авторами)  
**Fig. 2.** PCR findings: a) in group 1 (6–12 years); b) in group 2 (12-14 years old); c) in group 3 (17–18 years) (Sources: compiled by the author)

## РЕЗУЛЬТАТЫ

В первой группе (6–12 лет) индекс Tarbet, характеризующий уровень гигиены ортодонтического аппарата, был равен  $3,00 \pm 0,96$  баллам, что свидетельствует о наличии обильного налета на поверхности аппарата. Во второй и третьей группах модифицированный индекс Кузьминой был, соответственно, равен  $1,7 \pm 0,5$  (плохой уровень гигиены и состояние тканей пародонта) и  $1,2 \pm 0,7$  (удовлетворительный уровень гигиены) баллам ( $p = 0,0421$ ). Индекс РМА в первой группе составил  $54,5 \pm 18,3\%$  (средняя степень воспаления тканей пародонта), во второй группе –  $33,3 \pm 12,9\%$  (средняя степень воспаления), а в третьей –  $17,7 \pm 13,6\%$  (легкая степень воспаления) ( $p = 0,0385$ ). Значение индекса СРІ в трех группах, соответственно, был равен кодам  $2,00 \pm 0,72$ ,  $2,00 \pm 0,39$  и  $0,5 \pm 0,8$  ( $p = 0,029$ ). В первых двух группах у пациентов было обнаружено наличие зубного камня, в третьей группе у некоторых детей 17–18 лет определяется кровоточивость при зондировании. Общая индексная оценка тканей пародонта свидетельствует о легкой степени воспаления десны у подростков в возрасте 17–18 лет и высоком уровне воспаления пародонта пациентов от 6 до 14 лет (рис. 1).

По результатам ПЦР следует отметить, что содержание микроорганизмов в трех группах соответственно составило: *Aggregatibacter actinomycetemcomitans* [ $1,00 \times 10^1 \pm 4,61 \times 10^1$ ,  $5,50 \times 10^1 \pm 1,71 \times 10^2$  и  $1,00 \times 10^3 \pm 4,27 \times 10^2$ ] КОЕ/мл ( $p = 0,047$ ), *Porphyromonas gingivalis* [ $1,00 \times 10^1 \pm 3,10 \times 10^2$ ,  $1,00 \times 10^1 \pm 1,73 \times 10^2$  и  $1,00 \times 10^2 \pm 1,61 \times 10^3$ ] КОЕ/мл ( $p = 0,048$ ), *Porphyromonas endodontalis* [ $1,00 \times 10^1 \pm 3,18 \times 10^2$ ,  $1,00 \times 10^1 \pm 3,84 \times 10^1$  и  $1,00 \times 10^2 \pm 1,54 \times 10^2$ ] КОЕ/мл ( $p = 0,047$ ), *Prevotella intermedia* [ $1,00 \times 10^1 \pm 4,56 \times 10^0$ ,  $5,50 \times 10^0 \pm 4,80 \times 10^0$  и  $1,00 \times 10^1 \pm 4,61 \times 10^1$ ] КОЕ/мл ( $p = 0,034$ ), *Tannerella forsythia* [ $1,00 \times 10^1 \pm 3,03 \times 10^1$ ,  $5,50 \times 10^0 \pm 1,71 \times 10^1$  и  $1,00 \times 10^1 \pm 4,54 \times 10^1$ ] КОЕ/мл ( $p = 0,028$ ), *Treponema denticola* [ $1,00 \times 10^0 \pm 4,48 \times 10^0$ ,  $1,00 \times 10^0 \pm 4,02 \times 10^0$  и  $1,00 \times 10^1 \pm 3,75 \times 10^1$ ] КОЕ/мл ( $p = 0,039$ ), *Fusobacterium nucleatum* [ $0,00 \times 10^0 \pm 3,12 \times 10^0$ ,  $5,00 \times 10^1 \pm 1,79 \times 10^1$  и  $1,00 \times 10^0 \pm 1,59 \times 10^1$ ] КОЕ/мл ( $p = 0,035$ ). У детей в возрасте 6–12 лет превалирует «красный комплекс»

(*Porphyromonas gingivalis*, *Treponema denticola*, *Tannerella forsythia*), который обладает наивысшей патогенностью (рис. 2а).

Во второй группе *Aggregatibacter actinomycetemcomitans* примерно в 2 раза превышает число пародонтопатогенов, входящих в красный и оранжевый комплексы (рис. 2б). В возрасте 17–18 лет основной процент пародонтопатогенных микроорганизмов приходится на «зеленый комплекс» (*Aggregatibacter actinomycetemcomitans*) и превышает число остальных микроорганизмов в 5 раз (рис. 2в). Также отмечается повышение уровня вегетации *Candida albicans* [ $1,00 \times 10^2 \pm 3,11 \times 10^3$ ,  $5,50 \times 10^2 \pm 4,68 \times 10^2$  и  $1,00 \times 10^3 \pm 2,77 \times 10^3$ ] КОЕ/мл ( $p = 0,041$ ) с возрастом пациентов.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

У пациентов в возрасте 6–12 лет с несъемными ортодонтическими аппаратами выявлено большое количество налета, что вызывает воспаление десны средней степени тяжести и объясняется конструкцией аппарата, труднодоступной для качественного очищения, и низкими мануальными навыками у детей. Сравнение двух групп, проходящих лечение на брекет-системе, показало среднюю степень воспаления тканей пародонта и необходимость в профессиональной гигиене полости рта у пациентов в периоды пика роста (12–14 лет) в результате наличия факторов, способствующих накоплению налета (брекеты), и гормональной перестройки организма, сопровождающейся «ювенильным» гингивитом. Пациенты в возрасте 17–18 лет меньше подвержены изменениям со стороны тканей пародонта. Микробиологическая оценка содержимого рта показала наличие большого количества агрессивных пародонтопатогенных микроорганизмов в раннем возрасте. С возрастом превалируют микроорганизмы с наименьшей патогенностью. Несмотря на это возрастает число грибов рода *Candida*. Таким образом, можно сделать вывод, что в любом периоде детского возраста в процессе ортодонтического лечения определяется большое количество пародонтопатогенных микроорганизмов, а более ранний возраст, пики роста и недостаточная гигиена полости рта усугубляют явления гингивита.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Громова СН, Медведева М., Кайсина ТН, Громова ОА, Кренева ВА, Рябова ОШ, и др. Эпидемиологический статус детей города Кирова в 2022 году по критериям ВОЗ (2013). *Вятский медицинский вестник*. 2023;4(80):69–73.

<https://doi.org/10.24412/2220-7880-2023-4-69-73>

2. Петерсен ПЭ, Кузьмина ЭМ. Распространенность стоматологических заболеваний. факторы риска и здоровье полости рта. *Основные проблемы общественного здравоохранения*. Dental forum. 2017;(1):2–11. Режим доступа:

<https://elibrary.ru/item.asp?id=29823998>

3. Гажва СИ, Краснокутская НС, Касумов РС. Эпидемиологические аспекты и клинические результаты ортодонтического лечения детей от 7 до 12 лет. *Медико-фармацевтический журнал «Пульс»*. 2021;23(3):66–73.

<http://dx.doi.org/10.26787/nydha-2686-6838-2021-23-3-66-73>

4. Модина ТН, Мамаева ЕВ, Лопаткина ОИ. Патология тканей пародонта и функциональное состояние организма у подростков. *Стоматология детского возраста и профилактика*. 2006;5(1-2):78–84. Режим доступа:

[https://elibrary.ru/download/elibrary\\_9286853\\_79070718.pdf](https://elibrary.ru/download/elibrary_9286853_79070718.pdf)

5. Горобец СМ, Сысоев СН, Горобец ОВ Состояние тканей пародонта у детей, находящихся на ортодонтическом лечении. *Стоматология*. 2015;94(6):55-55. Режим доступа: <https://www.mediasphera.ru/issues/stomatologiya/2015/6/downloads/ru/000039-173520150615>

6. Коледаева ЕВ, Козвонин ВА, Коледаева АК, Жукова ЕД. Влияние антиоксидантной активности и кислотности ротовой жидкости на вегетацию бактерий *Aggregatibacter actinomycetemcomitans*. *Вятский медицинский вестник*. 2021;1(69):73-76.

<https://doi.org/10.24411/2220-7880-2021-10156>

7. Улитовский СБ, Алексеева ЕС, Леонтьев АА, Шевцов АВ. Оценка влияния индексных показателей и гигиенических знаний на стоматологический статус подростков в период ортодонтического лечения брекет-системами. *Стоматология детского возраста*

*та и профилактика*. 2020;20(2):143-149.

<https://doi.org/10.33925/1683-3031-2020-20-2-143-149>

8. Кيون ИД. Оценка состояния тканей пародонта у ортодонтических пациентов, проходивших лечение брекет-системой, с помощью пародонтологических индексов. *Молодой ученый*. 2021;25(367):45-49. Режим доступа: <https://moluch.ru/archive/367/82474>

9. Inchingolo F, Inchingolo AM, Latini G, Ferrante L, Trilli I, Del Vecchio G, et al. Oxidative Stress and Natural Products in Orthodontic Treatment: A Systematic Review. *Nutrients*. 2023;16(1):113.

<http://dx.doi.org/10.3390/nu16010113>

10. Socransky SS. Criteria for the infectious agents in dental caries and periodontal disease. *Journal of Clinical Periodontology*. 1979;6(7):16-21.

<https://doi.org/10.1111/j.1600-051x.1979.tb02114.x>

## REFERENCES

1. Gromova S.N., Medvedeva M.S., Kaysina T.N., Gromova O.A., Kreneva V.A., Ryabova O.Sh., et al. Epidemiological status of children in Kirov in 2022 according to WHO criteria (2013). *Medical newsletter of Vyatka*. 2023;4(80):69-73 (In Russ.).

<https://doi.org/10.24412/2220-7880-2023-4-69-73>

2. Petersen P.E., Kuzmina E.M. The burden of oral disease and risks to oral health – major challenges in public health. *Dental forum*. 2017;(1):2-11 (In Russ.). Available from:

<https://elibrary.ru/item.asp?id=29823998>

3. Gazhva S.I., Krasnokutskaya N.S., Kasumov R.S. Epidemiological aspects and clinical results of orthodontic treatment of children from 7 to 12 years old. *Medical & pharmaceutical journal "Pulse"*. 2021;23(3):66-73 (In Russ.).

<http://dx.doi.org/10.26787/nydha-2686-6838-2021-23-3-66-73>

4. Modina T.N., Mamaeva E.V., Lopatkina O.I. Periodontal pathology and functional condition of teenagers body. *Pediatric dentistry and dental prophylaxis*. 2006;5(1-2):78-84 (In Russ.). Available from:

[https://elibrary.ru/download/elibrary\\_9286853\\_79070718.pdf](https://elibrary.ru/download/elibrary_9286853_79070718.pdf)

5. Gorobets S.M., Sysoev S.N., Gorobets O.V. Condition of periodontal tissues in children undergoing orthodontic treatment. *Stomatology*. 2015;94(6):55-55 (In Russ.). Available from:

<https://www.mediasphera.ru/issues/stomatologiya/2015/6/downloads/ru/000039-173520150615>

6. Koledaeva E.V., Kozvoinin V.A., Koledaeva A.K., Zhukova E.D. Influence of antioxidant activity and oral fluid acidity on the vegetation of *Aggregatibacter actinomycetemcomitans*. *Medical newsletter of Vyatka*. 2021;1(69):73-76 (In Russ.).

<http://dx.doi.org/10.24411/2220-7880-2021-10156>

7. Ulitovsky S.B., Alekseeva E.S., Leontyev A.A., Shevtsov A.V. Factors affecting dental status of adolescents undergoing orthodontic treatment with bracket systems. *Pediatric dentistry and dental prophylaxis*. 2020;20(2):143-149 (In Russ.).

<https://doi.org/10.33925/1683-3031-2020-20-2-143-149>

8. Kiyun ID. Assessment of periodontal tissue condition in orthodontic patients undergoing treatment with braces using periodontal indices. *Molodoj uchenyj*. 2021;25(367):45-49 (In Russ.). Available from:

<https://moluch.ru/archive/367/82474>

9. Inchingolo F, Inchingolo AM, Latini G, Ferrante L, Trilli I, Del Vecchio G, et al. Oxidative Stress and Natural Products in Orthodontic Treatment: A Systematic Review. *Nutrients*. 2023;16(1):113.

<http://dx.doi.org/10.3390/nu16010113>

10. Socransky SS. Criteria for the infectious agents in dental caries and periodontal disease. *Journal of Clinical Periodontology*. 1979;6(7):16-21.

<https://doi.org/10.1111/j.1600-051x.1979.tb02114.x>

## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

**Автор, ответственный за связь с редакцией:**

**Коледаева Анна Константиновна**, аспирант, ассистент кафедры стоматологии Кировского государственного медицинского университета, Киров, Российская Федерация

Для переписки: [aniuiri@gmail.com](mailto:aniuiri@gmail.com)

ORCID <https://orcid.org/0000-0001-8658-2387>

**Громова Светлана Николаевна**, кандидат медицинских наук, доцент, заведующая кафедрой стоматологии Кировского государственного медицинского университета, Киров, Российская Федерация

Для переписки: [gromovasn@yandex.ru](mailto:gromovasn@yandex.ru)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-8709-131X>

**Колеватых Екатерина Петровна**, кандидат медицинских наук, доцент, заведующий кафедрой микробиологии и вирусологии Кировского государственного медицинского университета, Киров, Российская Федерация

Для переписки: hibica@mail.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6147-3555>

**Кайсина Татьяна Николаевна**, кандидат медицинских наук, доцент кафедры стоматологии Кировского государственного медицинского университета, Киров, Российская Федерация

Для переписки: kardynova@bk.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1104-7782>

**Дрокина Тамара Александровна**, кандидат медицинских наук, доцент кафедры стоматологии Ки-

ровского государственного медицинского университета, Киров, Российская Федерация

Для переписки: 05625@mail.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3200-3110>

**Рогозина Мария Витальевна**, студент 5 курса Кировского государственного медицинского университета, Киров, Российская Федерация

Для переписки: Stesha-pesnya@yandex.ru

ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-0824-5168>

**Тарабукина Арина Сергеевна**, студент 5 курса Кировского государственного медицинского университета, Киров, Российская Федерация

Для переписки: tarabukina.arina.01@mail.ru

ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-9861-5405>

## INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

### Corresponding author:

**Anna K. Koledaeva**, DMD, PhD student, Assistant Professor, Department of the Dentistry, Kirov State Medical University, Kirov, Russian Federation

For correspondence: aniuiri@gmail.com

ORCID <https://orcid.org/0000-0001-8658-2387>

**Svetlana N. Gromova**, DMD, PhD, Associate Professor, Dean of the School of Dentistry, Head of the Department of Dentistry, Kirov, Russian Federation

For correspondence: gromovasn@yandex.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-8709-131X>

**Ekaterina P. Kolevatykh**, MD, PhD, Docent, Head of the Department of Microbiology and Virology, Kirov State Medical University, Kirov, Russian Federation

For correspondence: hibica@mail.ru

ORCID <https://orcid.org/0000-0001-6147-3555>

**Tatyana N. Kaysina**, DMD, PhD, Associate Professor, Department of the Dentistry, MD, Kirov State Medical University, Kirov, Russian Federation

For correspondence: kardynova@bk.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1104-7782>

**Вклад авторов в работу.** Все авторы подтверждают соответствие своего авторства международным критериям ICMJE, а также согласны принять на себя ответственность за все аспекты работы: Коледаева А. К. – формальный анализ, проведение исследования, визуализация, написание черновика рукописи; Громова С. Н. – научное руководство, валидация результатов, написание рукописи – рецензирование и редактирование; Колеватых Е. П. – предоставление ресурсов, рецензирование и редактирование; Кайсина Т. Н. – разработка концепции, курирование данных рецензирование и редактирование; Дрокина Т. А. – административное руководство исследовательским проектом, рецензирование и редактирование; Рогозина М. В. – визуализация, написание черновика рукописи; Тарабукина А. С. – визуализация, написание черновика рукописи.

**Tamara A. Drokina**, DMD, PhD, Associate Professor, Department of the Dentistry, Kirov State Medical University, Kirov, Russian Federation

For correspondence: 05625@mail.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3200-3110>

**Maria V. Rogozina**, 5<sup>th</sup>-year student, Kirov State Medical University, Kirov, Russian Federation

For correspondence: Stesha-pesnya@yandex.ru

ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-0824-5168>

**Arina S. Tarabukina**, 5<sup>th</sup>-year student, Kirov State Medical University, Kirov, Russian Federation

For correspondence: tarabukina.arina.01@mail.ru

ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-9861-5405>

*Поступила / Article received 10.02.2026*

*Поступила после рецензирования / Revised 10.03.2026*

*Принята к публикации / Accepted 23.03.2026*

**Authors' contribution.** All authors confirm that their contributions comply with the international ICMJE criteria and agree to take responsibility for all aspects of the work: A. K. Koledaeva – formal analysis, investigation, visualization, writing – original draft preparation; S. N. Gromova – supervision, validation, writing – review and editing; E. P. Kolevatykh – resources, writing – review and editing; T. N. Kaysina – conceptualization, data curation, writing – review and editing; T. A. Drokina – project administration, writing – review and editing; M. V. Rogozina – visualization, writing – original draft preparation; A. S. Tarabukina – visualization, writing – original draft preparation.



