

Научно-практический журнал для стоматологов, выпускаемый 4 раза в год с 2001 г.

Электронная версия журнала «Эндодонтия Today»: www.endodont.ru

Подписной индекс: **15626** (в объединенном каталоге «Пресса России – 2023-2024»)

ЖУРНАЛ ВКЛЮЧЕН В РОССИЙСКИЙ ИНДЕКС НАУЧНОГО ЦИТИРОВАНИЯ

Эндодонтия Today – это научный рецензируемый журнал, включенный в Перечень ВАК рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук, в соответствии с требованиями приказа Минобрнауки России. Журнал является информационным партнером Стоматологической Ассоциации России. Журнал Эндодонтия Today является журналом с открытым доступом, что позволяет научному сообществу и широкой общественности получать неограниченный, свободный и немедленный доступ к статьям и свободно использовать контент. В журнале публикуются статьи практикующих врачей-стоматологов и научных сотрудников, подготовленные по материалам оригинальных научных исследований, обзоров научной литературы и клинических случаев в области терапевтической стоматологии и хирургической эндодонтической стоматологии, а также работы смежных стоматологических специальностей. Научная концепция журнала позволяет как врачам-стоматологам, так и врачам общих профилей узнавать о новых и передовых концепциях в лечении корневых каналов и последних достижениях в области эндодонтии.

Главный редактор:

Митронин Александр Валентинович, д.м.н., профессор, заслуженный врач РФ, заведующий кафедрой кариесологии и эндодонтии, декан стоматологического факультета, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный медико-стоматологический университет имени А.И. Евдокимова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Москва, Россия.

Научный редактор:

Соловьев Михаил Михайлович, заслуженный деятель науки, д.м.н., профессор, заведующий кафедрой хирургической стоматологии, Федеральное государственное бюджетное

образовательное учреждение высшего образования «Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет», Санкт-Петербург, Россия.

Ответственный секретарь:

Морданов Олег Сергеевич, ассистент кафедры Терапевтической стоматологии, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Российский университет дружбы народов» (РУДН), Москва, Россия, член Евразийской Ассоциации Эстетической Стоматологии, член International Team for Implantology (ITI).

Редакционная коллегия:

Аврамова Ольга Георгиевна, д.м.н., заведующая отделом профилактики Федеральное государственное бюджетное учреждение "Национальный медицинский исследовательский центр стоматологии и челюстно-лицевой хирургии" Министерства здравоохранения Российской Федерации, профессор кафедры терапевтической стоматологии, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Российской национальной исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова, вице-президент СТАР, Москва, Россия. **Алямовский В.В.**, д.м.н., профессор, заведующий кафедрой стоматологии ИПО, руководитель Красноярского государственного Медицинского университета им. проф. В.Ф. Войно-Ясенецкого, института стоматологии – научно-образовательного центра инновационной стоматологии, Красноярск, Россия.

Алямовский Василий Викторович, д.м.н., профессор, заведующий кафедрой стоматологии ИПО, руководитель Красноярского государственного Медицинского университета им. проф. В. Ф. Войно-Ясенецкого, института стоматологии – научно-образовательного центра инновационной стоматологии, Красноярск, Россия.

Беленова Ирина Александровна, д.м.н., профессор, заведующая кафедрой подготовки кадров высшей квалификации в стоматологии, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Воронежский государственный медицинский университет имени Н.Н. Бурденко» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Воронеж, Москва

Гуревич Константин Георгиевич, д.м.н., профессор, почетный доктор России, заведующий кафедрой ЮНЕСКО «Здоровый образ жизни – залог успешного развития», Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный медико-стоматологический университет имени А.И. Евдокимова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Москва, Россия.

Дмитриева Лидия Александровна, д.м.н., профессор кафедры пародонтологии, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный медико-стоматологический университет имени А.И. Евдокимова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Москва, Россия.

Ипполитов Евгений Валерьевич, д.м.н. профессор кафедры микробиологии, вирусологии, иммунологии, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный медико-стоматологический университет имени А.И. Евдокимова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Москва, Россия.