# Анализ гигиенического статуса полости рта студентов медицинского вуза в зеркале современной парадигмы образования

Е.М. Размахнина, Н.С. Чурсин\*, А.И. Пелёвина, К.О. Стукова

Кемеровский государственный медицинский университет, г. Кемерово, Российская Федерация

## АННОТАЦИЯ

**Актуальность.** Стоматологические заболевания - самые распространенные в мире, затрагивают более 3,7 миллиарда человек. Стоматологическое образование фокусируется на лечении, а не на профилактике, ограничивая способность будущих специалистов предотвращать заболевания у пациентов. Это подчеркивает необходимость дальнейших исследований, направленных на совершенствование превентивных подходов в стоматологическом образовании. Искусственный интеллект (ИИ), использованный в настоящей работе, интегрируется в образовательный процесс и позволяет студентам и специалистам легко отслеживать динамику гигиенического статуса полости рта. ИИ повышает объективность диагностики и стандартизирует оценку гигиенического состояния полости рта, что улучшает точность диагностики и оптимизирует подготовку специалистов. Цель: При применении системы искусственного интеллекта, предназначенной для оценки гигиенического состояния полости рта, проанализировать, как профессиональное стоматологическое образование влияет на уровень индивидуальной гигиены студентов стоматологического и педиатрического факультетов, а также разработать профилактические рекомендации для последующего внедрения в образовательные программы. **Материалы и методы.** Применялись фотопротокол и анализ зубного налета с помощью системы ИИ, предназначенной для оценки гигиенического состояния полости рта. ИИ по оценке гигиенического состояния полости рта анализирует и выявляет индексы гигиены ОНI-S, РНР, АРI и процент зубного налета. Стандартный фотопротокол и система ИИ позволили стандартизировать оценку и повысить объективность исследования. Проводилось анкетирование студентов для оценки их знаний и гигиенических привычек. **Результаты.** У студентов 5 курса стоматологического факультета (СФ) (n = 37) были следующие показатели: зубной налет (ПЗН) 13,45 ± 6,16%, ОНI-S 0,66 ± 0,42, РНР 1,37 ± 0,59, АРI 53,34 ± 18,99%. Студенты 1 курса СФ (n = 49) показали: ПЗН 17,46 ± 7,55%, ОНI-S 1,33 ± 0,54, РНР 1,74 ± 0,81, АРI 72,01 ± 1,00%. Студенты педиатрического факультета (n = 54) имели показатели: ПЗН 14,4 ± 1,46%, ОНI-S 0,77 ± 0,25, РНР 1,45 ± 0,42, АРI 56,35 ± 13,27%. Анкетирование выявило, что 80% студентов чистят зубы дважды в день. Студенты 5 курса чаще используют дополнительные средства гигиены (зубные нити, ирригаторы), чем студенты 1 курса. **Заключение.** Ни одна из групп не достигла оптимальных значений гигиенического индекса. Студенты 5 курса стоматологического факультета продемонстрировали уровень гигиенических показателей, сопоставимый с уровнем гигиенических показателей, характерных для студентов 1 курса стоматологического факультета и для студентов педиатрического факультета. Это может свидетельствовать о недостаточной сформированности у будущих стоматологов установки на личный профилактический пример, поскольку они не демонстрируют высоких стандартов гигиены на себе. Результаты подчеркивают важность пересмотра системы обучения и мотивации студентов к профилактике заболеваний.

**Ключевые слова:** студенты-стоматологи, стоматологическое образование, гигиена полости рта, искусственный интеллект, индекс зубного налета, стоматология профилактическая, здоровье, знание, отношение, практика

**Для цитирования:** Размахнина ЕМ, Чурсин НС, Пелёвина АИ, Стукова КО. Анализ гигиенического статуса полости рта студентов медицинского вуза в зеркале современной парадигмы образования. *Пародонтология*. 2026;31(1):99-110. <https://doi.org/10.33925/1683-3759-2026-1107>

\***Автор, ответственный за связь с редакцией:** Чурсин Никита Сергеевич, студент стоматологического факультета Кемеровского государственного медицинского университета, 650056, ул. Ворошилова, д. 22А, г. Кемерово, Российская Федерация. Для переписки: nic01092005@gmail.com

**Конфликт интересов:** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Благодарности:** Исследование выполнено при поддержке кафедры детской стоматологии ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный медицинский университет» Минздрава Российской Федерации. Выражаем благодарность ученому и преподавательскому составу кафедры детской стоматологии за организационную и методическую поддержку. Особую признательность выражаем студентам СФ 1 курса (поступление 2024 года) и 5 курса (поступление 2019 года), а также студентам педиатрического факультета (поступление 2021 года) за активное участие в исследовании.

**Декларация ИИ.** При подготовке рукописи авторы использовали технологии ИИ для обработки собственного оригинального текста.

# Oral hygiene status among medical students in the context of contemporary health professions education

E.M. Razmakhnina, N.S. Chursin\*, A.I. Pelyovina, K.O. Stukova

Kemerovo State Medical University, Kemerovo, Russian Federation

## ABSTRACT

**Relevance.** Oral diseases are the most common noncommunicable conditions worldwide, affecting more than 3.7 billion people. Dental training remains largely treatment-centered, with less emphasis on prevention, which may limit future clinicians' ability to promote disease prevention in routine practice. This highlights the need to strengthen prevention-oriented components in dental education. In the present study, artificial intelligence (AI) was integrated into the educational process as a tool for monitoring oral hygiene status over time. AI-assisted assessment can improve diagnostic consistency, reduce subjectivity, and support a more standardized evaluation of oral hygiene, thereby enhancing both assessment quality and clinical training. **Objective:** To use an AI-based oral hygiene assessment system to evaluate the relationship between dental education and personal oral hygiene among dental and pediatric students, and to develop preventive recommendations to be integrated into educational programs. **Materials and methods.** Oral hygiene status was assessed using a standardized photographic protocol and AI-assisted dental plaque analysis. The AI system was used to determine the Simplified Oral Hygiene Index (OHI-S), the Patient Hygiene Performance (PHP) index, the Approximal Plaque Index (API), and the percentage of plaque-covered tooth surfaces. AI improves diagnostic objectivity and standardizes the assessment of oral hygiene status, thereby increasing diagnostic accuracy and enhancing specialist training. Students also completed a questionnaire designed to evaluate their knowledge and oral hygiene practices. **Results.** In fifth-year dental students ( $n = 37$ ), the mean plaque level was  $13.45 \pm 6.16\%$ , the mean OHI-S score was  $0.66 \pm 0.42$ , the mean PHP score was  $1.37 \pm 0.59$ , and the mean API was  $53.34 \pm 18.99\%$ . In first-year dental students ( $n = 49$ ), the corresponding values were  $17.46 \pm 7.55\%$ ,  $1.33 \pm 0.54$ ,  $1.74 \pm 0.81$ , and  $72.01 \pm 1.00\%$ , respectively. In pediatric students ( $n = 54$ ), the mean plaque level was  $14.4 \pm 1.46\%$ , the mean OHI-S score was  $0.77 \pm 0.25$ , the mean PHP score was  $1.45 \pm 0.42$ , and the mean API was  $56.35 \pm 13.27\%$ . According to the questionnaire data, 80% of students brushed their teeth twice daily. Fifth-year students were more likely than first-year students to use additional oral hygiene aids such as dental floss and oral irrigators. **Conclusion.** None of the groups achieved optimal oral hygiene index values. Fifth-year dental students demonstrated oral hygiene levels broadly comparable to those observed in first-year dental students and students of the pediatric faculty. This may indicate insufficient commitment to disease prevention among future dentists, as they do not consistently model high standards of personal oral hygiene. The results point to the need to reconsider current educational approaches and to place greater emphasis on motivating students to adopt preventive behaviors in their own daily practice.

**Keywords:** dental students, dental education, oral hygiene, artificial intelligence, dental plaque, preventive dentistry, health, knowledge, attitudes, practices

**For citation:** Razmakhnina E. M., Chursin N. S., Pelyovina A. I., Stukova K. O. Oral hygiene status among medical students in the context of contemporary health professions education. *Parodontologiya*. 2026;31(1):99-110. (In Russ.). <https://doi.org/10.33925/1683-3759-2025-1107>

\***Corresponding author:** Nikita S. Chursin, Dental School, Kemerovo State Medical University, 22A Voroshilov Str., Kemerovo, Russian Federation, 650056. For correspondence: [nic01092005@gmail.com](mailto:nic01092005@gmail.com)

**Conflict of Interest:** The authors declare no conflict of interest.

**Acknowledgments:** This study was supported by the Department of Pediatric Dentistry, Kemerovo State Medical University, Ministry of Health of the Russian Federation. The authors thank the faculty of the Department of Pediatric Dentistry for their organizational and methodological support. The authors are also grateful to first-year dental students admitted in 2024, fifth-year dental students admitted in 2019, and pediatric students admitted in 2021 for their active participation in the study.

**AI Declaration:** During the preparation of this manuscript, the authors used an AI-assisted tool to improve the clarity and readability of the text.

## ВВЕДЕНИЕ

В современной медицине оценка гигиенического статуса полости рта актуальна из-за широкого распространения стоматологических заболеваний, затрагивающих более 3,7 миллиарда человек во всем мире (ВОЗ, 2025) [2]. В этой связи особый интерес представляет анализ влияния профессионального

образования на формирование гигиенических навыков, что нашло отражение в ряде отечественных и зарубежных исследований. В данной работе проведен сравнительный анализ состояния полости рта студентов стоматологического и педиатрического факультетов Кемеровского государственного медицинского университета (КемГМУ) с использованием системы искусственного интеллекта (ИИ), предназначенной

для оценки гигиенического состояния полости рта; данная система дает возможность автоматизировать и объективизировать диагностику и обеспечить стандартизацию при оценке показателей.

В зарубежной литературе исследование Yao K. (2019) и соавторов демонстрирует, что до 66,3% студентов стоматологических факультетов используют корректные методы чистки зубов, при этом лишь 23,8% студентов младших курсов стоматологических факультетов демонстрируют удовлетворительный уровень гигиены, тогда как среди студентов лечебного (или общего медицинского) профиля этот показатель составляет 11,4% [8]. Эти данные свидетельствуют о существующем разрыве между теоретической подготовкой и практическими умениями, приобретаемыми в ходе профессионального обучения. Выявление такого разрыва ставит перед исследователями задачу поиска путей его решения, что обосновывает необходимость проведения дальнейших работ в этой области.

Исследование, проведенное Farsi NJ (2020) и соавторами, подтверждает влияние возраста и уровня образования на показатели гигиены: у студентов старших курсов наблюдается коэффициент корреляции 0,42 для возрастной группы >22 лет (95% ДИ: 0,2-0,7) [6]. Этот результат может указывать на то, что с увеличением возраста и, соответственно, с продвижением по этапам профессиональной подготовки у студентов формируются более осознанные представления о гигиене полости рта, хотя нельзя исключать влияния иных, в том числе возрастных, факторов.

Важным направлением современной стоматологии является внедрение технологий ИИ в процессы диагностики и обучения. Обзор Alshaya M. (2023) и соавторов демонстрирует, что применение ИИ в обучении гигиене полости рта позволяет сократить субъективную компоненту в оценке качества чистки зубов до 15-20% (Alshaya M. et al., 2023). Исследование Jeong H. (2023) и коллег указывает, что 44,2% корейских студентов стоматологических специальностей положительно воспринимают внедрение ИИ, хотя лишь 14,8% полностью доверяют его диагностическим возможностям [7, 8]. Эти результаты подчеркивают необходимость дальнейшего совершенствования ИИ-систем для формирования образовательных программ, способных повысить эффективность профилактических мероприятий. Российские исследования также внесли вклад в развитие методологии оценки гигиенического статуса полости рта (имеется в виду у различных групп населения). Так, Бессонова Е.А. и Нуриева Н.С. (2022) сравнили классические и цифровые подходы к оценке гигиены полости рта, установив совпадение результатов в 96% случаев (24 из 25) и сокращение времени диагностики примерно в два раза при использовании цифрового метода. Это свидетельствует о сопоставимой точности и большей эффективности цифровых технологий [1]. Киле Е. О. и Жукова Е. С. (2022) отметили, что только 42% студентов способны правильно выбирать

средства гигиены, что говорит о пробелах в теоретической и практической подготовке [4]. Эти данные обосновывают необходимость интеграции современных технологий в образовательный процесс для повышения качества подготовки специалистов.

Актуальность исследования также подтверждается данными отечественных анкетных исследований, таких как работа Макеевой И. М. (2017) и соавторов, где среди 390 студентов 60,3% имели недостаточно сформированные навыки ухода за полостью рта, а субъективная оценка состояния здоровья зачастую превышала на 71,3% по сравнению с объективными показателями [5]. Данные исследования свидетельствуют о диссонансе между знаниями, получаемыми в образовательном процессе, и реальным уровнем гигиенических навыков, что требует внедрения новых, более эффективных методик обучения, включая применение систем ИИ.

Проблемы гигиены полости рта требуют комплексного подхода. Использование систем ИИ для оценки гигиенического состояния полости рта повышает качество диагностики и эффективность учебного процесса при подготовке специалистов стоматологического профиля.

**Цель работы:** применяя систему искусственного интеллекта, предназначенную для оценки гигиенического состояния полости рта, проанализировать, как профессиональное стоматологическое образование влияет на уровень индивидуальной гигиены студентов стоматологического и педиатрического факультетов, а также разработать профилактические рекомендации для последующего внедрения в образовательные программы.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Была сформирована когорта из 140 человек, студентов 1 и 5 курсов педиатрического и стоматологического факультетов Кемеровского государственного медицинского университета (ФГБОУ ВО КемГМУ Минздрава РФ). Критерии включения в исследование: студенты КемГМУ женского и мужского пола, которые подписали добровольное информированное согласие на обследование и соответствовали следующим критериям:

1. Возраст 18-30 лет.
2. Пациенты, не имеющие соматической патологии (I и II группа здоровья).

Критерии исключения:

1. Пациенты, отказавшиеся от обследования.
2. Пациенты, имеющие соматическую патологию (III и IV группы здоровья).

Все пациенты прошли обследование для оценки уровня гигиены полости рта с использованием системы ИИ по оценке гигиенического состояния полости рта. В системе производилась регистрация следующих гигиенических индексов: индекс ОНI-S (Green J. C., Vermillion J. R., 1964); индекс РНР (Podshaley, Haley,

1968), API (Lange D. E., Plagmann H. Chr. et. al, 1977). Также с помощью системы ИИ по оценке гигиенического состояния полости рта регистрировалось общее количество зубного налета.

Система ИИ по оценке гигиенического состояния полости рта представляет собой специализированную программу для анализа стоматологических фотопротоколов с целью расчета индексов гигиены полости рта. Программа разрабатывается с 2021 года и в том же году достигла стадии MVP (минимально жизнеспособного продукта), что позволило начать пробное использование. Система ИИ по оценке гигиенического состояния полости рта анализирует цифровые фотографии стоматологического фотопротокола, вычисляя индексы гигиены, такие как API, РНР, ОНІ-S. Программа автоматически вычисляет долю поверхности каждого зуба, покрытую налетом, по отношению к общей площади коронковой части этого зуба, что исключает необходимость ручной диагностики. Традиционные методы расчета индексов гигиены основаны на визуальной оценке и могут варьировать в зависимости от исследователя (межэкспертная вариабельность). Применение ИИ позволяет унифицировать критерии и повысить воспроизводимость результатов, что обеспечивает более объективную оценку гигиенического статуса по сравнению с ручными методами.

#### **Особенности использование системы ИИ**

##### **по оценке гигиенического состояния полости рта:**

- возможность расчета основных индексов гигиены, не требующих мануальной диагностики;
- точность, сравнимая с ручными методами, а в ряде случаев превосходящая их;
- высокая производительность при анализе данных, включая способность обрабатывать данные без вмешательства человека.

#### **Требования для использования системы ИИ**

##### **по оценке гигиенического состояния полости рта:**

- доступ к сети интернет;
- браузер для работы с платформой;
- соблюдение правильного фотопротокола и предварительное окрашивание зубов.

#### **Технические основы программы.**

##### **Алгоритмы и методы**

Система ИИ по оценке гигиенического состояния полости рта использует алгоритмы машинного зрения для анализа изображений. Программа задействует комбинацию методов ИИ и прямых алгоритмов машинного зрения, разработанных специально для обработки стоматологических фотографий. Эти алгоритмы позволяют:

- идентифицировать зубы;
- определять контуры зубов;
- сегментировать области, покрытые налетом;
- вычислять площадь зубов и покрытых налетом участков.

Программа использует алгоритмы машинного зрения для идентификации зубного налета на основе анализа цвета и текстуры поверхности зубов. Критерии оценки соответствуют стандартным индексам: для РНР оценивается покрытие каждого из пяти секторов зуба; для API - наличие налета в межзубных промежутках; для ОНІ-S - площадь покрытия каждого зуба. Пороговые значения для классификации налета были калиброваны на обучающей выборке, размеченной экспертами-стоматологами. Разработка программы инициирована В. Миятой, В. Баком и Б. Шеплевым в 2021 году. Детальные параметры алгоритмов являются интеллектуальной собственностью указанных разработчиков и по коммерческим соображениям не раскрываются.

Программа опирается на собственный набор данных изображений, сформированный разработчиками. Для обработки фотографий используются предварительно обученные модели, однако их специфика не раскрывается по коммерческим соображениям.

#### **Интеграция и совместимость**

На данный момент система ИИ по оценке гигиенического состояния полости рта не поддерживает интеграцию с другими медицинскими платформами, однако ведется работа по ее улучшению и созданию совместимости с такими системами, как DentalPRO. Ожидается, что эта функция будет добавлена в ближайшие обновления, что сделает систему более универсальной.

#### **Принципы работы. Процесс обработки данных:**

1. Фотографии загружаются в систему через интернет-браузер.
2. Программа выполняет следующие этапы обработки: определяет расположение и контуры зубов, организует их в классы по лучшей проекции, вычисляет площадь каждого зуба, определяет площади, покрытые налетом.
3. На основе этих данных рассчитываются индексы гигиены с использованием стандартизированных методик, например с применением определенных групп зубов.

#### **Определение количества зубного налета и зубного камня**

Программа автоматически определяет наличие налета по вычисляемой площади покрытой поверхности. Алгоритмы для идентификации камня существуют, но их использование ограничено из-за недостаточной точности. На данном этапе данные о наличии зубного камня вводятся вручную.

#### **Методы анализа**

Программа не использует статистические методы. Расчеты выполняются на основе математических моделей, относящихся к алгоритмам машинного зрения и ИИ.

#### **Методические рекомендации**

Для корректной работы с программой необходимо соблюдать стандартный стоматологический протокол

фотографирования, который включает съемку всех поверхностей зубов: вестибулярных, язычных, жевательных, небных. Настройка оборудования для съемки не требует особых условий. Программа поддерживает автоматизацию большей части рутинных процессов, выполняемых стоматологами-гигиенистами.

### Процедура проведения исследования

Исследование проводилось на базе кафедры детской стоматологии ФГБОУ ВО КемГМУ Минздрава России с применением системы ИИ по оценке гигиенического состояния полости рта. Процесс включал следующие этапы:

1. Регистрация данных обследуемых: каждому участнику заводилась индивидуальная карта на платформе ИИ, в которую вносили персональные данные: фамилия, имя, отчество, дата рождения и номер телефона.

2. Подготовка обследуемого: устанавливали ОПТРАГАТЕ; окрашивали исследуемые поверхности зубов раствором для индикации зубного налета, выдерживали 1 минуту, смывали водой.

3. Фотосъемка: фотосъемка производилась в девяти проекциях. Для съемки использовалось оборудование Apple iPhone 14 Pro Max с характеристиками: разрешение: 2350 × 2279, 5 Мпикс, ISO 32, 24 мм, сверхширокоугольная камера (13 мм, f/2.2), экспозиция: 1/572



**Рис. 1.** Пример отчета, сгенерированного системой по оценке гигиенического состояния полости рта с указанием индексов ОНІ-S, РНР, АРІ и процента зубного налета для студента стоматологического факультета (источник: составлено авторами)

**Fig. 1.** Example of an AI-generated oral hygiene report for a dental student, including ОНІ-S, РНР, and АРІ scores and the percentage of dental plaque (Sources: compiled by the author)

сек. Фотосъемка производилась с использованием окклюзионных и щечных стоматологических зеркал.

4. Загрузка данных и анализ: фотографии загружались на платформу ИИ по оценке гигиенического состояния полости рта. ИИ автоматически создавал индивидуальные отчеты (рис. 1), включавшие: личные данные обследуемого, дату сканирования, показатели индекса ОНІ-S, показатели индекса РНР, показатели индекса АРІ, показатели процентного содержания зубного налета.

Для сбора данных о гигиенических привычках, пищевом поведении, а также о восприятии профессионального образования, полученного в университете, обследуемым выдавалась ссылка на анкету, разработанную на платформе Yandex Forms. Использование именно Yandex Forms позволило обеспечить удобство заполнения и стандартизированный подход к сбору информации. Респондентам предлагалось ответить на следующие вопросы:

1. Частота чистки зубов: «Сколько раз в день Вы чистите зубы?»

2. Использование дополнительных средств гигиены: «Какие средства гигиены на данный момент Вы используете?»

3. Время, затрачиваемое на чистку зубов: «Сколько времени Вы тратите на чистку зубов?»

4. Самооценка знаний о профилактике: «Как Вы считаете, достаточны ли Ваши знания о профилактике стоматологических заболеваний?»

5. Питание и перекусы: «Сколько раз в день Вы перекусываете, помимо основных приемов пищи?»

6. Периодичность посещения стоматолога и профессиональной гигиены: «С какой периодичностью Вы посещаете стоматолога? Как часто Вы посещаете стоматолога с целью профессиональной гигиены полости рта?»

7. Влияние профессиональных знаний на гигиенические привычки: «Считаете ли Вы, что Ваши профессиональные знания влияют на Ваши привычки по уходу за полостью рта?»

8. Эффективность обучения в университете: «Как Вы оцениваете эффективность обучения в университете по формированию знаний о профилактике стоматологических заболеваний?»

Эти вопросы были включены в работу для анализа гигиенических привычек студентов, их осведомленности о профилактике стоматологических заболеваний и влияния профессионального образования на формирование этих привычек.

Для обеспечения высокой точности и повторной воспроизводимости результатов применялись следующие подходы:

- стандартизированный протокол подготовки участников исследования;

- единый подход к фотосъемке с фиксацией проекций;

- использование одной модели оборудования (Apple iPhone 14 Pro Max) и унифицированных зеркал;

- централизованная обработка данных с помощью платформы ИИ.

**Этические аспекты**

Исследование соответствовало Хельсинкской декларации и ФЗ РФ №323. Данные анонимизированы, все участники дали письменное информированное согласие на участие в исследовании после получения полной информации о его целях, методах, потенциальных рисках и преимуществах. Участникам было разъяснено их право отказаться от участия или выйти из исследования на любом этапе без объяснения причин и без каких-либо последствий. Конфиденциальность данных обеспечивалась анонимизацией всех персональных данных. Данные хранились в зашифрованном виде на защищенных серверах ПО ИИ по оценке гигиенического состояния полости рта, доступ к которым был ограничен и предоставлялся только исследователям, непосредственно участвующим в анализе. Персональные данные не передавались третьим лицам.

**Статистическая обработка включала в себя:****1. Проверку исходных данных:**

- полнота данных: анализ на отсутствие пропусков и неполных значений;
- корректность данных: проверка на соответствие критериям включения в исследование;
- анализ выбросов (аутлайеров): выбросы определялись с использованием стандартных методов и отдельно анализировались для решения о включении или исключении из выборки.

**2. Расчет описательных статистик**

Вычисление средних значений ( $M$ ) и стандартных ошибок ( $m$ ) для всех количественных переменных.

Оценка вариативности данных для понимания их распределения.

**1. Анализ корреляций:** использовались два подхода для определения взаимосвязей между показателями:

- коэффициент корреляции Пирсона ( $r$ ) для оценки линейных взаимосвязей между переменными;
- коэффициент ранговой корреляции Спирмена ( $\rho$ ) для анализа монотонных (необязательно линейных) взаимосвязей.

Представление результатов:

- для каждой пары переменных были представлены средние значения ( $M \pm m$ ) и значения коэффициентов корреляции;
- выводы подкреплялись расчетом как линейных (Пирсон), так и ранговых (Спирмен) коэффициентов корреляции для повышения точности интерпретации.

Всего анкетирование прошло 140 студентов в онлайн-формате с использованием Yandex Forms.

**1. Индекс гигиены полости рта (PHR, Patient Hygiene Performance Index)**

Индекс PHR измеряет количество зубного налета и остатков пищи на определенных зубных поверхностях (обычно оцениваются 6 зубов: 16, 11, 26, 36, 31, 46). Каждая поверхность делится на пять секторов, и наличие налета оценивается по шкале от 0 до 5. Итоговый показатель – среднее значение по всем поверхностям.

**Интерпретация:**

0-0.6: отличная гигиена (почти полное отсутствие налета).

0.7-1.6: хорошая гигиена (незначительное количество налета, контроль приемлемый).

1.7-2.5: удовлетворительная гигиена (умеренное количество налета, требуется улучшение).

2.6-3.9: неудовлетворительная гигиена (значительное количество налета, требуется вмешательство).

4.0-5.0: плохая гигиена (высокий уровень налета, критическое состояние).

**1. Индекс аппроксимального налета (API Lange, Approximal Plaque Index)**

Описание: индекс API Lange оценивает наличие налета в межзубных (аппроксимальных) областях. Обычно проверяются определенные зубы (например, передние и боковые участки) с вестибулярной и оральной сторон. Результат выражается в процентах – доля поверхностей с налетом от общего числа исследованных зон.

**Интерпретации:**

0-25%: отличная гигиена (минимальное накопление налета в межзубных пространствах).

25-40%: хорошая гигиена (допустимый уровень налета, контроль удовлетворительный).

40-70%: удовлетворительная гигиена (умеренное накопление налета, требуется улучшение).

70-100%: плохая гигиена (высокий уровень налета, требуется профессиональная чистка и обучение).

**3. Индекс Грина – Вермиллиона (OHI-S, Oral Hygiene Index - Simplified)**

Описание: индекс Грина – Вермиллиона (OHI-S) оценивает гигиену полости рта на основе двух компонентов: налета (Debris Index) и зубного камня (Calculus Index). Оцениваются шесть зубов (16, 11, 26, 36, 31, 46), и каждому компоненту присваивается балл от 0 до 3. Итоговый индекс – сумма среднего значения налета и зубного камня (диапазон 0-6).

**Интерпретация:**

0-1,2: хорошая гигиена (минимальное количество налета и зубного камня).

1,3-3,0: удовлетворительная гигиена (умеренное накопление налета и/или зубного камня).

3,1-6,0: плохая гигиена (значительное накопление налета и зубного камня).

**РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ****Анализ данных состояния индивидуальной гигиены полости рта у студентов 5 курса стоматологического факультета**

Исследование включает данные по студентам-стоматологам 5 курса – всего 37 человек. Основные гигиенические показатели представлены в таблице 1.

Анализ данных состояния индивидуальной гигиены полости рта у студентов 1 курса стоматологического факультета

Группа первого курса представлена 49 участниками. Основные показатели приведены в таблице 2.

Анализ данных состояния индивидуальной гигиены полости рта у студентов педиатрического факультета

В выборку студентов педиатрического факультета вошли 54 участника (табл. 3).

**Сравнительный анализ: показатели основных гигиенических индексов у студентов стоматологического факультета 1 курса и 5 курса**

При сравнении показателей гигиены полости рта среди студентов СФ 1 и 5 курсов анализ проводился по следующим параметрам. В таблице 4 приведены средние значения гигиенических показателей студентов 1 и 5 курсов СФ.

В таблице 4 указаны средние значения основных гигиенических индексов у студентов 1 и 5 курсов. Анализ данных выявил различия в средних значениях этих показателей между студентами 1 и 5 курсов СФ.

- Зубной налет: 1 курс – 17,46 ± 7,55%, 5 курс – 13,45 ± 6,16% (t = 0,41; p = 0,682; rs = 0,085).

- Индекс РНР: 1 курс – 1,74 ± 0,81, 5 курс – 1,37 ± 0,59 (t = 0,37; p = 0,713; rs = 0,271).

- Индекс API Lange: 1 курс - 72,01 ± 1%, 5 курс – 53,34 ± 18,99% (t = 0,74; p = 0,463; rs = 0,217).

- Индекс Грина – Вермиллиона: 1 курс – 1,33 ± 0,54, 5 курс - 0,66 ± 0,42 (t = 1,04; p = 0,302; rs = -0,154).

Это означает, что профессиональное обучение пока не дает устойчивого прироста навыков; требуется пересмотр учебных модулей с акцентом на практику.

**Сравнительный анализ показателей основных гигиенических индексов у студентов стоматологического и студентов педиатрического факультетов**

Общий анализ данных студентов стоматологического факультета (n = 86, объединенные группы

**Таблица 1.** Показатели основных гигиенических индексов у студентов 5 курса стоматологического факультета (источник: составлено авторами)

**Table 1.** Main oral hygiene indices in fifth-year dental students (Sources: compiled by the author)

Показатель Parameter	Минимальное значение Minimum	Максимальное значение Maximum	Среднее значение ± стандартное отклонение (M ± m) Mean ± standard deviation (M ± m)
Зубной налет (%) / Dental plaque (%)	1	38	13,45 ± 6,16
Индекс РНР (баллы) / PHP index (score)	0,1	3	1,37 ± 0,59
Индекс API Lange (%) / API (Lange) (%)	11,1	92,3	53,34 ± 18,99
Индекс Грина – Вермиллиона (баллы) Greene–Vermillion OHI-S (score)	0	1,8	0,66 ± 0,42

**Таблица 2.** Показатели основных гигиенических индексов у студентов 1 курса стоматологического факультета (источник: составлено авторами)

**Table 2.** Main oral hygiene indices in first-year dental students (Sources: compiled by the author)

Показатель Parameter	Минимальное значение Minimum	Максимальное значение Maximum	Среднее значение ± стандартное отклонение (M ± m) Mean ± standard deviation (M ± m)
Зубной налет (%) / Dental plaque (%)	6	43	17,46 ± 7,55
Индекс РНР (баллы) / PHP index (score)	0,2	3,9	1,74 ± 0,81
Индекс API Lange (%) / API (Lange) (%)	23,3	100	72,01 ± 1
Индекс Грина – Вермиллиона (баллы) Greene–Vermillion OHI-S (score)	0,3	3,5	1,33 ± 0,54

**Таблица 3.** Показатели основных гигиенических индексов у студентов педиатрического факультета (источник: составлено авторами)

**Table 3.** Main oral hygiene indices in pediatric faculty students (Sources: compiled by the author)

Показатель Parameter	Минимальное значение Minimum	Максимальное значение Maximum	Среднее значение ± стандартное отклонение (M ± m) Mean ± standard deviation (M ± m)
Зубной налет (%) / Dental plaque (%)	4	43	14,40 ± 1,45
Индекс РНР (баллы) / PHP index (score)	0,3	3,5	1,45 ± 0,42
Индекс API Lange (%) / API (Lange) (%)	22,2	95,5	56,35 ± 13,27
Индекс Грина – Вермиллиона (баллы) Greene–Vermillion OHI-S (score)	0,2	1,8	0,77 ± 0,25

**Таблица 4.** Сравнительный анализ показателей основных гигиенических индексов у студентов 1 и 5 курсов стоматологического факультета (источник: составлено авторами)

**Table 4.** Comparison of the main oral hygiene indices in first- and fifth-year dental students (Sources: compiled by the author)

Показатель Parameter	Группа 1 курса (n = 49) First-year students (n = 49)	Группа 5 курса (n = 37) Fifth-year students (n = 37)	t-критерий t value	p-значение p value	Коэффициент корреляции (rs) Spearman's rank correlation coefficient (rs)
<b>Зубной налет (%)</b> Dental plaque (%)	17,46 ± 7,55	13,45 ± 6,16	0,41	0,681745	0,085
<b>Индекс РНР (баллы)</b> PHP index (score)	1,74 ± 0,81	1,37 ± 0,59	0,37	0,712900	0,271
<b>Индекс API Lange (%)</b> API (Lange) (%)	72,01 ± 1,00	53,34 ± 18,99	0,74	0,462777	0,217
<b>Индекс Грина – Вермиллиона (баллы)</b> Greene–Vermillion OHI-S (score)	1,33 ± 0,54	0,66 ± 0,42	1,04	0,302353	-0,154

**Таблица 5.** Сравнительный анализ показателей основных гигиенических индексов у студентов стоматологического и педиатрического факультетов (источник: составлено авторами)

**Table 5.** Comparison of the main oral hygiene indices in dental and pediatric faculty students (Sources: compiled by the author)

Показатель Parameter	Студенты стоматологического факультета (n = 86) Dental students (n = 86)	Студенты педиатрического факультета (n = 54) Pediatric students (n = 54)	t-критерий t value	p-значение p value	Коэффициент корреляции (rs) Spearman's rank correlation coefficient (rs)
<b>Зубной налет (%)</b> Dental plaque (%)	15,74 ± 7,15	14,44 ± 1,45	0,15	0,882235	-0,315
<b>Индекс РНР (баллы)</b> PHP index (score)	1,58 ± 0,73	1,45 ± 0,42	0,15	0,877555	-0,281
<b>Индекс API Lange (%)</b> API (Lange) (%)	63,97 ± 19,86	56,35 ± 13,27	0,32	0,750195	-0,42
<b>Индекс Грина – Вермиллиона (баллы)</b> Greene–Vermillion OHI-S (score)	1,04 ± 0,53	0,77 ± 0,25	0,46	0,645710	-0,414

1 и 5 курсов) и педиатрического факультета (n = 54) представлен в таблице 5.

- Зубной налет: стоматологи – 15,74 ± 7,15%, педиатры – 14,44 ± 1,45% (t = 0,15; p = 0,882; rs = -0,315).
- Индекс РНР: стоматологи – 1,58 ± 0,73, педиатры – 1,45 ± 0,42 (t = 0,15; p = 0,878; rs = -0,281).
- Индекс API Lange: стоматологи – 63,97 ± 19,86%, педиатры – 56,35 ± 13,27% (t = 0,32; p = 0,750; rs = -0,42).
- Индекс Грина – Вермиллиона: стоматологи – 1,04 ± 0,53, педиатры – 0,77 ± 0,25 (t = 0,46; p = 0,646; rs = -0,414).

**РЕЗУЛЬТАТЫ**

**Анализ показателей индивидуальной гигиены полости рта студентов 5 курса стоматологического факультета**

У студентов 5 курса стоматологического факультета (СФ) (n = 37) средний уровень зубного налета оказал-

ся относительно низким (13,45%), однако максимальное значение достигало 38%, что указывает на значительный разброс индивидуальных показателей. Это говорит о том, что, несмотря на общий приемлемый уровень гигиены в группе, у части студентов контроль за состоянием полости рта остается недостаточным и требует таргетированной работы с «выбросами».

Индекс РНР (1,37) превышает оптимальный порог (1,0), подчеркивая наличие систематических ошибок в технике чистки зубов, особенно в области передних, задних и жевательных поверхностей. Для коррекции рекомендованы практические обучающие модули с использованием моделей и обратной связью в виде повторного сканирования.

Значение индекса API Lange (53,34%) значительно выше целевого показателя (<40%), что свидетельствует о недостаточном использовании межзубных средств гигиены – зубной нити, ершиков, ирригатор-

ров. Необходимо усиление мотивации студентов к ежедневному применению этих средств.

Индекс Грина – Вермиллиона (ОHI-S) находится в пределах нормы (0,66), однако при максимальном значении 1,8 требуется индивидуальная коррекция у отдельных студентов. Таким образом, несмотря на положительные моменты, гигиенические навыки старшекурсников нуждаются в доработке, особенно в части межзубного ухода.

#### **Анализ показателей индивидуальной гигиены полости рта у студентов 1 курса стоматологического факультета**

Среди студентов 1 курса СФ (n = 49) средний процент зубного налета (17,46%) выше, чем у пятикурсников, а максимальное значение (43%) отражает критически низкий контроль у части студентов, требующий немедленного вмешательства. Это подчеркивает необходимость целенаправленного обучения гигиене полости рта уже на первом году обучения.