Катаева Валентина Андреевна, д.м.н., профессор кафедры общей гигиены, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный медико-стоматологический университет имени А.И. Евдокимова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Москва, Россия.

Кожевникова Наталья Григорьевна, д.м.н., доцент, профессор кафедры общей гигиены, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный медико-стоматологический университет имени А.И. Евдокимова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Москва, Россия.

Кузьмина Ирина Николаевна, д.м.н., профессор, заведующая кафедрой профилактики стоматологических заболеваний, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный медико-стоматологический университет имени А.И. Евдокимова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Москва, Россия.

Лебеденко Игорь Юльевич, д.м.н., профессор, заведующий кафедрой ортопедической стоматологии Медицинского Института, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Российский университет дружбы народов» (РУДН), Москва, Россия

Ломиашвили Лариса Михайловна, д.м.н., профессор, декан стоматологического факультета, заведующая кафедрой терапевтической стоматологии, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Омский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Омск, Россия

Мураев Александр Александрович, д.м.н., профессор кафедры челюстно-лицевой хирургии и хирургической стоматологии Медицинского Института, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Российский университет дружбы народов» (РУДН), Москва, Россия

Николаева Елена Николаевна, д.м.н., профессор кафедры микробиологии, вирусологии, иммунологии главный научный сотрудник Научно-исследовательского медико-стоматологического института, Москва, Россия.

Орехова Людмила Юрьевна, д.м.н., профессор, заведующая кафедрой терапевтической стоматологии Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет», Санкт-Петербург, Россия.

Петрикас Арнольд Жанович, д.м.н., профессор, заведующий кафедрой терапевтической стоматологии Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Тверской государственный медицинский университет», Тверь, Россия.

Пономарёва Анна Геннадиевна, д.м.н., профессор ведущий научный сотрудник лаборатории молекулярно-биологических исследований, Научно-исследовательский медико-стоматологический институт, Москва, Россия.

Рисованная Ольга Николаевна, д.м.н., профессор кафедры стоматологии ФПК и ППС, Государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Кубанский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации. Минздрава России, Краснодар, Россия

Силин Алексей Викторович, д.м.н., профессор, зав. кафедрой общей стоматологии Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Северо-Западный государственный медицинский университет им. И. И. Мечникова», Санкт-Петербург, Россия.

Чибисова Марина Анатольевна, д.м.н., профессор, заведующая кафедрой рентгенологии в стоматологии, ректор, Негосударственное общеобразовательное учреждение Санкт-Петербургского института стоматологии последиplomного образования, Санкт-Петербург, Россия.

Приглашенные рецензенты:

Бабиченко Игорь Иванович, д.м.н., заведующий лабораторией патологической анатомии Федеральное государственное бюджетное учреждение Национальный медицинский исследовательский центр "Центральный научно-исследовательский институт стоматологии и челюстно-лицевой хирургии" Министерства здравоохранения Российской Федерации, врач высшей квалификационной категории по специальности "Патологическая анатомия", Москва, Россия.

Зырянов Сергей Кенсаринович, д.м.н., профессор, заведующий кафедрой общей и клинической фармакологии, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Российский университет дружбы народов» (РУДН), Москва, Россия.

Иванов Сергей Юрьевич, д.м.н., профессор, член-корреспондент РАН, заведующий кафедрой факультетской хирургической стоматологии с курсом имплантологии, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования Первый МГМУ им И.М. Сеченова Минздрава России, Москва, Россия.

Царёв Виктор Николаевич, д.м.н., профессор, заведующий кафедрой микробиологии, вирусологии, иммунологии, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный медико-стоматологический университет имени А.И. Евдокимова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Москва, Россия.

Международные редакторы:

Camillo D'Arcangelo, профессор кафедры медицинских, оральных и биотехнологических наук, Университет "Gabriele d'Annunzio", Италия.

Izzet Yavuz, д.м.н., профессор, кафедра детской стоматологии, Университет Дикле, Турция.

Andy Euisong Kim, профессор, заместитель декана по академическим вопросам в стоматологическом колледже университета Йонсей, президент LOC на 11-м Всемирном эндодонтическом конгрессе IFEA и президент Корейской ассоциации эндодонтистов, Южная Корея.

Georg Meyer, professor, University Medicine Greifswald, Greifswald, Germany.

Paul M. H. Dummer, BDS, MScD, PhD, профессор (Беликобритания) Department of Adult Dental Health Dental School Health, School of Dentistry, Cardiff, UK.

Волгин М.А. – к.м.н., доцент кафедры терапевтической стоматологии и пародонтологии ДЧУ, Австрия.

Скрипникова Т.П., д.м.н., профессор, Украинская медицинская стоматологическая академия, Полтава, Украина.

Издатель: **ООО «Эндо Пресс»**

Адрес редакции и издателя: **125438, Москва, Онежская улица, 22 - 294**

Тел: + 7 926 566-66-92, E-mail: endodonticsjournal@gmail.com, www.endodont.ru

Дизайн и верстка: **Лысак Юрий Алексеевич**

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ ЖУРНАЛА «ЭНДОДОНТИЯ TODAY» ПОДДЕРЖИВАЮТ ПОЛИТИКУ, НАПРАВЛЕННУЮ НА СОБЛЮДЕНИЕ ВСЕХ ПРИНЦИПОВ ИЗДАТЕЛЬСКОЙ ЭТИКИ. ЭТИЧЕСКИЕ ПРАВИЛА И НОРМЫ СООТВЕТСТВУЮТ ПРИНЯТЫМ ВЕДУЩИМИ МЕЖДУНАРОДНЫМИ НАУЧНЫМИ ИЗДАТЕЛЬСТВАМИ.

Все поступающие материалы проходят обязательную процедуру двойного слепого рецензирования. Все рекламируемые товары и услуги имеют необходимые лицензии и сертификаты, редакция не несет ответственности за достоверность информации, опубликованной в рекламе.

ИЗДАНИЕ ЗАРЕГИСТРИРОВАНО В РОСКОМНАДЗОРЕ. СВИДЕТЕЛЬСТВО ПИ NО77-7390 ОТ 19.02.01

ПИ Nо77-7390 от 19.02.01
© Эндодонтия Today, 2023
Дата выхода: Март 2023

Все права авторов охраняются.
Отпечатано в типографии ООО «Испо-Принт» (Москва)
Установочный тираж 2000 экз. Цена договорная.

"Scientific and practical journal for dentists, published four times a year since 2001. Electronic version of the journal

"Endodontics Today": www.endodont.ru

Subscription index: **15626** (in the catalog "Press of Russia - 2023-2024").

THE JOURNAL IS INCLUDED IN THE RUSSIAN SCIENTIFIC CITATION INDEX

Endodontics Today is a scientific peer-reviewed journal included in the State Commission for Academic Degrees and Titles List of peer-reviewed scientific publications in which the main results of dissertations for the degree of Candidate of science and for the degree of Doctor of Science, in accordance with the requirements of the order of the Ministry of Education and Science of Russia. The journal is an information partner of the Russian Dental Association. Endodontics Today is an open access journal that allows the scientific community and the general public to have unlimited, free and immediate access to articles and content to use freely. The journal publishes articles by practicing dentists and researchers, prepared on the basis of original scientific research, reviews of scientific literature and clinical cases in the field of therapeutic dentistry and surgical endodontics, as well as the related dental specialties studies. The scientific concept of the journal allows both dentists and general practitioners to learn about new and advanced concepts in root canal treatment and the latest advances in endodontics.

Editor-in-Chief:

Alexander V. Mitronin, Doctor of Medical Sciences, Professor, Honored Doctor of the Russian Federation, Head, Department of Cariesology and Endodontics, Dean of the Faculty of Dentistry, A.I. Evdokimov Moscow State University of Medicine and Dentistry of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation, Moscow, Russia.

Scientific Editor:

Mikhail M. Soloviev, Doctor of Medical Sciences, professor, head, Department of Surgical Dentistry, First St. Petersburg State Medical University, Saint-Petersburg, Russia.