Индексы РНР (1,74) и API Lange (72,01%) существенно превышают рекомендуемые значения, указывая на слабые навыки чистки и недостаточное внимание к межзубным пространствам. Дефицит базовых навыков требует внедрения обязательных практических занятий по технике чистки и использованию межзубных средств.

Индекс Грина – Вермиллиона (1,33) выходит за пределы нормы, хотя и не достигает критических отметок, что подтверждает необходимость усиления гигиенической подготовки. Широкий разброс показателей свидетельствует о неравномерном уровне знаний и навыков среди первокурсников, что требует особого внимания на начальном этапе обучения и формирования привычек.

#### **Анализ показателей индивидуальной гигиены полости рта у студентов педиатрического факультета**

У студентов педиатрического факультета (ПФ) (n = 54) средний уровень зубного налета (14,4%) сопоставим с показателями стоматологов, при этом максимальное значение также достигало 43%. Это отражает схожую вариативность гигиенических навыков и указывает на существенные индивидуальные различия, требующие дифференцированного подхода.

Индексы РНР (1,45) и API Lange (56,35%) превышают оптимальные уровни: значение РНР соответствует «хорошей», но не «отличной» гигиене, а высокий API подтверждает слабое освоение межзубных средств. Индекс Грина – Вермиллиона (0,77) остается в пределах нормы, что говорит о приемлемом общем контроле гигиены, однако дополнительные меры по улучшению межзубного ухода необходимы.

Отсутствие статистически значимых различий между студентами СФ и ПФ позволяет предположить, что уровень гигиенической подготовки в обеих группах схож, несмотря на различия в профессиональной направленности.

#### **Сравнительный анализ показателей индивидуальной гигиены полости рта: студенты стоматологического факультета 1 курса и 5 курса**

При сравнении показателей гигиены полости рта у студентов 1 и 5 курсов СФ выявлена тенденция к улучшению значений всех гигиенических индексов у старшекурсников, однако эти различия не достигли статистической значимости ( $p > 0,05$  по всем индексам). Так, средний процент налета, индексы РНР, API Lange и ОHI-S у пятикурсников ниже, чем у первокурсников, но статистически значимых различий нет.

Это может свидетельствовать о том, что профессиональное образование оказывает лишь ограниченное влияние на формирование устойчивых гигиенических навыков, что ставит под сомнение эффективность текущих образовательных подходов в этом аспекте. Отсутствие значимого прироста навыков за пять лет обучения указывает на необходимость пересмотра учебных модулей с акцентом на практическую подготовку и формирование привычек ухода за полостью рта.

Однако это не ставит под сомнение общее качество подготовки в вузе, а, скорее, отражает общемировую тенденцию (Lowell et al., 2021; Peltzer & Pengpid, 2015), согласно которой будущие врачи часто пренебрегают собственным здоровьем, что требует усиления практической мотивации.

#### **Сравнительный анализ показателей индивидуальной гигиены полости рта: студенты стоматологического и педиатрического факультетов**

Сравнение показателей гигиены у студентов СФ (объединенная группа 1 и 5 курсов, n = 86) и ПФ (n = 54) показало незначительные различия в средних значениях, не подтвержденные статистической значимостью ( $p > 0,05$ ). Обе группы демонстрируют сопоставимый уровень гигиены, что может быть связано с общими принципами гигиенической подготовки или схожими мотивационными установками.

Отсутствие статистически значимых различий между группами подчеркивает однородность навыков ухода за полостью рта независимо от специальности, но одновременно указывает на отсутствие выраженного преимущества у студентов-стоматологов, несмотря на их профильное обучение. Проблема носит системный характер для всех медицинских факультетов, что обосновывает необходимость разработки единой стратегии профилактики, внедренной в процесс обучения, и гигиенического обучения для студентов всех направлений подготовки.

#### **Общая интерпретация анкетирования**

Детальный анализ анкет показал, что 80% студентов сообщили о чистке зубов дважды в день, что соответствует базовым рекомендациям. Студенты 5 курса СФ чаще используют дополнительные сред-

ства гигиены (зубные нити, ирригаторы) по сравнению с первокурсниками, что коррелирует с их более низкими показателями налета. Регулярное посещение стоматолога и прохождение профессиональной гигиены также положительно влияют на состояние полости рта, что подтверждается лучшими значениями гигиенических индексов у студентов 5 курса по сравнению с первокурсниками.

Однако исследование выявило несоответствие между самооценкой студентов и объективными данными, полученными с помощью системы ИИ. Около 60% студентов-стоматологов считают свои знания достаточными, однако объективные индексы (особенно API и РНР) свидетельствуют о недостаточном владении практическими навыками, особенно в области межзубной гигиены. Это указывает на разрыв между декларируемыми знаниями и реальными умениями, что подчеркивает необходимость усиления практической подготовки и внедрения объективных методов контроля.

При этом самооценка знаний частично коррелирует с объективными данными: студенты, уверенные в своих навыках, демонстрируют более низкий уровень налета и лучшие гигиенические показатели. Это подчеркивает важность использования объективных методов оценки, таких как система ИИ, для устранения разрыва между восприятием и реальностью, особенно на ранних этапах обучения. Длительность чистки сама по себе не обеспечивает эффективности удаления зубного налета, если техника чистки зубов остается неправильной, что также подтверждает необходимость контроля качества выполнения гигиенических процедур.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

### 1. Объективная оценка гигиенического статуса с использованием ИИ по оценке гигиенического состояния полости рта

Ни одна из групп студентов не достигла оптимальных значений гигиенического статуса полости рта. Это указывает на недостаточную эффективность текущих образовательных подходов в формировании профилактических навыков.

Сравнительный анализ показал, что студенты 5 курса СФ демонстрируют лучшие показатели гигиены, за ними следуют студенты ПФ, а затем 1 курса СФ. Тенденция к улучшению у 5 курса СФ, вероятно, связана с накоплением профессиональных знаний в процессе обучения. Однако показатели всех групп остаются ниже всех стандартов, что свидетельствует о том, что ориентация стоматологического образования преимущественно на лечение ограничивает способность будущих специалистов эффективно предотвращать стоматологические заболевания у себя и пациентов. Это подчеркивает необходимость модернизации образовательных программ с акцентом на профилактику.

### 2. Сравнительный анализ показателей гигиены между группами

Ни одна из групп студентов не достигла оптимальных значений гигиенического статуса. Это указывает на недостаточную эффективность образовательных подходов в формировании профилактических навыков. Ориентация образования преимущественно на лечение ограничивает способность специалистов предотвращать стоматологические заболевания у себя и пациентов.

При сравнении показателей гигиенического статуса полости рта у студентов СФ выявлено, что студенты 5 курса демонстрируют лучшие результаты. За ними следуют студенты ПФ, а затем 1 курс СФ. Наблюдается тенденция к улучшению гигиенических показателей у 5 курса СФ, что, вероятно, связано с накоплением профессионального опыта и знаний в процессе обучения. Это может свидетельствовать о недостаточной сформированности у будущих стоматологов установки на личный профилактический пример, поскольку они не демонстрируют высоких стандартов гигиены на себе.

### 3. Анализ корреляции между субъективными оценками и объективными данными

По данным анкетирования, около 80% студентов утверждают, что регулярно чистят зубы дважды в день, и высоко оценивают свои знания в области гигиены полости рта. Однако объективные данные, полученные с помощью системы по оценке гигиенического состояния полости рта, показывают значительный разброс в показателях гигиены, который не всегда соответствует заявленной самооценке. Этот разрыв между субъективными оценками и реальными результатами свидетельствует о том, что студенты переоценивают свои навыки и знания. Подобное несоответствие подчеркивает критическую важность внедрения объективного контроля, такого как система по оценке гигиенического состояния полости рта, в образовательный процесс. Это позволит не только корректировать методы личного ухода за полостью рта, но и повысить точность самооценки студентов, что актуально на всех этапах обучения.

### 4. Практические рекомендации для образовательных программ

- Внедрение регулярного мониторинга с использованием ИИ по оценке гигиенического состояния полости рта

Рекомендуется проводить объективный контроль гигиенического состояния полости рта студентов не менее трех раз в год (в начале, середине и конце учебного периода), что позволит отслеживать динамику и выявлять проблемные области для предотвращения стоматологических заболеваний.

Создание единой цифровой платформы для анализа данных позволит стандартизировать оценку гигиенического состояния как на уровне вуза, так и в более широком масштабе.

- Модификация образовательного процесса

Разработать обязательные практические курсы, включающие мастер-классы по правильной технике чистки, использование зубной нити, ирригаторов и других дополнительных средств.

Внедрить анализ фотопротоколов с использованием ИИ по оценке гигиенического состояния полости рта как неотъемлемую часть практических занятий для получения объективной обратной связи и корректировки индивидуальных результатов ухода за гигиеной.

- Повышение мотивации и информированности студентов

Организовать систему регулярной обратной связи с каждым студентом, где предоставляются подробные отчеты с конкретными рекомендациями по улучшению показателей.

Проводить тематические семинары и информационные кампании, направленные на повышение осведомленности о важности профилактики стоматологических заболеваний.

- Партнерство и финансирование

Заключить партнерские соглашения с производителями современных средств гигиены для обеспечения студентов необходимыми ресурсами.

Разработать модель государственно-частного партнерства, что позволит финансировать внедрение объективных систем контроля и модернизацию образовательных программ, что в долгосрочной перспективе приведёт к снижению затрат на лечение стоматологических заболеваний.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бессонова ЕА, Нуриева НС. Классический и цифровой подходы к индексной оценке гигиенического состояния рта. *Стоматология*. 2022;101(6):14-17.

<https://doi.org/10.17116/stomat202210106114>

2. GBD 2021 Oral Disorders Collaborators. Trends in the global, regional, and national burden of oral conditions from 1990 to 2021: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2021. *Lancet*. 2025;405(10482):897-910.

[https://doi.org/10.1016/s0140-6736\(24\)02811-3](https://doi.org/10.1016/s0140-6736(24)02811-3)

3. Киле ЕО, Жукова ЕС. Уровень гигиенических знаний при выборе предметов и средств гигиены полости рта (по данным анкетирования). *Scientist*. 2022;(4):12-18. Режим доступа:

<https://elibrary.ru/item.asp?id=49174244>

4. Makeeva IM, Turkina AY, Budaychieva ZS, Margaryan EG. Оценка стоматологического гигиенического статуса студентов различных факультетов первого МГМУ им. И. М. Сеченова на основании анкетирования и данных объективного обследования. *Российский стоматологический журнал*. 2017;21(6):10-15.

<https://doi.org/10.18821/1728-2802-2017-21-6-337-339>

5. Farsi NJ, Merdad Y, Mirdad M, Batweel O, Badri R, Alrefai H, et al. Oral health knowledge, attitudes, and behaviors among university students in Jeddah, Saudi Arabia. *Clinical, Cosmetic and Investigational Dentistry*. 2020;12:515-523.

<https://doi.org/10.2147/ccide.s272986>

6. Jeong H, Han SS, Kim KE, Park IS, Choi Y, Jeon KJ. Korean dental hygiene students' perceptions and attitudes toward artificial intelligence: An online survey. *Journal of Dental Education*. 2023;87(6):804-812.

<https://doi.org/10.1002/jdd.13189>

7. Tay JRH, Ng E, Chow DY, Sim CPC. The use of artificial intelligence to aid in oral hygiene education: A scoping review. *Journal of Dentistry*. 2023;135:104564.

<https://doi.org/10.1016/j.jdent.2023.104564>

8. Yao K, Yao Y, Shen X, Lu C, Guo Q. Assessment of the oral health behavior, knowledge and status among dental and medical undergraduate students: a cross-sectional study. *BMC Oral Health*. 2019;19(1):26.

<https://doi.org/10.1186/s12903-019-0716-6>

## REFERENCES

1. Bessonova E.A., Nurieva N.S. Classical and digital option to index assessment of the oral hygiene. *Stomatology*. 2022;101(6):14-17 (In Russ.).

<https://doi.org/10.17116/stomat202210106114>

2. GBD 2021 Oral Disorders Collaborators. Trends in the global, regional, and national burden of oral conditions from 1990 to 2021: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2021. *Lancet*. 2025;405(10482):897-910.

[https://doi.org/10.1016/s0140-6736\(24\)02811-3](https://doi.org/10.1016/s0140-6736(24)02811-3)

3. Kile E.O., Zhukova E.S. Level of hygienic knowledge in the choice of items and means of oral hygiene (according to the questionnaire). *Scientist*. 2022;(4):12-18. (In Russ.). Available from:

<https://elibrary.ru/item.asp?id=49174244>

4. Makeeva I.M., Turkina A.Y., Budaychieva Z.S., Margaryan E.G. Oral hygiene and dental health of First Moscow State Medical University students. *Russian Journal of Dentistry*. 2017;21(6):337-339 (In Russ.).

<https://doi.org/10.18821/1728-2802-2017-21-6-337-339>

5. Farsi NJ, Merdad Y, Mirdad M, Batweel O, Badri R, Alrefai H, et al. Oral health knowledge, attitudes, and behaviors among university students in Jeddah, Saudi Arabia. *Clinical, Cosmetic and Investigational Dentistry*. 2020;12:515-523.

<https://doi.org/10.2147/ccide.s272986>

6. Jeong H, Han SS, Kim KE, Park IS, Choi Y, Jeon KJ. Korean dental hygiene students' perceptions and attitudes toward artificial intelligence: An online survey. *Journal of Dental Education*. 2023;87(6):804-812.

<https://doi.org/10.1002/jdd.13189>

7. Tay JRH, Ng E, Chow DY, Sim CPC. The use of artificial intelligence to aid in oral hygiene education: A scoping review. *Journal of Dentistry*. 2023;135:104564. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2023.104564>

8. Yao K, Yao Y, Shen X, Lu C, Guo Q. Assessment of the oral health behavior, knowledge and status among dental and medical undergraduate students: a cross-sectional study. *BMC Oral Health*. 2019;19(1):26. <https://doi.org/10.1186/s12903-019-0716-6>

## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

**Размахнина Екатерина Михайловна**, кандидат медицинских наук, доцент кафедры детской стоматологии Кемеровского государственного медицинского университета, Кемерово, Российская Федерация

Для переписки: razmakhnina.1503@mail.ru  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6263-0169>

**Автор, ответственный за связь с редакцией:**

**Чурсин Никита Сергеевич**, студент стоматологического факультета Кемеровского государственного медицинского университета, директор АНО «Улыбки детей Кузбасса», Кемерово, Российская Федерация

Для переписки: nic01092005@gmail.com  
ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-7133-5551>

**Пелёвина Александра Игоревна**, студент стоматологического факультета Кемеровского государственного медицинского университета, Кемерово, Российская Федерация

Для переписки: Alypelevina@yandex.ru  
ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-3139-0150>

**Стукова Ксения Олеговна**, студент стоматологического факультета Кемеровского государственного медицинского университета, Кемерово, Российская Федерация

Для переписки: ksenyastukova@mail.ru  
ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-9790-6665>

## INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

**Ekaterina M. Razmakhnina**, DMD, PhD, Associate Professor, Department of the Pediatric Dentistry, Kemerovo State Medical University, Kemerovo, Russian Federation

For correspondence: razmakhnina.1503@mail.ru  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6263-0169>

**Corresponding author:**

**Nikita S. Chursin**, Student, Dental School, Kemerovo State Medical University, Director of the Autonomous Non-profit Organization "Smiles of the Children of Kuzbass, Kemerovo, Russian Federation

For correspondence: nic01092005@gmail.com  
ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-7133-5551>

**Aleksandra I. Pelyovina**, Student, Dental School, Kemerovo State Medical University, Kemerovo, Russian Federation

For correspondence: Alypelevina@yandex.ru  
ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-3139-0150>

**Ksenia O. Stukova**, Student, Dental School, Kemerovo State Medical University, Kemerovo, Russian Federation

For correspondence: ksenyastukova@mail.ru  
ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-9790-6665>

**Поступила / Article received 08.08.2025**

*Поступила после рецензирования / Revised 25.02.2026*

*Принята к публикации / Accepted 16.03.2026*

**Вклад авторов в работу.** Все авторы подтверждают соответствие своего авторства международным критериям ICMJE, а также согласны принять на себя ответственность за все аспекты работы: Чурсин Н. С. – проведение исследования, визуализация, написание черновика рукописи; Размахина Е. М. – разработка концепции, разработка методологии, написание рукописи – рецензирование и редактирование, научное руководство; Пелёвина А. И. – валидация результатов, курирование данных, формальный анализ; Стукова К. О. – курирование данных, формальный анализ, проведение исследования.

**Authors' contribution.** All authors confirm that their contributions comply with the international ICMJE criteria and agree to take responsibility for all aspects of the work. N. S. Chursin – investigation, visualization, writing (original draft preparation); E. M. Razmakhina – conceptualization, methodology development, writing (review and editing), supervision; A. I. Pelevina – validation, data curation, formal analysis; K. O. Stukova – data curation, formal analysis, investigation.