Assistant Editor:

Oleg S. Mordanov, Assistant of the Department of Therapeutic Dentistry, Medical Institute, "Peoples' Friendship University of Russia" (RUDN University), Moscow, Russia, Member of the Eurasian Association of Aesthetic Dentistry, Member of International Team for Implantology (ITI).

Editorial team:

Olga G. Avraamova, Doctor of Medical Sciences, head of the prophylaxis department, National Medical Research Center for Dentistry and Oral and Maxillofacial Surgery of the Ministry of Health of the Russian Federation, professor of the Department of Therapeutic Dentistry, N. I. Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow, Russia.

Valis V. Alyamovsky, Doctor of Medical Sciences, head, Department of Dentistry IPO, Head of the Krasnoyarsk State Medical University, professor, V.F. Voyno-Yasenetsky Institute of Dentistry – Scientific and Educational Center for Innovative Dentistry, Krasnoyarsk, Russia.

Irina A. Belenova, Doctor of Medical Sciences, Professor, Head of the Department of Training Highly Qualified Personnel in Dentistry, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Voronezh State Medical University named after N.N. Burdenko" Ministry of Health of the Russian Federation, Voronezh, Moscow.

Marina A. Chibisova, Doctor of Medical Sciences, professor, head of the Department of Radiology in Dentistry, Rector, of the Non-governmental General Institution of the St. Petersburg Institute of Dentistry of Postgraduate Education, Saint-Petersburg, Russia.

Lydia A. Dmitrieva, Doctor of Medical Sciences, professor, department of periodontics, A.I. Evdokimov Moscow State University of Medicine and Dentistry of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation, Moscow, Russia.

Konstantin G. Gurevich, Doctor of Medical Sciences, professor, honorary donor of Russia, head of the UNESCO Chair "Healthy lifestyle – the key to successful development", A.I. Evdokimov Moscow State University of Medicine and Dentistry of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation, Moscow, Russia.

Evgeny V. Ippolitov, Doctor of Medical Sciences, associate professor Professor, Department of Microbiology, Virology, Immunology, A.I. Evdokimov Moscow State University of Medicine and Dentistry of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation, Moscow, Russia.

Valentina A. Kataeva, Doctor of Medical Sciences, professor of the Department of General Hygiene, A.I. Evdokimov Moscow State University of Medicine and Dentistry of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation, Moscow, Russia.

Natalia G. Kozhevnikova, Doctor of Medical Sciences, associate professor, professor of the Department of General Hygiene, A.I. Evdokimov Moscow State University of Medicine and Dentistry of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation, Moscow, Russia.

Irina N. Kuzmina, Doctor of Medical Sciences, professor, head, Department of

Dental Disease Prevention, A.I. Evdokimov Moscow State University of Medicine and Dentistry of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation, Moscow, Russia.

Igor Yu. Lebedenko, Doctor of Medical Sciences, Professor, Head of the Department of Prosthetic Dentistry, Medical Institute, "Peoples' Friendship University of Russia" (RUDN University), Moscow, Russia.

Larisa M. Lomiashvili, Doctor of Medical Sciences, Professor, Dean of the Faculty of Dentistry, Head of the Department of Therapeutic Dentistry, "Omsk State Medical University" of the Ministry of Health of the Russian Federation, Omsk, Russia.

Alexander A. Muraev, Doctor of Medical Sciences, Professor of the Department of Maxillofacial Surgery and Surgical Dentistry, Medical Institute, "Peoples' Friendship University of Russia" (RUDN University), Moscow, Russia.

Elena N. Nikolaeva, Doctor of Medical Sciences, professor of the Department of Microbiology, Virology, Immunology, Chief Scientific Officer, Research Medical and Dental Institute, A.I. Evdokimov Moscow State University of Medicine and Dentistry of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation, Moscow, Russia.

Lyudmila Yu. Orekhova, Doctor of Medical Sciences, professor, head, Department of Therapeutic Dentistry First St. Petersburg State Medical University, Saint-Petersburg, Russia.