# Опухоль Уортина у мужчины с длительным стажем табакокурения: клинический случай

Н.И. Маковская<sup>1, 2\*</sup>

<sup>1</sup>Северо-Западный государственный медицинский университет имени И. И. Мечникова, Санкт-Петербург, Российская Федерация

<sup>2</sup>Всероссийский центр экстренной и радиационной медицины имени А. М. Никифорова, Санкт-Петербург, Российская Федерация

## АННОТАЦИЯ

**Актуальность.** Диагностика новообразований слюнных желез остается одной из наиболее сложных проблем в челюстно-лицевой хирургии ввиду исключительного гистологического разнообразия опухолей этой локализации и отсутствия патогномичных симптомов на начальных этапах их развития. Особую значимость данной проблеме придает наблюдаемая тенденция к росту заболеваемости. Среди доброкачественных образований аденолимфома (опухоль Уортина) стабильно занимает второе место по частоте встречаемости. Важным модифицируемым фактором риска ее развития, как демонстрирует представленное клиническое наблюдение, является длительное табакокурение. **Описание клинического случая.** Пациент 57 лет обратился с жалобами на медленно растущее образование на правой боковой поверхности шеи, которое он отметил примерно за три года до визита. Важным элементом анамнеза был длительный стаж курения – более 20 лет, с интенсивностью – пачка сигарет в сутки. При осмотре выявлено объемное образование размером около 4 x 3 x 6 см, плотноэластической консистенции, безболезненное и подвижное относительно окружающих тканей. В ходе комплексного обследования, включавшего УЗИ и МРТ шеи с контрастированием, было идентифицировано четко очерченное образование, тесно прилегающее к нижнему полюсу околоушной слюнной железы. Диагноз был верифицирован с помощью трепан-биопсии, при гистологическом исследовании биоптата была диагностирована цистаденома с характерной лимфоидной стромой. Пациенту было выполнено радикальное хирургическое удаление опухоли. Операционный период протекал без особенностей, послеоперационная рана зажила первичным натяжением. Макропрепарат был представлен кистозной опухолью с фиброзной капсулой. При микроскопическом исследовании кистозная полость была выстлана двуслойным онкоцитарным эпителием, формирующим разветвленные папиллярные структуры, вдающиеся в просвет кисты. В толще фиброзной стенки опухоли определялись плотные лимфоидные инфильтраты с формированием четких герминативных центров. Окончательное патоморфологическое исследование операционного материала подтвердило диагноз «аденолимфома» (опухоль Уортина). **Заключение.** Представленное клиническое наблюдение иллюстрирует классическое течение опухоли Уортина. Случай подчеркивает критическую важность комплексного подхода к диагностике, сочетающего современные методы визуализации и обязательное морфологическое исследование, которое является золотым стандартом верификации подобных процессов. Данный пример также наглядно демонстрирует устойчивую связь между длительным стажем табакокурения и развитием данной патологии, что указывает на необходимость тщательного сбора соответствующего анамнеза и проведения активной разъяснительной работы с пациентами о важности отказа от курения как с целью первичной профилактики, так и для снижения риска рецидивирования.

**Ключевые слова:** аденолимфома, опухоль Уортина, опухоли слюнных желез, табакокурение, околоушная слюнная железа, МРТ, трепан биопсия

**Для цитирования:** Маковская НИ. Опухоль Уортина у мужчины с длительным стажем табакокурения: клинический случай. *Пародонтология*. 2026;31(1):111-119. <https://doi.org/10.33925/1683-3759-2026-1177>

\***Автор, ответственный за связь с редакцией:** Маковская Нина Игоревна, кафедра челюстно-лицевой хирургии и хирургической стоматологии имени А. А. Лимберга Северо-Западного государственного медицинского университета имени И. И. Мечникова, 191015, ул. Кирочная, д. 41, г. Санкт-Петербург, Российская Федерация. Для переписки: [mogand830320@mail.ru](mailto:mogand830320@mail.ru), +7-911-183-74-69

**Конфликт интересов:** Автор декларирует отсутствие конфликта интересов.

**Благодарности:** Автор заявляет об отсутствии внешнего финансирования при проведении исследования. Благодарит заведующего патологоанатомическим отделением к. м. н. Самусенко Игоря Алексеевича, врача-онколога Костину Елену Ивановну, заведующего отделением отоларингологии и челюстно-лицевой хирургии Кочергина Геннадия Александровича.

# Warthin tumor in a patient with a long-term smoking history: a clinical case report

N.I. Makovskaya<sup>1,2\*</sup>

<sup>1</sup>North-Western State Medical University named after I.I. Mechnikov, Saint Petersburg, Russian Federation

<sup>2</sup>All-Russian Center for Emergency and Radiation Medicine named after A.M. Nikiforova, Saint Petersburg, Russian Federation

## ABSTRACT

**Relevance.** The diagnosis of salivary gland neoplasms remains one of the most challenging problems in oral and maxillofacial surgery because of the marked histological diversity of these tumors and the lack of pathognomonic clinical features at early stages. This issue is further aggravated by the increasing incidence of salivary gland tumors. Among benign salivary gland neoplasms, Warthin tumor (adenolymphoma) consistently ranks second in frequency. The present clinical case highlights long-term tobacco smoking as an important modifiable risk factor for the development of this tumor. **Description of a clinical case.** A 57-year-old man presented with a slowly enlarging mass on the right lateral aspect of the neck, which he had first noticed approximately three years earlier. His medical history was notable for long-term tobacco smoking for more than 20 years, with a consumption of one pack of cigarettes per day. Physical examination revealed a painless, firm-elastic mass measuring approximately 4 × 3 × 6 cm and mobile relative to the surrounding tissues. Comprehensive evaluation, including neck ultrasonography and contrast-enhanced magnetic resonance imaging, identified a well-circumscribed lesion closely adjacent to the inferior pole of the parotid gland. The diagnosis was established by core needle biopsy. Histological examination of the biopsy specimen revealed cystadenoma with characteristic lymphoid stroma. The patient underwent radical surgical excision of the tumor. The postoperative course was uneventful, and the wound healed by primary intention. Gross examination demonstrated a cystic tumor enclosed by a fibrous capsule. Microscopic examination showed that the cystic cavity was lined by bilayered oncocytic epithelium forming branching papillary projections into the cyst lumen. Dense lymphoid infiltrates with well-formed germinal centers were identified within the fibrous wall of the tumor. Final histopathological examination of the surgical specimen confirmed the diagnosis of Warthin tumor. The histological findings were consistent with the classic microscopic features of Warthin tumor. **Conclusion.** This clinical case illustrates the classic presentation and clinical course of Warthin tumor. It underscores the importance of a comprehensive diagnostic approach integrating modern imaging modalities with mandatory morphologic verification, which remains the gold standard for confirming such lesions. The case also highlights the well-established association between long-term tobacco smoking and the development of this tumor, emphasizing the need for thorough history taking and active patient counseling on smoking cessation for both primary prevention and reduction of recurrence risk.

**Keywords:** adenolymphoma, Warthin tumor, salivary gland neoplasms, tobacco smoking, parotid gland, magnetic resonance imaging, core needle biopsy

**For citation:** Makovskaya N.I. Warthin tumor in a patient with a long-term smoking history: a clinical case report. *Parodontologiya*. 2026;32(1):111-119. (In Russ.). <https://doi.org/10.33925/1683-3759-2026-1177>

\***Corresponding author:** Nina I. Makovskaya, Department of the Maxillofacial and Oral Surgery, North-Western State Medical University named after I. I. Mechnikov, 41 Kirochnaya Str., Saint Petersburg, Russian Federation, 191015. For correspondence: morand830320@mail.ru

**Conflict of interests:** The author declare no conflict of interests.

**Acknowledgments:** The author declares that no external funding was received for this study. The author is grateful to Igor A. Samusenko, Cand. Sci. (Med.), Head of Department; Elena I. Kostina, oncologist; and Gennady A. Kochergin, Head of the Department of Otorhinolaryngology and Oral and Maxillofacial Surgery.

## ВВЕДЕНИЕ

Диагностика новообразований слюнных желез представляет собой одну из наиболее сложных и актуальных задач в современной челюстно-лицевой хирургии. Значительные диагностические трудности обусловлены исключительным гистологическим разнообразием опухолей данной локализации, отсутствием патогномичных клинических и инструментальных признаков на ранних стадиях, а также вариабельностью их

течения [1-3]. Актуальность опухолей околоушных желез всегда присутствует также в связи проведением хирургического лечения, сопряженного с вероятностью осложнений, как, например, в виде травмы ветвей лицевого нерва. Значимость проблемы дополнительно подчеркивается наблюдаемой в последние десятилетия тенденцией к неуклонному росту заболеваемости в данной нозологической группе.

Среди многочисленных доброкачественных опухолей слюнных желез второе по частоте место ста-

бильно занимает аденолимфома околоушной слюнной железы, также известная как опухоль Уортина (Warthin tumor) [2, 3]. Это образование обладает рядом уникальных клинико-морфологических характеристик, отличающих его от других аденом.

История описания данной опухоли является показательным примером поэтапного формирования современного представления о болезни [3]. Впервые подобное образование было описано в 1895 году Хиддербрантом (Hidderbrant) как «боковая киста». Следующий значительный вклад внес Альберт Рот (Albert Roth), который в 1910 году представил научному сообществу два случая опухолей в области шеи, охарактеризовав их как «папиллярные цистаденомы слюнных желез». Однако свое современное название опухоль получила по имени американского патолога Алдред Уортина (Aldred Scott Warthin), который в 1929 году детально описал серию аналогичных случаев и представил ее гистологическую характеристику. Несмотря на то что Уортин не был первым исследователем, столкнувшимся с данной патологией, именно его работы получили широкое признание, что и закрепило эпоним в медицинской терминологии.

Эпидемиологически опухоль Уортина имеет четкую корреляцию с возрастом и курением [4]. Пик заболеваемости приходится на возрастную группу от 60 до 70 лет. Важнейшим модифицируемым фактором риска является длительный стаж табакокурения, что подтверждается значительным преобладанием курильщиков среди пациентов с этим диагнозом. Полагают, что канцерогены табачного дыма оказывают тропное воздействие на эпителиальные и лимфоидные элементы протоковой системы желез, провоцируя онкогенез.

В ходе ретроспективного анализа, проведенного Луисом Абарка (Abarca L.) и его коллегами, было установлено, что в анамнезе пациентов с опухолью Уортина достоверно чаще, чем в контрольной группе лиц с кистами слюнных желез, фиксировался значительный стаж курения. Согласно полученным данным, подавляющее число пациентов (71%) пациентов основной группы имели статус активных курильщиков с потреблением не менее одной пачки сигарет в день на протяжении периода, превышающего десять лет [4].

Характерной чертой локализации опухоли является ее расположение в области нижнего полюса околоушной железы, дистальнее основного массива паренхимы, нередко в хвостовой части или даже экстракапсулярно [5].

Важной клинической особенностью опухоли Уортина является склонность к мультифокальному и билатеральному росту. Описаны случаи синхронного или метакронного возникновения нескольких опухолевых узлов в одной железе, а также двустороннего поражения [6], что требует от клинициста тщательного обследования обеих околоушных областей.

Вероятность рецидива при опухоли Уортина повышается вследствие ее мультицентричного роста, который в 20% случаев характерен для аденолимфом, когда новые очаги могут развиваться из оставшейся ткани железы [11].

Клиническое течение опухоли Уортина, как правило, малосимптомное. Пациенты чаще всего обращаются за медицинской помощью в связи с обнаружением безболезненного, медленно прогрессирующего в размерах образования в околоушно-жевательной области или в углу нижней челюсти. Такие симптомы, как болевой синдром или парез лицевого нерва, для классической опухоли Уортина крайне нетипичны и их появление должно настораживать в отношении других, в том числе злокачественных, процессов.

Классическая гистологическая картина опухоли Уортина представляет собой уникальный лимфоэпителиальный симбиоз. Макроскопически это инкапсулированное кистозное образование. Микроскопически выявляются два обязательных компонента: эпителиальный и лимфоидный. Эпителиальный компонент представлен двуслойным эпителием, состоящим из оксифильных клеток – онкоцитов, формирующих папиллярные структуры, вдающиеся в просвет кист. Лимфоидный компонент представлен лимфоидной тканью с формированием герминативных центров (фолликулов), расположенной в строме под эпителиальным слоем [2, 3, 7].

Содержимое кистозных полостей обычно представлено белковым секретом, иногда с примесью слизи или кристаллов холестерина. Сочетание этих элементов – кистозно-папиллярных структур, высланных онкоцитами, и лимфоидной стромы – является патогномоничным для данного вида опухоли [2, 3, 7].

Наши коллеги из Белоруссии выделили три варианта аденолимфомы: мультикистозный, микрокистозный и макрокистозный [7]. Микрокистозный вариант, визуализируемый как солидное образование при УЗИ, гистологически характеризуется наличием микрокист. Это ограничивает информативность предоперационной цитологической диагностики. Мультикистозный вариант ассоциирован с наличием эктопированной ткани слюнной железы во внутриорганных лимфоузлах (20% случаев), что может служить морфологической основой для рецидива. Для макрокистозного варианта типична слабая выраженность тканевого компонента (пристеночные разрастания) и структурная неоформленность капсулы, повышающая риск интраоперационной перфорации.

Несмотря на то что УЗИ является стандартным первичным методом диагностики патологии слюнных желез [2, 3, 7], его возможности в верификации аденолимфом ограничены. Ультразвуковая картина аденолимфом отличалась значительным полиморфизмом и не является патогномоничной. Низкая диагностическая точность УЗИ связана не с квалификацией специалиста, но и с принципиальной

неспособностью метода оценить гистологическую природу образования. Золотым стандартом в дооперационной диагностике признаны морфологические методы [2-7], в первую очередь — тонкоигольная аспирационная биопсия с цитологическим исследованием. Как показывает опыт, исследование материала тонкоигольной биопсии опухолей слюнных желез дает высокий процент ошибок диагностики в виду неоднородности структуры большинства новообразований. Информативность также вариабельна, по данным литературы составляя от 60 до 98% [1, 4]. Основные причины ложноотрицательных результатов при аденолиомфмах включают гистологическое многообразие опухолей, ошибки забора материала и субъективность цитологической интерпретации.

В визуализации новообразования также используется КТ и МРТ с контрастированием. МРТ превосходит КТ в области исследования границ опухоли, но радиомические характеристики обоих методов не имеют существенных различий [8].

В литературе описаны случаи диагностики аденолиомфомы с помощью ПЭТ/КТ, сцинтиграфии, МРТ и КТ в рамках мультимодального подхода [9]. Сцинтиграфия демонстрирует высокую диагностическую ценность в визуализации аденолиомфомы, что обусловлено типичной для данной опухоли картиной: интенсивным локальным накоплением радиофармапрепарата в сочетании со слабой реакцией на функциональную стимуляцию. Эта сцинтиграфическая особенность служит важным дифференциально-диагностическим признаком, позволяющим отличить аденолиомфому от других опухолей слюнных желез. Однако в рутинной практике применение такого набора инструментальных исследований избыточно и экономически нецелесообразно.

Оптимальным объемом хирургического лечения аденолиомфомы околоушной железы является перикапсулярное удаление, но применить его можно только при условии ее дооперационной морфологической верификации [10].

### ОПИСАНИЕ КЛИНИЧЕСКОГО СЛУЧАЯ

На амбулаторный консультативный прием к челюстно-лицевому хирургу обратился пациент мужского пола 57 лет с первичными жалобами на медленно растущее объемное образование, локализующееся на латеральной поверхности шеи справа. Со слов пациента, он впервые отметил появление патологического образования приблизительно в 2020 году, однако на тот момент его наличие не вызывало каких-либо субъективных неприятных ощущений, функциональных ограничений или болевого синдрома, в связи с чем за специализированной медицинской помощью он не обращался. Непосредственной причиной для настоящего визита послужил заметный для пациента прогрессирующий рост патологического очага, а также формирование выра-

женного эстетического дефекта, оказывающего влияние на психоэмоциональное состояние пациента.

При визуальном осмотре области шеи определялась четко выраженная асимметрия, обусловленная наличием объемного образования значительных размеров, расположенного в проекции средней трети латеральной поверхности шеи справа. Форма образования была овальной, с визуально определяемыми ровными и четкими контурами. Кожные покровы над образованием были не изменены, гиперемии, локальной гипертермии или изъязвлений не отмечалось.

При проведении пальпаторного исследования было идентифицировано образование плотноэластической консистенции, с ровной и гладкой поверхностью, размерами примерно 40 x 30 x 65 мм. Образование было четко отграничено от окружающих тканей, не спаяно с кожными покровами и подлежащими анатомическими структурами. Пальпация не вызывала у пациента болезненных ощущений. При обследовании регионарных лимфатических узлов (поднижнечелюстные, передние и задние шейные группы) признаков лимфаденопатии выявлено не было.

Важным элементом сбора общего анамнеза явились данные о длительном стаже табакокурения — более 20 лет, с интенсивностью потребления более 20 сигарет в сутки, что было отмечено как значимый модифицируемый фактор риска.

Среди коморбидных состояний, имеющих потенциальное влияние на течение послеоперационного периода, было зафиксировано нарушение толерантности к глюкозе.

В рамках предоперационного обследования и уточнения характера патологического процесса пациенту был проведен комплекс инструментальных исследований.

1. Ультразвуковое исследование (УЗИ) мягких тканей шеи. На правой боковой поверхности шеи визуализируется гипоехогенное объемное образование размером 40 x 32 x 60 мм. Отмечается четкая дифференциация образования от окружающих тканей, отсутствие признаков инвазии в подкожную жировую клетчатку и кожу.

2. Магнитно-резонансная томография (МРТ) шеи с контрастным усилением. При проведении МРТ-сканирования на правой боковой поверхности шеи, непосредственно под подкожной мышцей (*m. platysma*) на глубине около 5 мм, было выявлено четко очерченное образование овальной формы, с ровными контурами, размерами 38 x 32 x 64 мм (рис. 1).

Образование тесно прилегало к нижнему полюсу околоушной слюнной железы и располагалось позади ветви нижней челюсти. Отмечалось его смещающее воздействие на окружающие структуры: образование оттесняло к медиальной стороне и умеренно компримировало грудино-ключично-сосцевидную мышцу. Также выявлено тесное прилегание образования к ходу правой лицевой артерии и близкое расположение к стенке правой внутренней сонной артерии

(BCA). При оценке состояния лимфатического аппарата шеи были визуализированы поверхностные и глубокие лимфоузлы размерами до 7-8 мм по короткой оси, что не превышало референсные значения.

На амбулаторном этапе пациент проконсультирован онкологом. Для определения гистологической структуры образования и выработки дальнейшей лечебной тактики было принято решение о проведении инвазивной диагностической процедуры – трепан-биопсии. Предоперационная гистологическая верификация является неотъемлемым компонентом предоперационного обследования, позволяющим перейти от предположительного диагноза к верифицированному и сформировать индивидуализированную и патогенетически обоснованную тактику лечения пациента.