Arnold Zh. Petrikas, Doctor of Medical Sciences, professor, head, Department of Therapeutic Dentistry, Tver State Medical University, Tver, Russia.

Anna G. Ponomareva, Doctor of Medical Sciences, professor, Leading Researcher, Laboratory of Molecular Biological Research, Research Medical and Dental Institute, A.I. Evdokimov Moscow State University of Medicine and Dentistry of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation, Moscow, Russia.

Olga N. Risovannaya, Doctor of Medical Sciences, Professor of the Department of Dentistry, "Kuban State Medical University" of the Ministry of Health of the Russian Federation. Ministry of Health of Russia, Krasnodar, Russia

Alexei V. Silin, Doctor of Medical Sciences, professor, head, Department of General Dentistry North-West State Medical University named after I. I. Mechnikov, Saint-Petersburg, Russia.

International Review Board:

Camillo D'Arcangelo, Professor, Department of Medical, Oral and Biotechnological Sciences, 'Gabriele d'Annunzio' University, Italy.

Izzet Yavuz, MSc, PhD, Professor, Pediatric Dentistry Dicle University, Faculty of Dentistry, Turkey.

Andy Euseong Kim, Professor, Associate dean for academic affair at Dental college of Yonsei university, President of LOC for the 11th IFEA World Endodontic Congress and President of Korean Association of Endodontists, South Korea

Michael Wolgin, DDS, assistant professor (Centre for Operative Dentistry and Periodontology University of Dental Medicine and Oral Health Danube Private University (DPU), Krems an der Donau, Austria.

Georg Meyer, professor, University Medicine Greifswald, Greifswald, Germany.

Paul M. H. Dummer, BDS, Doctor of Medical Sciences, PhD, Professor, Department of Adult Dental Health Dental School Health, School of Dentistry, Cardiff, UK.

Taisia P. Skripnikova, Doctor of Medical Sciences, Professor, Ukrainian Medical Dental Academy, Poltava, Ukraine.

Publisher: **LLC "Endo Press"**

Address of the publisher: **22-294 Onezhskaya Str., Moscow, 125438, Russian Federation**

Tel: + 7 926 566-66-92, E-mail: endodonticsjournal@gmail.com
www.endodont.ru

Design and layout: **Yury A. Lysak**

THE EDITORIAL BOARD OF THE "ENDODONTICS TODAY" JOURNAL SUPPORTS THE POLICY DIRECTED TO FOLLOW ALL PRINCIPLES OF PUBLISHING ETHICS. ETHICAL RULES AND REGULATIONS ARE ACCORDING TO THE ADOPTED BY THE LEADING INTERNATIONAL SCIENTIFIC PUBLISHING HOUSES.

All incoming materials undergo a mandatory peer review process.

The authors of publications and relevant medical institutions are fully responsible for all the data in the articles and information on new medical technologies. All advertised goods and services have the necessary licenses and certificates, the editors are not responsible for the accuracy of the information published in the advertisement.

THE ISSUE REGISTERED IN THE FEDERAL SERVICE FOR SUPERVISION IN THE SPHERE OF TELECOM, INFORMATION TECHNOLOGIES AND MASS COMMUNICATIONS.

PI No77-7390 dated 02.19.01
© Endodontics Today, 2023
Date of publishing: March 2023

All rights of the authors are protected.
Printed at the printing house of Ispo-Print LLC (Moscow).
Installation edition 2000 copies. Negotiable price.