Под местной инфильтрационной анестезией раствором лидокаина 0,5% в объеме 1,0 мл, после стандартной предоперационной обработки операционного поля антисептическими средствами, была выполнена пункционная биопсия образования с использованием иглы гильотинного типа GBL 14G x 10. Взятый образец ткани был направлен на патоморфологическое исследование.

При гистологическом исследовании биоптата была диагностирована цистаденома. Микроскопическая картина была представлена фрагментами опухолевой ткани железисто-сосочкового строения. Характерной особенностью была выстилка из энтоциотов – эпителиальных клеток с выраженной эозинофилией цитоплазмы. В прилежащей строме отмечалась значительная лимфоидная инфильтрация с формированием лимфоидных фолликулов (рис. 3, 4).

На основании данных клинической картины, инструментальных и гистологических исследований было показано хирургическое лечение. Пациент был госпитализирован в отделение отоларингологии и челюстно-лицевой хирургии Всероссийского центра экстренной и радиационной медицины имени А. М. Никифорова ВЦЭРМ имени А. М. Никифорова МЧС России, где в условиях эндотрахеального наркоза было произведено радикальное удаление новообразования боковой поверхности шеи справа. Выполнен линейный разрез кожи, подкожно-жировой клетчатки и платизмы. Новообразование выделено тупым и острым путем, мобилизовано. Полностью удалено в пределах здоровых тканей и отправлено на плановое гистологическое исследование. На протяжении операции проводился адекватный гемостаз. В рану установлен перчаточный дренаж. Послойное ушивание раны завершило оперативный этап. Наложена асептическая повязка. Дренаж удален на вторые послеоперационные сутки.

Послеоперационный период протекал гладко. Состояние пациента при выписке из стационара характеризовалось как удовлетворительное. Была проведена подробная разъяснительная беседа с пациентом о критической важности отказа от курения,

как одного из ведущих установленных этиологических факторов в развитии данного типа новообразований, а также как значимого фактора, повышающего риск рецидивирования патологического процесса в отдаленном периоде.

Проведено гистологическое исследование всего операционного материала (рис. 2).

Макропрепарат был представлен кистозной опухолью с фиброзной капсулой.

При микроскопическом исследовании кистозная полость была выстлана двуслойным энтоциотарным эпителием, формирующим разветвленные папиллярные структуры, вдающиеся в просвет кисты (рис. 3-6).

Эпителиальный компонент представлен из внешних столбчатых и внешних кубовидных клеток (рис. 7).

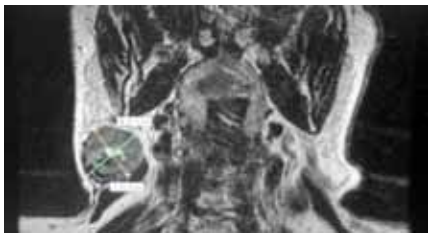
Были выполнены иммуногистохимические исследования с цитокератином 7 и антителами к p63 (рис. 8-11).

На основании совокупности микроскопических и иммуногистохимических характеристик был выставлен окончательный диагноз: «внежелезистая аденолимфома» (опухоль Уортина).

Диагностический процесс при подозрении на онкологический процесс в слюнных железах представляет собой комплексный многоэтапный подход, основанный на последовательном применении клинических, инструментальных и морфологических методов. Особое внимание в клинической практике следует уделять сбору анамнеза, в рамках которого необходимо детально анализировать все жалобы пациента и историю развития патологического образования. Важно отметить, что одним из значимых модифицируемых факторов риска, в частности для развития такой опухоли, как аденолимфома околоушной железы (опухоль Уортина), является длительное табакокурение. Особенно это касается пациентов со стажем курения более десяти лет, у которых вероятность возникновения данной нозологии существенно возрастает. Согласно результатам исследования, проведенного А. И. Пачесом, курение является значимым фактором риска развития аденолимфомы (опухоль Уортина), ассоциированным восьмикратным повышением вероятности ее возникновения [11]. Представленный нами клинический случай иллюстрирует эти данные. Наш пациент – курильщик с более чем десятилетним стажем курения пачки сигарет в день.

Первичным и фундаментальным этапом диагностики служит физикальное обследование. Оно подразумевает тщательный визуальный осмотр и детальную пальпацию не только самого выявленного образования, но и окружающих его тканей, а также всех доступных групп регионарных лимфатических узлов для оценки их размеров, консистенции, подвижности и болезненности.

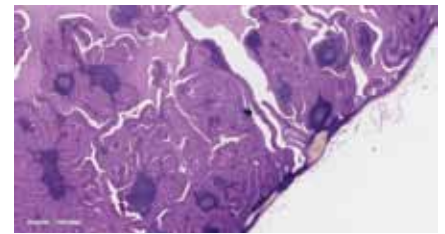
Следующим, не менее важным, шагом является морфологическая верификация диагноза, без которой невозможно определение дальнейшей тактики ведения пациента. С этой целью выполняется ци-



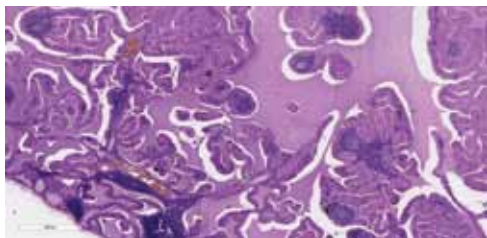
**Рис. 1.** Магнито-резонансная томограмма четко очерченного образования овальной формы, содержащая кистозные включения и мелкие кальцинаты, прилежащего к нижнему контуру околоушной слюнной железы (источник: составлено авторами)  
**Fig. 1.** Magnetic resonance image showing a well-circumscribed oval lesion with cystic components and small calcifications adjacent to the inferior border of the parotid gland (Sources: compiled by the author)



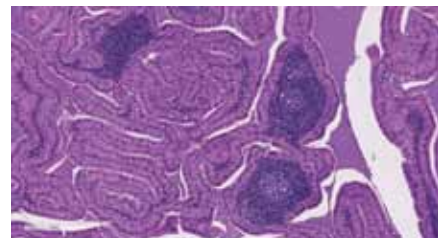
**Рис. 2.** Удаленный макропрепарат инкапсулированного плотноэластичного образования 6,5 x 4,5 x 4 см (источник: составлено авторами)  
**Fig. 2.** Gross specimen of an excised encapsulated mass, firm-elastic in consistency, measuring 6.5 x 4.5 x 4.0 cm (Sources: compiled by the author)



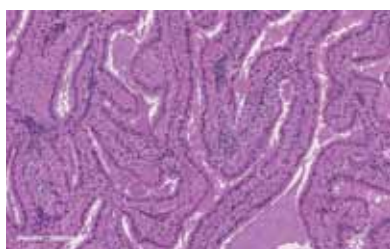
**Рис. 3.** Опухоль Уортина (аденолимфома) сосочкового строения с лимфоидной инфильтрацией стромы. Прилежащая жировая ткань. Окраска гематоксилином и эозином. Ув. x100 (источник: составлено авторами)  
**Fig. 3.** Warthin tumor (adenolymphoma) with papillary architecture and lymphoid stromal infiltration. Adjacent adipose tissue. Hematoxylin and eosin stain. Original magnification x100 (Sources: compiled by the author)



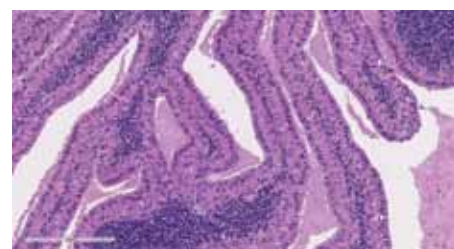
**Рис. 4.** Опухоль Уортина с серозным содержимым в просвете кисты. Окраска гематоксилином и эозином. Ув. x100 (источник: составлено авторами)  
**Fig. 4.** Warthin tumor with serous material in the cyst lumen. Hematoxylin and eosin stain. Original magnification x100 (Sources: compiled by the author)



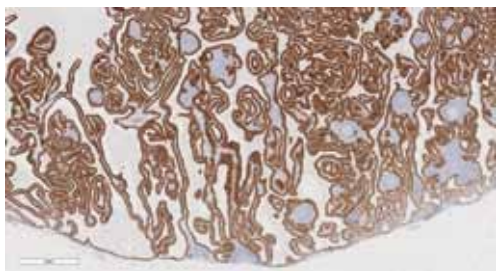
**Рис. 5.** Опухоль Уортина. Сосочки выстланы двухслойным эпителием онкоцитарного типа, в строме лимфоидные фолликулы с гиперплазией. Окраска гематоксилином и эозином. Ув. x200 (источник: составлено авторами)  
**Fig. 5.** Warthin tumor. Papillae lined by bilayered oncocytic epithelium with stromal lymphoid follicles showing hyperplasia. Hematoxylin and eosin stain. Original magnification x200 (Sources: compiled by the author)



**Рис. 6.** Опухоль Уортина. Сосочки выстланы двухслойным эпителием онкоцитарного типа, в строме лимфоидные фолликулы с гиперплазией, а также есть единичные лимфоидные скопления без признаков гиперплазии. Окраска гематоксилином и эозином. Ув. x200 (источник: составлено авторами)  
**Fig. 6.** Warthin tumor. Papillae lined by bilayered oncocytic epithelium with stromal lymphoid follicles showing hyperplasia, as well as isolated lymphoid aggregates without hyperplastic changes. Hematoxylin and eosin stain. Original magnification x200 (Sources: compiled by the author)

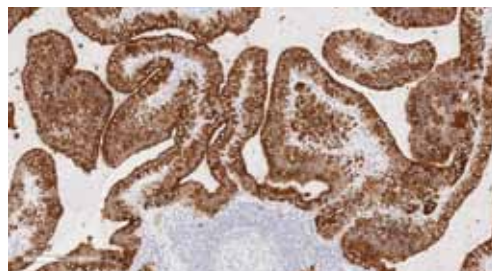


**Рис. 7.** Опухоль Уортина. Эпителий представлен в просветной части столбчатыми онкоцитарными клетками с ядрами в виде частокола, расположенных в центре или на апикальном полюсе. Ниже расположены базалоидные кубические клетки. Окраска гематоксилином и эозином. Ув. x200 (источник: составлено авторами)  
**Fig. 7.** Warthin tumor. The luminal epithelial layer is composed of columnar oncocytic cells with palisaded nuclei located centrally or at the apical pole; the underlying layer is composed of basaloid cuboidal cells. Hematoxylin and eosin stain. Original magnification x200 (Sources: compiled by the author)



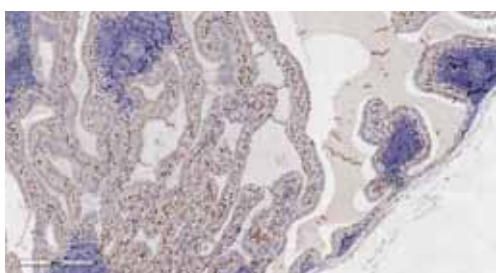
**Рис. 8.** Опухоль Уортина. Иммуногистохимическое исследование с антителами к цитокератину 7. Диффузное окрашивание онкоцитарного эпителия сосочков. Ув. x100 (источник: составлено авторами)

**Fig. 8.** Warthin tumor. Immunohistochemical staining for cytokeratin 7 showing diffuse positivity in the oncocytic epithelium of the papillae. Original magnification  $\times 100$  (Sources: compiled by the author)



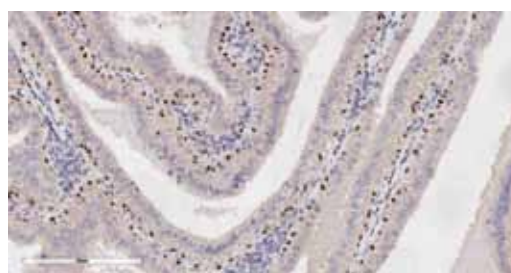
**Рис. 9.** Опухоль Уортина. Иммуногистохимическое исследование с антителами к цитокератину 7. Диффузное окрашивание онкоцитарного эпителия сосочков. Ув. x200 (источник: составлено авторами)

**Fig. 9.** Warthin tumor. Immunohistochemical staining for cytokeratin 7 showing diffuse positivity in the oncocytic epithelium of the papillae. Original magnification  $\times 200$  (Sources: compiled by the author)



**Рис. 10.** Опухоль Уортина. Иммуногистохимическое исследование с антителами к p63. Диффузное окрашивание базалоидного кубического эпителия сосочков. Ув. x100 (источник: составлено авторами)

**Fig. 10.** Warthin tumor. Immunohistochemical staining for p63 showing diffuse positivity in the basaloid cuboidal epithelium of the papillae. Original magnification  $\times 100$  (Sources: compiled by the author)



**Рис. 11.** Опухоль Уортина. Иммуногистохимическое исследование с антителами к p63. Диффузное окрашивание базалоидного кубического эпителия сосочков. Ув. x200 (источник: составлено авторами)

**Fig. 11.** Warthin tumor. Immunohistochemical staining for p63 showing diffuse positivity in the basaloid cuboidal epithelium of the papillae. Original magnification  $\times 200$  (Sources: compiled by the author)

тологическое исследование клеточного материала, получаемого при помощи тонкоигольной аспирационной биопсии. В качестве альтернативных или уточняющих методов забора тканей могут применяться трепан-биопсия, кор-биопсия, а также инцизионная или эксцизионная биопсия. Данные вмешательства могут проводиться как на первичной опухоли. Увеличенные или клинически подозрительные лимфатические узлы рекомендуется исследовать на материале эксцизионной биопсии. Окончательное подтверждение диагноза и установление гистологического типа новообразования осуществляется в ходе патолого-анатомического исследования биопсийного или всего операционного материала, полученного из тканей пораженной слюнной железы.

Инструментальная диагностика занимает ключевую позицию в определении локализации и распространенности опухолевого процесса. Всем пациентам с подозрением на новообразование слюнных желез в качестве первоочередного и высокоинформативного скринингового метода настоятельно рекомендуется выполнение ультразвукового исследования мягких тканей лица, дна полости рта и лимфатических узлов шеи. Сочетание УЗИ с одно-

временной тонкоигольной аспирационной биопсией подозрительных очагов позволяет не только провести их верификацию, но и определить стадию заболевания. В ситуациях местно-распространенного онкологического процесса, при наличии клинических подозрений на инвазию опухоли в костные структуры, такие как нижняя или верхняя челюсть, либо основание черепа, рекомендуется проведение более детальных методов визуализации. К ним относятся компьютерная томография (КТ) или магнитно-резонансная томография (МРТ) лицевого отдела черепа с обязательным внутривенным контрастным усилением. Эти исследования являются незаменимыми для исключения или подтверждения вовлечения указанных анатомических структур в опухолевый процесс. В наиболее сложных диагностических случаях, а также для оценки общего объема поражения может быть применена позитронно-эмиссионная томография, совмещенная с компьютерной томографией (ПЭТ-КТ).

Следует подчеркнуть, что основным и радикальным методом лечения истинных опухолей слюнных желез, включая опухоль Уортинга, на сегодняшний день является хирургическое вмешательство. Объем и характер

операции определяются строго индивидуально, исходя из гистологического типа новообразования, стадии заболевания и общего состояния пациента.

Этот клинический случай вновь указывает на критическую роль медицинского сообщества в формировании здоровых привычек у населения. Каждый врач – будь то стоматолог, челюстно-лицевой хирург или специалист другого профиля – обязан не только рекомендовать отказ от курения, но и демонстрировать приверженность этому принципу на личном примере.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В представленном клиническом случае демонстрируется классическое течение опухоли Уортина – доброкачественного новообразования, наиболее часто ассоциированного с околоушной слюнной железой, но в редких случаях встречающегося и экс-

трагандулярно. Диагноз был верифицирован комплексно, с применением современных методов визуализации и обязательным морфологическим исследованием, что является золотым стандартом в диагностике объемных процессов челюстно-лицевой области и шеи. Правильный и в деталях собранный анамнез не только является звеном диагностики, но и вносит дополнительный вклад, а в случае опухоли Уортина подтверждает роль длительного курения табака, как одного из ведущих предрасполагающих факторов развития новообразования. Данное наблюдение подтверждает необходимость активной пропаганды здорового образа жизни и отказа от курения со стороны всех медицинских работников, включая врачей первичного звена, стоматологов и челюстно-лицевых хирургов. Ключевым элементом такой пропаганды является личный пример – отсутствие табачной зависимости у самого специалиста.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кузьмина ЕВ, Сотникова МВ, Боровой ВН, Наконечный ДА. Проблемы диагностики новообразований слюнных желез. *Клиническая стоматология*. 2023;26(3):60-69.

[http://dx.doi.org/10.37988/1811-153X\\_2023\\_3\\_60](http://dx.doi.org/10.37988/1811-153X_2023_3_60)

2. Кузьмина ЕВ, Сотникова МВ, Наконечный ДА. Проблемы дооперационной диагностики аденолимфомы околоушной слюнной железы. *Вестник Смоленской государственной медицинской академии*. 2023;22(3):286-291.

<https://doi.org/10.37903/vsgma.2023.3.39>

3. Тараканова ОВ, Славнова ЕН, Семенова АБ. Дифференциальная цитологическая диагностика опухоли Уортина. *Клиническая лабораторная диагностика*. 2024;69(5):195-205.

<https://doi.org/10.51620/0869-2084-2024-69-5-195-205>

4. Abarca L, Green LK, Wang RY, Sandulache VC, Hernandez DJ. Tobacco exposure linked to Warthin's tumor being the most common benign parotid neoplasm in Veterans: A retrospective cohort study. *Science Progress*. 2025;108(4).

<https://doi.org/10.1177/00368504251399563>

5. Lee DH, Yoon TM, Lee JK, Lim SC. Surgical treatment strategy in Warthin tumor of the parotid gland. *Braz J Otorhinolaryngol*. 2019;85(5):546-550.

<https://doi.org/10.1016/j.bjorl.2018.04.004>

6. Chauhan N, Gupta P, Dhingani G, Shah T, Ghosh L. Removal of Synchronous Bilateral Warthin's Tumor in a Single sitting: A Case Report. *Indian J Otolaryngol Head*

*Neck Surg*. 2024;76(6):6018-6020.