Исследования	Scientific researches	№/#
Лабораторное исследование качества obturation корневых каналов зубов при применении различных методик медикаментозной обработки корневых каналов <i>Амелюхина Ж.Ю., Фурцев Т.В., Зеер Г.М.</i>	Laboratory study of the quality of root canal obturation in the application of various techniques of medical treatment <i>Zhanna Yu. Amelyukhina, Taras V. Furtsev, Galina M. Zeer</i>	4
Сравнительный анализ протеомных карт дентинного ликвора: роль биомаркеров в молекулярной диагностике болезней пульпы зубов <i>Митронин А.В., Останина Д.А., Митронин Ю.А., Михайлова А.Е., Волгин М.А.</i>	Comparative analysis of proteomic profiles of dentinal liquid: the role of biomarkers in molecular diagnosis of dental pulp diseases <i>Alexandr V. Mitronin, Diana A. Ostanina, Yuri A. Mitronin, Anastasia E. Mikhailova, Michael Wolgin</i>	10
Исследование с помощью СЭМ микроэлементного состава апикальной области зуба после лечения деструктивного периодонтита <i>Глинкин В.В., Хабазде З.С., Генералова Ю.А., Гасбанов М.А., Бадалов Ф.В., Лейзеровиц О.</i>	SEM study of the microelement composition of the apical region of the tooth after the treatment of destructive periodontitis <i>Vladimir V. Glinkin, Zurab S. Khabadze, Yulia A. Generelova, Magomed A. Gasbanov, Fikret V. Badalov, Olga Leizerovitz</i>	18
Роль микроэлементов в патоморфологии деструктивных форм периодонтита инфекционного характера <i>Глинкин В.В., Хабазде З.С., Генералова Ю.А., Гасбанов М.А., Бадалов Ф.В., Лейзеровиц О.</i>	The role of trace elements in the pathomorphology of destructive forms of periodontitis of an infectious nature <i>Vladimir V. Glinkin, Zurab S. Khabadze, Yulia A. Generelova, Magomed A. Gasbanov, Fikret V. Badalov, Olga Leizerovitz</i>	24
Клиническая оценка эффективности лечения хронических форм периодонтитов с применением трансканальной лазерной беспигментной фотоабляции <i>Чунихин Н.А., Сорокин И.О., Зима И.В., Базикян Э.А., Чунихин А.А.</i>	Clinical evaluation of the effectiveness of the treatment of chronic forms of periodontitis using transchannel laser non-pigmented photoablation <i>Nikita A. Chunikhin, Igor O. Sorokin, Ilya V. Zima, Ernest A. Bazikyan, Andrey A. Chunihin</i>	30
Клинические случаи	Clinical cases	
Восстановление передней группы зубов после эндодонтического лечения и витальных зубов с помощью керамических виниров и системы eLAB Prime <i>Морданов О.С., Матвеев А.И.</i>	Anterior teeth restoration after endodontic treatment and vital teeth with porcelain veneers and eLab Prime system <i>Oleg S. Mordanov, Alexei I. Matveev</i>	36
Онконастороженность в практике врача-стоматолога первичного звена <i>Шкарин В.В., Македонова Ю.А., Афанасьева О. Ю., Порошин А. В., Девятченко Л. А.</i>	Oncological alertness in the practice of a primary care dentist <i>Vladimir V. Shkarin, Yuliya A. Makedonova, Olga Yu. Afanasieva, Alexey V. Poroshin, Lilia A. Devyatchenko</i>	42
Обзоры	Reviews	
Сравнительный анализ средств для ирригации корневых каналов при эндодонтическом лечении зубов с апикальным периодонтитом у пациентов с обсеменением системы корневых каналов грибами рода <i>Candida albicans</i> <i>Меджидов М.Н., Абакаров Т.А., Амиров Г. Н., Меджидов М.М., Магомедова М.Г., Гереева Р.М.</i>	Comparative analysis of root canal irrigation in endodontic treatment of apical periodontitis in patients with root canal systems contaminated with <i>Candida albicans</i> <i>Medzhid N. Medzhidov, Tagir A. Abakarov, Gadzhi N. Amirov, Murad M. Medzhidov, Marziyat G. Magomedova, Raisat M. Gareeva</i>	49
Влияние наркотических препаратов на интенсивность и распространенность стоматологических заболеваний у наркозависимых лиц <i>Гиголаев Э.Т.</i>	Influence of narcotic drugs on the intensity and prevalence of dental diseases in drug dependent persons <i>Eduard T. Gigolaev</i>	56
В помощь практическому врачу	To help a practitioner	
Микроэлементный состав ротовой жидкости пациентов с хронической ишемией головного мозга <i>Митронин А.В., Максимова М.Ю., Останина Д.А., Антонова О.А.</i>	Microelement composition of oral fluid in patients with chronic cerebral ischemia <i>Alexander V. Mitronin, Marina Yu. Maksimova, Diana A. Ostanina, Olesya A. Antonova</i>	62
Применение ультразвуковой денситометрии для оценки состояния костной ткани пародонта у лиц с физиологической окклюзией (экспериментально-клиническое исследование) <i>Текучева С.В., Фокина А.А., Ермолев С.Н., Персин Л.С.</i>	The application of ultrasonic densitometry for assessing the state of periodontal bone tissue in persons with physiological occlusion (experimental clinical study) <i>È Svetlana V. Tekucheva, Alexandra A. Fokina, Sergey N. Ermoljev, Leonid S. Persin</i>	67
Особенности микроэлементного состава слюны у пациентов пожилого возраста <i>Иманов А.М., Мазур Ю.А., Какабадзе Э.М.</i>	Features of the microelement composition of saliva in elderly patients <i>Araz M. Imanov, Yuliya A. Mazur, Eliso M. Kakabadze</i>	75
Особенности микроэлементного состава слюны у пациентов с сахарным диабетом <i>Иманов А.М., Мазур Ю.А., Какабадзе Э.М.</i>	Features of the microelement composition of saliva in patients with diabetes mellitus <i>Araz M. Imanov, Yuliya A. Mazur, Eliso M. Kakabadze</i>	82