<https://doi.org/10.1007/s12070-024-05060-5>

7. Дударева И.В. Диагностика аденолимфомы околоушной железы: корреляция результатов предоперационной ультразвуковой диагностики и гистологического исследования удаленных опухолей. *Известия Национальной академии наук Беларуси. Серия медицинских наук*. 2017;(3):107-110. Режим доступа:

<https://vestimed.belnauka.by/jour/article/view/391/385>

8. Liu Y, Zheng J, Lu X, Wang Y, Meng F, Zhao J, et al. Radiomics-based comparison of MRI and CT for differentiating pleomorphic adenomas and Warthin tumors of the parotid gland: a retrospective study. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol*. 2021;131(5):591-599.

<https://doi.org/10.1016/j.oooo.2021.01.014>

9. Cheon M, Yi H, Kim I. Multimodality Imaging of Warthin's Tumor: PET/CT, Scintigraphy, MRI, and CT. *Diagnostics*. 2025;15(21):2666.

<https://doi.org/10.3390/diagnostics15212666>

10. Bonavolontà P, Germano C, Committeri U, Orabona GD, Piombino P, Abbate V, et al. Surgical management of Warthin tumor: long-term follow-up of 224 patients from 2002 to 2018. *Oral Maxillofac Surg*. 2024;28(1):131-136.

<https://doi.org/10.1007/s10006-023-01156-4>

11. Chedid HM, Rapoport A, Aikawa KF, Menezes Ados S, Curioni OA. Warthin's tumor of the parotid gland: study of 70 cases. *Rev Col Bras Cir*. 2011;38(2):90-94.

<https://doi.org/10.1590/s0100-69912011000200004>

### REFERENCES

1. Kuz'mina E.V., Sotnikova M.V., Borovoj V.N., Nakonechnyi D.A. Issues of salivary glands neoplasms diagnosis. *Clinical Dentistry (Russia)*. 2023;26(3):60-69 (In Russ.).

[http://dx.doi.org/10.37988/1811-153X\\_2023\\_3\\_60](http://dx.doi.org/10.37988/1811-153X_2023_3_60)

2. Kuz'mina E.V., Sotnikova M.V., Nakonechnyi D.A. Problems of preoperative diagnosis of adenolymphoma of parotid salivary gland. *Vestnik of the Smolensk State Medical Academy*. 2023;22(3):286-291 (In Russ.).

<https://doi.org/10.37903/vsgma.2023.3.39>

3. Tarakanova O.V., Slavnova E.N., Semenova A.B. Differential cytological diagnosis of Warthin's tumor. *Klinicheskaya Laboratornaya Diagnostika (Russian Clinical Laboratory Diagnostics)*. 2024;69(5):195-205 (In Russ.).  
<https://doi.org/10.51620/0869-2084-2024-69-5-195-205>

4. Abarca L, Green LK, Wang RY, Sandulache VC, Hernandez DJ. Tobacco exposure linked to Warthin's tumor being the most common benign parotid neoplasm in Veterans: A retrospective cohort study. *Science Progress*. 2025;108(4).  
<https://doi.org/10.1177/00368504251399563>

5. Lee DH, Yoon TM, Lee JK, Lim SC. Surgical treatment strategy in Warthin tumor of the parotid gland. *Braz J Otorhinolaryngol*. 2019;85(5):546-550.  
<https://doi.org/10.1016/j.bjorl.2018.04.004>

6. Chauhan N, Gupta P, Dhingani G, Shah T, Ghosh L. Removal of Synchronous Bilateral Warthin's Tumor in a Single sitting: A Case Report. *Indian J Otolaryngol Head Neck Surg*. 2024;76(6):6018-6020.  
<https://doi.org/10.1007/s12070-024-05060-5>

7. Dudareva I.V. Adenolymphoma of the parotid gland: correlation of the results of pre-operative ultrasound diagnostics and histological research of removed

tumors. *Proceedings of the National Academy of Sciences of Belarus, Medical series*. 2017;(3):107-110 (In Russ.).

<https://vestimed.belnauka.by/jour/article/view/391/385>  
 8. Liu Y, Zheng J, Lu X, Wang Y, Meng F, Zhao J, et al. Radiomics-based comparison of MRI and CT for differentiating pleomorphic adenomas and Warthin tumors of the parotid gland: a retrospective study. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol*. 2021;131(5):591-599.  
<https://doi.org/10.1016/j.oooo.2021.01.014>

9. Cheon M, Yi H, Kim I. Multimodality Imaging of Warthin's Tumor: PET/CT, Scintigraphy, MRI, and CT. *Diagnostics*. 2025;15(21):2666.

<https://doi.org/10.3390/diagnostics15212666>  
 10. Bonavolontà P, Germano C, Committeri U, Orabona GD, Piombino P, Abbate V, et al. Surgical management of Warthin tumor: long-term follow-up of 224 patients from 2002 to 2018. *Oral Maxillofac Surg*. 2024;28(1):131-136.

<https://doi.org/10.1007/s10006-023-01156-4>  
 11. Chedid HM, Rapoport A, Aikawa KF, Menezes Ados S, Curioni OA. Warthin's tumor of the parotid gland: study of 70 cases. *Rev Col Bras Cir*. 2011;38(2):90-94.  
<https://doi.org/10.1590/s0100-69912011000200004>

## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ

### Автор, ответственный за связь с редакцией

**Маковская Нина Игоревна**, кандидат медицинских наук, доцент кафедры челюстно-лицевой хирургии и хирургической стоматологии имени А. А. Лимберга Северо-Западного государственного медицинского университета имени И. И. Мечникова, челюстно-лицевой хирург Всероссийского центра экстренной и радиационной медицины имени А. М. Никифорова, Санкт-Петербург, Российская Федерация

Для переписки: [morand830320@mail.ru](mailto:morand830320@mail.ru)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5028-4609>

## INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

### Corresponding author:

**Nina I. Makovskaya**, DDS, PhD, Associate Professor, Department of the Maxillofacial and Oral Surgery, North-Western State Medical University named after I. I. Mechnikov, Maxillofacial Surgeon, All-Russian Center for Emergency and Radiation Medicine named after A. M. Nikiforova EMERCOM of Russia, Saint Petersburg, Russian Federation.

For correspondence: [morand830320@mail.ru](mailto:morand830320@mail.ru)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5028-4609>

**Поступила / Article received 29.12.2025**

**Поступила после рецензирования / Revised 30.01.2026**

**Принята к публикации / Accepted 16.02.2026**

**Вклад авторов в работу.** Маковская Н. И. подтверждает соответствие своего авторства международным критериям ICMJE, а также согласен принять на себя ответственность за все аспекты работы.

**Authors' contribution.** N. I. Makovskaya confirm that their contributions comply with the international ICMJE criteria and agree to take responsibility for all aspects of the work.



# Цементодисплазия челюстей: сложности диагностики на примере клинического случая

Д.А. Немерюк<sup>1\*</sup>, Л.А. Дмитриева<sup>1</sup>, М.И. Лазечко<sup>2-4</sup>, А.Г. Надточий<sup>5</sup>, Н.Р. Еварницкая<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Российский университет медицины, Москва, Российская Федерация

<sup>2</sup>Федеральный клинический центр высоких медицинских технологий

Федерального медико-биологического агентства России, Химки, Российская Федерация

<sup>3</sup>Научно-практический центр лазерной медицины имени О.К. Скобелкина Федерального медико-биологического агентства России, Москва, Российская Федерация

<sup>4</sup>Академия постдипломного образования Федерального научно-клинического центра специализированных видов медицинской помощи и медицинских технологий Федерального медико-биологического агентства России, Москва, Российская Федерация

<sup>5</sup>Центральный научно-исследовательский институт стоматологии и челюстно-лицевой хирургии, Москва, Российская Федерация

## АННОТАЦИЯ

**Актуальность.** Цементодисплазия – доброкачественное поражение челюстей, часто протекающее бессимптомно и затрудняющее дифференциальную диагностику с хроническим апикальным периодонтитом. Неправильная диагностика может привести к необоснованному лечению. В условиях современной стоматологии использование конусно-лучевой компьютерной томографии (КЛКТ) является важным инструментом для точной диагностики, однако вопросы дифференциальной диагностики с использованием современных методов визуализации остаются актуальными. **Описание клинического случая.** В статье представлен клинический случай пациента с локальными диспластическими изменениями в переднем отделе нижней челюсти, расцененными как цементодисплазия. Для анализа использовались данные КЛКТ и внутриротовой радиовизиографии. Проведен анализ рентгенологических признаков патологии и их дифференциальная диагностика с другими фиброзно-костными поражениями и хроническим апикальным периодонтитом, с учетом наличия ятрогенных вмешательств (имплантации). На примере клинического случая демонстрируется важность анализа данных КЛКТ и внутриротовой радиовизиографии для выявления типичных и спорных рентгенологических признаков цементодисплазии. Подчеркивается, что клиническая картина не всегда типична для периодонтита, что требует тщательного рентгенологического исследования. **Заключение.** КЛКТ играет ключевую роль в постановке точного диагноза цементодисплазии и планировании тактики ведения пациента, позволяя избежать необоснованного эндодонтического или хирургического лечения. Статья иллюстрирует алгоритм дифференциальной диагностики с использованием современных лучевых методов.

**Ключевые слова:** цементодисплазия, фиброзная дисплазия, остеодисплазия, конусно-лучевая компьютерная томография, внутриротовая радиовизиография, апикальный периодонтит

**Для цитирования:** Немерюк ДА, Дмитриева ЛА, Лазечко МИ, Надточий АГ, Еварницкая НР. Цементодисплазия челюстей: сложности диагностики на примере клинического случая. *Пародонтология*. 2026;31(1):120-125. <https://doi.org/10.33925/1683-3759-2026-1198>

**\*Автор, ответственный за связь с редакцией:** Немерюк Дмитрий Алексеевич, кафедра терапевтической стоматологии и пародонтологии Российского университета медицины, 127006, ул. Долгоруковская, д. 4, г. Москва, Российская Федерация. Для переписки: [tatnem82@mail.ru](mailto:tatnem82@mail.ru)

**Конфликт интересов:** Авторы декларируют отсутствие конфликта интересов.

**Благодарности:** Авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования при проведении исследования. Индивидуальные благодарности для декларирования отсутствуют.

## Cemento-osseous dysplasia of the jaws: diagnostic challenges in a clinical case

D.A. Nemeryuk<sup>1\*</sup>, L.A. Dmitrieva<sup>1</sup>, M.I. Lazechko<sup>2-4</sup>, A.G. Nadtochiy<sup>5</sup>, N.R. Evarnitskaya<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Russian University of Medicine, Moscow, Russian Federation

<sup>2</sup>Federal Clinical Center for High Medical Technologies Federal Medical-Biological Agency, Khimki, Russian Federation

<sup>3</sup>Skobelkin Scientific and Practical Center for Laser Medicine Federal Medical-Biological Agency, Moscow, Russian Federation

<sup>4</sup>Academy of Postgraduate Education, Federal Scientific and Clinical Center for Specialized Types of Medical Care and Medical Technologies Federal Medical-Biological Agency, Moscow, Russian Federation

<sup>5</sup>Central Scientific Research Institute of Dentistry and Maxillofacial Surgery, Moscow, Russian Federation

## ABSTRACT

**Relevance.** Cemento-osseous dysplasia is a benign fibro-osseous lesion of the jaws that is often asymptomatic and may be mistaken for apical periodontitis. Misdiagnosis may lead to unnecessary treatment. Cone-beam computed tomography (CBCT) plays an important role in the diagnosis of this condition and in its differential diagnosis from other periapical lesions. **Description of the clinical case.** This report describes a clinical case of a localized cemento-osseous lesion in the anterior mandible, with imaging findings consistent with cemento-osseous dysplasia. The diagnostic workup was based on CBCT and digital intraoral radiography. Radiographic features of the lesion were evaluated, and the differential diagnosis included other fibro-osseous lesions and apical periodontitis, taking into account previous iatrogenic intervention associated with dental implant placement. The case highlights the importance of careful interpretation of CBCT and intraoral radiographs in identifying both typical and atypical features of cemento-osseous dysplasia. **Conclusion.** CBCT plays a key role in the diagnosis of cemento-osseous dysplasia and in treatment planning, helping to avoid unnecessary endodontic or surgical intervention. This case illustrates a practical imaging-based approach to the differential diagnosis of cemento-osseous dysplasia.

**Keywords:** cemento-osseous dysplasia, fibrous dysplasia, fibro-osseous lesions, cone-beam computed tomography, intraoral radiography, apical periodontitis

**For citation:** Nemeryuk D.A., Dmitrieva L.A., Lazechko M.I., Nadtochiy A.G., Evarnitskaya N.R. Cemento-osseous dysplasia of the jaws: diagnostic challenges in a clinical case. *Parodontologiya*. 2026;31(1):120-125. (In Russ.). <https://doi.org/10.33925/1683-3759-2025-1198>

\***Corresponding author:** Dmitriy A. Nemeryuk, Department of Restorative Dentistry and Periodontology, Russian University of Medicine, 4 Dolgorukovskaya Str., Moscow, Russian Federation, 127006. For correspondence: [tatnem82@mail.ru](mailto:tatnem82@mail.ru)

**Conflict of interests:** The authors declare no conflict of interests.

**Acknowledgments:** The authors declare that there was no external funding for the study. There are no individual acknowledgments to declare.

## ВВЕДЕНИЕ

Цементодисплазия (периапикальная цементо-дисплазия, цементома) – это доброкачественное фибро-костное поражение, относящееся к группе одонтогенных опухолей, происходящее из тканей периодонта и характеризующееся замещением нормальной костной ткани волокнистой соединительной тканью с последующим формированием цементоподобных структур [1, 2]. Наиболее часто поражается передний отдел нижней челюсти, преимущественно у женщин среднего возраста [3]. Клиническое течение обычно бессимптомное, патология чаще выявляется случайно при рентгенологическом обследовании. Основная диагностическая сложность заключается в рентгенологической мимикрии под воспалительные процессы, в частности хронический апикальный периодонтит, что может приводить к ошибочной тактике лечения [4, 5, 10]. В отечественной практике вопросы дифференциальной диагностики цементо-дисплазии с использованием современных методов визуализации, в частности КЛКТ, остаются актуальными, что подчеркивается в работах последних лет [6-9]. Данная статья на примере конкретного случая иллюстрирует алгоритм дифференциальной диагностики с использованием современных лучевых методов.

## ОПИСАНИЕ КЛИНИЧЕСКОГО СЛУЧАЯ

Пациент (мужчина, 1989 г.р.) был направлен на консультацию в связи с выявленным на ортопантограмме периапикальным разрежением в области зуба 3.5 без клинических проявлений периодонтита (рис. 1).

На ортопантограмме в области корней зубов 3.3 и 3.4 определяется уплотнение структуры кости с четкими и слегка волнистыми контурами; резорбции корней зубов не выявлено.

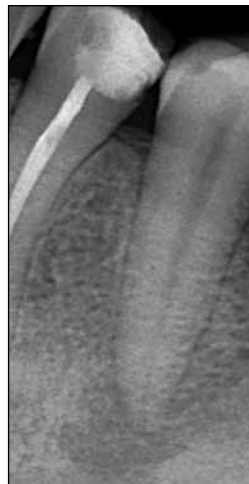
На прицельном снимке в области зуба 3.5 определяется дефект твердых тканей коронки, не сообщающийся с полостью зуба. Периодонтальная щель прослеживается на всем протяжении, деструктивных изменений в периапикальной области не выявлено (рис. 2).

На радиовизиограмме обращает на себя внимание уплотнение структуры альвеолярной кости мезиальнее (ближе к корню зуба 3.4) и дистальнее апикальной части зуба 3.5, что имитирует наличие периапикального очагового разрежения кости с нечеткими контурами (что первоначально могло трактоваться как очаг деструкции при хроническом апикальном периодонтите (K04.5)). Однако витальность зуба в анамнезе не была установлена. В области ранее удаленного зуба 3.6, по причине хронического апикального периодонтита K04.5, отмечался корректно установленный дентальный имплантат.

В структуре нижней челюсти в области зуба 3.2-3.5 (тонкие стрелки) и зубов 4.2-4.5 (толстые стрелки) имеются множественные очаговые образования размером до 8 x 6 мм неоднородно повышенной плотности, с четкими неровными контурами, большая часть которых окружена тонкой полосой низкой плотности (гиподенсной каймой) (рис. 3а-в. Корни зубов без признаков резорбции; описанные образования отделены от корней зубов периодонтальной щелью; контуры нижнечелюстных каналов и подбородочных отверстий четкие. Аналогичные очаговые образования выявлены в области вершечек корней



**Рис. 1.** Ортопантомограмма после имплантации (источник: составлено авторами)  
**Fig. 1.** Panoramic radiograph after implant placement (Sources: compiled by the author)



**Рис. 2.** Внутриротовая радиовизиография (источник: составлено авторами)  
**Fig. 2.** Digital intraoral radiograph (Sources: compiled by the author)



**Рис. 3.** Конусно-лучевая компьютерная томография: мультипланарные реформаты в области зубов 3.5-4.4  
 а) Очаговые образования в области зубов 2.4, 3.5, 4.5  
 б) Очаговые образования в области зубов 1.3, 2.3  
 в) Очаговые образования в области зубов 2.2, 3.6, 3.5  
 (Источник: составлено авторами)  
**Fig. 3.** Cone-beam computed tomography: multiplanar reconstructions of the region of teeth 3.5–4.4  
 а) Focal lesions in the region of teeth 2.4, 3.5, and 4.5  
 б) Focal lesions in the region of teeth 1.3 and 2.3  
 в) Focal lesions in the region of teeth 2.2, 3.6, and 3.5  
 (Sources: compiled by the author)

зубов 2.4 (рис. 3а, ромбы), зубов 1.3 и 2.3 (рис. 3б, ромбы), зубов 2.2 и 3.6 (рис. 3в, ромбы). В области зуба 3.5 на фоне неизменной по плотности губчатой кости имеются множественные точечные включения высокой плотности (рис. 3в, головки стрелок).

Дифференциальная диагностика и обсуждение. На основании данных КЛКТ был исключен диагноз K04.5 «хронический апикальный периодонтит зуба 3.5». Основные аргументы против воспалительного генеза:

- наличие множественных очагов в прикорневых зонах в области нескольких зубов;
- сохранение периодонтальной щели вокруг корней, что не характерно для деструктивного воспалительного процесса, который обычно приводит либо к ее расширению, либо к разрушению кортикальной пластинки;
- наличие как плотных (минерализованных), так и разреженных (фиброзных) участков в одном очаге;
- отсутствие клинических признаков острого воспаления и сообщения кариозного дефекта с пульпой.

Наиболее вероятным диагнозом в данном случае была определена периапикальная цементодисплазия (склерозирующая форма) (K10.8 – Другие уточненные болезни челюстей / цементома).

Данное заключение основано на следующих характерных признаках:

- локализация: классическое расположение в мезиальных отделах альвеолярных костей (альвеолярной части нижней челюсти и альвеолярного отростка верхней челюсти);
- рентгенологический полиморфизм: сочетание участков пониженной плотности (без значимой минерализации) и высокой плотности (с выраженной минерализацией) в одной области; наличие точечных включений высокой плотности в толще обычной по структуре губчатой кости (типичный признак формирования плотной минерализованной цементоподобной ткани);
- четкость контуров с наличием капсулы;
- отсутствие деструкции корней зубов.

Дифференциальный ряд также включал:

1. Хронический апикальный периодонтит (K04.5). Исключен на основании сохранности периодонталь-

ной щели и отсутствия связи с кариозной полостью. В отличие от цементодисплазии, при периодонтите очаг деструкции, как правило, единичный, связан с верхушкой корня, не имеет гиподенсного ободка и склеротических включений на ранних стадиях.

2. Фиброзная дисплазия (K10.8). Для нее характерен более диффузный, «бесформенный» характер поражения челюсти с эффектом «матового стекла» и плавным переходом в здоровую кость. Отсутствует характерная для цементодисплазии трехкомпонентная рентгенологическая картина (литическая, смешанная, склеротическая стадии) и множественные дискретные очаги.

3. Хронический склерозирующий остеомиелит (K10.2). В отличие от бессимптомного течения цементодисплазии, остеомиелит обычно сопровождается болевым синдромом, периостальной реакцией, секвестрами и имеет менее четкие границы. Связь с одонтогенной инфекцией является обязательной.

4. Оссифицирующая фиброма (D16.4 – Доброкачественное новообразование челюсти). Это истинная одонтогенная опухоль, которая растет экспансивно, вызывая деформацию челюсти и смещение зубов. В отличие от цементодисплазии, фиброма имеет капсулу и четко отграничена от окружающей кости, часто является солитарным образованием.

5. Костный идиопатический склероз (остеосклероз). Представляет собой локальный участок уплотнения кости без зоны просветления по периферии. При цементодисплазии в стадии минерализации также присутствует зона фиброзной ткани (гиподенсный ободок), что отличает эти состояния.

6. Проекционное наслоение анатомических структур. В данном случае анализ КЛКТ позволил исключить проекционное наложение подбородочного отверстия, которое на 2D-снимке могло симулировать патологический очаг.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Kennedy RA. WHO is in and WHO is out of the mouth, salivary glands, and jaws sections of the 4th edition of the WHO classification of head and neck tumours. *Br J Oral Maxillofac Surg*. 2018;56(2):90-95. <http://dx.doi.org/10.1016/j.bjoms.2017.12.009>.
- Thompson L. World Health Organization classification of tumours: pathology and genetics of head and neck tumours. *Ear Nose Throat J*. 2006;85(2):74. Режим доступа: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16579185/>
- Alsufyani NA, Lam EW. Osseous (cemento-osseous) dysplasia of the jaws: clinical and radiographic analysis. *J Can Dent Assoc*. 2011;77:b70. Режим доступа: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21683027/>
- Alsufyani NA, Lam EW. Cemento-osseous dysplasia of the jaw bones: key radiographic features. *Dentomaxillofac Radiol*. 2011;40(3):141-146. <http://dx.doi.org/10.1259/dmfr/58488265>.
- Кугушев АЮ, Лопатин АВ, Ясонов АС, Рогожин ДВ. Фиброзно-костные поражения челюстей у детей.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Представленный клинический случай наглядно демонстрирует, что изолированная оценка дентального прицельного снимка может привести к диагностической ошибке и необоснованному эндодонтическому лечению зуба 3.5 по поводу периодонтита (K04.5). КЛКТ выступила решающим методом, позволившим выявить множественные однотипные очаги неоднородной плотности с четкими контурами, что доказало наличие цементодисплазии челюстных костей (K10.8) и исключить другие фиброзно-костные поражения и воспалительные процессы.

С помощью КЛКТ возможно:

- Визуализировать истинные трехмерные размеры, структуру и множественный характер поражения.
- Оценить критически важный признак – сохранность периодонтальной щели и кортикальной пластинки лунки.
- Провести надежную дифференциальную диагностику между воспалительным и диспластическим процессом.

Тактика ведения при подтвержденной цементодисплазии является консервативной и заключается в динамическом наблюдении с периодическим рентгенологическим контролем (раз в один-два года). Хирургическое вмешательство показано только при возникновении симптомов, значительной деформации челюсти или сомнениях в диагнозе.

Таким образом, внедрение КЛКТ в стандартный диагностический алгоритм при выявлении неоднозначных периапикальных изменений является обязательным условием для предотвращения ятрогенных осложнений и выбора правильной стратегии лечения.

*Голова и шея = Head and neck*. 2018;6(4):6–14.

<http://dx.doi.org/10.25792/HN.2018.6.4.6-14>

6. Блинов ВС, Карташов МВ, Жолудев СЕ, Зорникова ОС. Оценка возможностей конусно-лучевой компьютерной томографии и панорамной томографии зубных рядов в диагностике гиперплотных образований челюстно-лицевой области. *Проблемы стоматологии*. 2016;12(2):70-78.

<http://dx.doi.org/10.18481/2077-7566-2016-12-2-70-78>

7. Кугушев АЮ, Лопатин АВ, Ясонов СА, Болотин МВ, Рогожин ДВ. Фиброзная дисплазия челюстно-лицевой области: клинко-рентгенологический анализ /5-летнего опыта. *Опухоли головы и шеи*. 2018;8(3):12-20.

<http://dx.doi.org/10.17650/2222-1468-2018-8-3-12-20>

8. Боровой ВН, Лис ЕС. Дифференцированный подход к диагностике и лечению цементно-костной дисплазии. *Прикладные информационные аспекты медицины*. 2023; 26(4):4-12.

<http://dx.doi.org/10.18499/2070-9277-2023-26-4-4-12>

9. Thakur A, Gaikwad S, Tupkari JV, Ramaswami E. Florid cemento-osseous dysplasia: A case report. *Indian J Dent Res.* 2021;32(1):134-136.  
[http://dx.doi.org/10.4103/ijdr.IJDR\\_754\\_18](http://dx.doi.org/10.4103/ijdr.IJDR_754_18).

10. Hajjami F, Ouertani H, Brahem H, Mehrez H, Blouza I, Khattech MB. Association of simple bone cyst and cemento-osseous dysplasia: A long-term follow-up. *Clin Case Rep.* 2023;11(4):e7161.  
<http://dx.doi.org/10.1002/ccr3.7161>

## REFERENCES

1. Kennedy RA. WHO is in and WHO is out of the mouth, salivary glands, and jaws sections of the 4th edition of the WHO classification of head and neck tumours. *Br J Oral Maxillofac Surg.* 2018;56(2):90-95.  
<http://dx.doi.org/10.1016/j.bjoms.2017.12.009>.

2. Thompson L. World Health Organization classification of tumours: pathology and genetics of head and neck tumours. *Ear Nose Throat J.* 2006;85(2):74. Available from:  
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16579185/>

3. Alsufyani NA, Lam EW. Osseous (cemento-osseous) dysplasia of the jaws: clinical and radiographic analysis. *J Can Dent Assoc.* 2011;77:b70. Available from:  
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21683027/>

4. Alsufyani NA, Lam EW. Cemento-osseous dysplasia of the jaw bones: key radiographic features. *Dentomaxillofac Radiol.* 2011;40(3):141-146.  
<http://dx.doi.org/10.1259/dmfr/58488265>.

5. Kugushev A.Yu., Lopatin A.V., Yasonov S.A., Rogozhin D.V. Fibrous and bone lesions of the jaws in children. *Head and neck = Head and neck. Russian Journal.* 2018;6(4):6-14 (In Russ.).  
<http://dx.doi.org/10.25792/HN.2018.6.4.6-14>

6. Blinov V.S., Kartashov M.V., Zholudev S.E., Zornikova O.S. Estimation of possibilities of the cone-beam com-

puted tomography and panoramic tomography in diagnostics of radiopack lesions in the maxillo-facial region. *The actual problems in dentistry.* 2016;12(2):70-78 (In Russ.).  
<http://dx.doi.org/10.18481/2077-7566-2016-12-2-70-78>

7. Kugashev A.Yu., Lopatin A.V., Kugashev A.Yu., Lopatin A.V., Yasonov S.A., Bolotin M.V., Rogozhin D.V. Fibrous dysplasia of the maxillofacial area: a 15-year retrospective study. *Opukholi golovy i shei = Head and Neck Tumors.* 2018;8(3):12-20 (In Russ.).  
<http://dx.doi.org/10.17650/2222-1468-2018-8-3-12-20>

8. Borovoy V.N., Lis E.S. Differentiated approach to the diagnosis and treatment of cemento-osseous dysplasia. *Applied Information Aspects of Medicine.* 2023;26(4):4-12 (In Russ.).  
<http://dx.doi.org/10.18499/2070-9277-2023-26-4-4-12>

9. Thakur A, Gaikwad S, Tupkari JV, Ramaswami E. Florid cemento-osseous dysplasia: A case report. *Indian J Dent Res.* 2021;32(1):134-136.  
[http://dx.doi.org/10.4103/ijdr.IJDR\\_754\\_18](http://dx.doi.org/10.4103/ijdr.IJDR_754_18).

10. Hajjami F, Ouertani H, Brahem H, Mehrez H, Blouza I, Khattech MB. Association of simple bone cyst and cemento-osseous dysplasia: A long-term follow-up. *Clin Case Rep.* 2023;11(4):e7161.  
<http://dx.doi.org/10.1002/ccr3.7161>

## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

### Автор, ответственный за связь с редакцией:

**Немерюк Дмитрий Алексеевич**, кандидат медицинских наук, доцент кафедры терапевтической стоматологии и пародонтологии Российского университета медицины, Москва, Российская Федерация

Для переписки: [tatnem82@mail.ru](mailto:tatnem82@mail.ru)

ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0009-0485-2052>

**Дмитриева Лидия Александровна**, доктор медицинских наук, профессор, профессор кафедры пропедевтики терапевтических стоматологии Российского университета медицины, Москва, Российская Федерация

Для переписки: [dila5@yandex.ru](mailto:dila5@yandex.ru)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3008-8528>

**Лазечко Марьяна Игоревна**, кандидат медицинских наук, доцент кафедры челюстно-лицевой хирургии и стоматологии Академии последипломного образования Федерального научно-клинического центра специализированных видов медицинской помощи и медицинских технологий, заведующий научно-организационным отделом Федерального

клинического центра высоких медицинских технологий, заведующий отделом аналитики и внедрения научной деятельности Научно-практического центра лазерной медицины имени О. К. Скобелкина Федерального медико-биологического агентства России, Москва, Российская Федерация

Для переписки: [lazechko.m@goslasmed.ru](mailto:lazechko.m@goslasmed.ru)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3762-5285>

**Надточий Андрей Геннадиевич**, доктор медицинских наук, профессор, заведующий отделом лучевой диагностики Центрального научно-исследовательского института стоматологии и челюстно-лицевой хирургии, Москва, Российская Федерация

Для переписки: [naggan@mail.ru](mailto:naggan@mail.ru)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3268-0982>

**Еварницкая Наталья Ростиславовна**, кандидат медицинских наук, доцент кафедры пропедевтики терапевтической стоматологии Российского университета медицины, Москва, Российская Федерация

Для переписки: [n.evarnitskaya@gmail.com](mailto:n.evarnitskaya@gmail.com)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6250-1714>

## INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

**Corresponding author:**

**Dmitriy A. Nemeryuk**, DMD, PhD, Associate Professor, Department of the Restorative Dentistry and Periodontology, Russian University of Medicine, Moscow, Russian Federation

For correspondence: [tatnem82@mail.ru](mailto:tatnem82@mail.ru)

ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0009-0485-2052>

**Lidiya A. Dmitrieva**, DMD, PhD, DSc, Professor, Department of the Preschool Dentistry, Russian University of Medicine, Moscow, Russian Federation

For correspondence: [dila5@yandex.ru](mailto:dila5@yandex.ru)

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-3008-8528>

**Mariana I. Lazechko**, DMD, PhD, Associate Professor, Department of the Maxillo-Facial Surgery and Dentistry, Academy of Postgraduate Education, Federal Scientific and Clinical Center for Specialized Types of Medical Care and Medical Technologies, Head of the Scientific and Organizational Department, Federal Clinical Center for High Medical Technologies, Head of the Department of Analytics and Implementation of Scientific Activities, Skobelkin Scientific and Practical

**Вклад авторов в работу.** Все авторы подтверждают соответствие своего авторства международным критериям ICMJE, а также согласны принять на себя ответственность за все аспекты работы: Лазечко М. И. – проведение исследования, визуализация, написание черновика рукописи; Дмитриева Л. А. – разработка концепции, разработка методологии, написание рукописи – рецензирование и редактирование, научное руководство; Надточий А. Г. – визуализация, написание рукописи – рецензирование и редактирование; Немерюк Д. А. – валидация результатов, курирование данных, формальный анализ, написание рукописи – рецензирование и редактирование; Еварницкая Н. Р. – курирование данных, формальный анализ, написание черновика рукописи.

Center for Laser Medicine, Federal Medical-Biological Agency, Moscow, Russian Federation

For correspondence: [lazechko.m@goslasmed.ru](mailto:lazechko.m@goslasmed.ru)

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-3762-5285>

**Andrey G. Nadtochiy**, MD, PhD, DSc, Professor, Department of Diagnostic Radiology, 3Central Scientific Research Institute of Dentistry and Maxillofacial Surgery, Moscow, Russian Federation

For correspondence: [naggan@mail.ru](mailto:naggan@mail.ru)

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-3268-0982>

**Natalia R. Evarnitskaya**, Department of the Preschool Dentistry, Russian University of Medicine, Moscow, Russian Federation

For correspondence: [n.evarnitskaya@gmail.com](mailto:n.evarnitskaya@gmail.com)

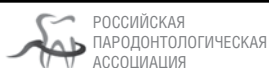
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-6250-1714>

**Поступила / Article received 25.02.2026**

*Поступила после рецензирования / Revised 21.03.2026*

*Принята к публикации / Accepted 30.03.2026*

**Authors' contribution.** All authors confirm that their contributions comply with the international ICMJE criteria and agree to take responsibility for all aspects of the work: D. A. Nemeryuk – validation, data curation, formal analysis, writing – review and editing; L. A. Dmitrieva – conceptualization, methodology, writing – review and editing, supervision; M. I. Lazechko – investigation, visualization, writing – original draft preparation; A. G. Nadtochiy – visualization, writing – original draft preparation; N. R. Evarnitskaya – data curation, formal analysis, writing – review and editing.



ЖУРНАЛЫ ИЗДАТЕЛЬСКОЙ ГРУППЫ РПА

### Журнал «Пародонтология»

Стоимость годовой подписки в печатном виде на 2026 год по России – 5000 рублей

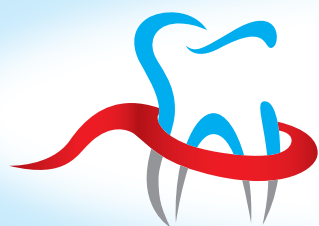
**Подписной индекс в каталоге «Урал-Пресс» – ВН018904**

Электронная версия в открытом доступе

**[www.parodont.ru](http://www.parodont.ru)**

PubMed NLM ID: 101535619

Импакт-фактор: 1.8



# РОССИЙСКАЯ ПАРОДОНТОЛОГИЧЕСКАЯ АССОЦИАЦИЯ

e-mail: [journalparo@parodont.ru](mailto:journalparo@parodont.ru); [www.parodont.ru](http://www.parodont.ru)

e-mail: [detstom@detstom.ru](mailto:detstom@detstom.ru); [www.detstom.ru](http://www.detstom.ru)

## ПАРОДОНТОЛОГИЯ

Рецензируемый научно-практический журнал, издается с 1996 года.

Журнал включен в Перечень ведущих научных изданий ВАК РФ

и базу данных Russian Science Citation Index

на платформе **Web of Science**.

**ИМПАКТ-ФАКТОР РИНЦ – 1,8**

ПОДПИСНОЙ ИНДЕКС В КАТАЛОГЕ

«УРАЛ-ПРЕСС» **ВН018904**

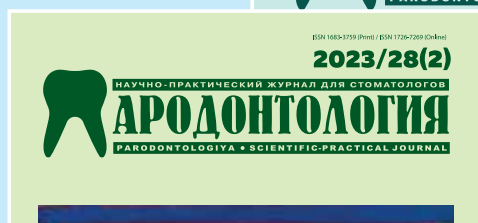
## СТОМАТОЛОГИЯ ДЕТСКОГО ВОЗРАСТА И ПРОФИЛАКТИКА

Рецензируемый, включенный в перечень ведущих научных журналов и изданий ВАК РФ, ежеквартальный журнал.

**ИМПАКТ-ФАКТОР РИНЦ – 1,3**

ПОДПИСНОЙ ИНДЕКС В КАТАЛОГЕ

«УРАЛ-ПРЕСС» **ВН002232**



[www.rsparo.ru](http://www.rsparo.ru)