Лабораторное исследование качества obturation корневых каналов зубов при применении различных методик медикаментозной обработки корневых каналов

© Амелюхина Ж.Ю.¹, Фурцев Т.В.¹, Зеер Г.М.²

¹«Красноярский государственный медицинский университет имени профессора В.Ф. Войно-Ясенецкого», Красноярск, Россия

²«Сибирский федеральный университет», г. Красноярск, Россия

Резюме:

Актуальность. Основывается на том, что с каждым годом увеличивается число пациентов с осложнениями кариеса, кроме того, сложности проведения ряда лечебных манипуляций, зачастую, приводят к различным ошибкам и осложнениям на всех этапах эндодонтического лечения.

Цель. Оценить герметичность obturation корневых каналов зубов в зависимости от выбранной методики антисептической обработки корневых каналов.

Материалы и методы. Изучено 40 зубов, экстрагированных ввиду хронического периодонтита. Все удаленные зубы разделены на 4 равные группы в зависимости от метода антисептической обработки корневых каналов: традиционный протокол с применением 3% NaOCl и 17% раствора ЭДТА; дистиллированная вода и Er, Cr: YSGG с длиной волны 2780 нм на мощности 1 Вт; дистиллированная вода и Er, Cr: YSGG с длиной волны 2780 нм на мощности 1,5 Вт; техника LAI. Все образцы запломбированы гуттаперчей методом непрерывной волны с помощью прибора CalamusDual (DentSplayMaillefer) с использованием эпоксидного силера AH+ (DentSplay). Оценка obturation проводилась с помощью метода сканирующей электронной микроскопии.

Результаты. При обработке лазером Er, Cr: YSGG мощностью 1,5 Вт выявлено наиболее герметичное прилегание материала к стенкам канала, что подтверждается отсутствием пустот между силером и дентином, в отличие от образцов, обработанных с использованием традиционного протокола медикаментозной обработки корневого канала.

Выводы. Включение в комплексную обработку корневого канала лазера Er, Cr: YSGG позволит повысить не только антисептическую обработку корневого канала, но и успешность obturation корневого канала, что значительно уменьшит риск осложнений эндодонтического лечения.

Ключевые слова: антибактериальная обработка корневых каналов, лазер, obturation, электронная микроскопия.

Статья поступила: 18.12.2022; **исправлена:** 20.02.2023; **принята:** 22.02.2023.

Конфликт интересов: Авторы сообщают об отсутствии конфликта интересов.

Благодарности: Финансирование и индивидуальные благодарности для декларирования отсутствуют.

Для цитирования: Амелюхина Ж.Ю., Фурцев Т.В., Зеер Г.М. Лабораторное исследование качества obturation корневых каналов зубов при применении различных методик медикаментозной обработки корневых каналов. Эндодонтия today. 2023; 21(1):4-9. DOI: 10.36377/1683-2981-2023-21-1-4-9

Laboratory study of the quality of root canal obturation in the application of various techniques of medical treatment

© Zhanna Yu. Amelyukhina¹, Taras V. Furtsev¹, Galina M. Zeer²

¹"Krasnoyarsk State Medical University", Krasnoyarsk, Russia

²"Siberian Federal University", Krasnoyarsk, Russia

Abstract:

Relevance. Under study is based on the fact that every year the number of patients with complicated forms of caries increases, in addition, the complexity of a number of treatment manipulations, often leads to various errors and complications at all stages of endodontic treatment.

Aim. To evaluate the tightness of root canal obturation depending on the selected technique of antiseptic treatment of root canals.

Materials and methods. 40 teeth extracted due to chronic periodontitis were studied. All extracted teeth were divided into 4 equal groups depending on the method of antiseptic treatment of root canals: traditional protocol using 3% NaOCl and 17% EDTA solution; distilled water and Er,Cr:YSGG with a wavelength of 2780 nm at 1 W; distilled water and Er,Cr:YSGG with a wavelength of 2780 nm at 1.5 W; LAI technique. All specimens were filled with continuous wave gutta-percha using the Calamus Dual instrument (Dentsply Maillefer) with AH+ epoxy sealer (Dentsply). The obturation was assessed by scanning electron microscopy.

Results. Treatment with 1.5 W Er,Cr:YSGG laser revealed the most hermetic fit of the material to the root canal walls, which is confirmed by the absence of voids between the sealer and dentin, in contrast to the samples treated using the traditional medical protocol for root canal treatment.

Conclusions. The inclusion of the Er,Cr:YSGG laser into the complex root canal treatment will not only increase the antiseptic treatment of the root canal, but also the success of root canal obturation, which will significantly reduce the risk of endodontic treatment complications.

Keywords: antibacterial treatment of root canals, laser, obturation, electron microscopy.

Received: 18.12.2022; **revised:** 20.02.2023; **accepted:** 22.02.2023.

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

Acknowledgments: there are no funding and individual acknowledgments to declare.

For citation: Zhanna Yu. Amelyukhina, Taras V. Furtsev, Galina M. Zeer. Laboratory study of the quality of root canal obturation in the application of various techniques of medical treatment. *Endodontics today*. 2023; 21(1):4-9. DOI: 10.36377/1683-2981-2023-21-1-4-9.

ВВЕДЕНИЕ

Несмотря на то, что эндодонтическое лечение зубов является рутинной процедурой врача стоматолога-терапевта, оно сопряжено с рядом трудностей и осложнений, следствием которых может стать неудовлетворительный результат лечения: ухудшение периапикальных изменений, синуситы, парестезии, потеря зуба [1, 2, 4]. Особую роль в повышении эффективности эндодонтического лечения апикального периодонтита ряд авторов отдают антисептической обработке инфицированных корневых каналов с последующей герметизацией всех входных и выходных отверстий [1, 7, 10].

Традиционные способы ирригации не обладают достаточной эффективностью в отношении смазанного слоя и микробной биопленки, особенно в области апекса [6, 11]. Перспективным направлением лечения воспалительных заболеваний периодонта является использование лазерных технологий. Многие авторы считают целесообразным присоединять разные режимы лазера для активации и увеличения проникающей способности ирригантов [3, 4, 5, 7-9]. Включение диодного лазера в комплексное лечение деструктивных форм периодонтита лазера в 2,3 раза эффективнее использования кальций содержащих препаратов [4]. Одним из завершающих этапов эндодонтического лечения является obturation корневых каналов. Изучение качества и эффективности пломбирования корневых каналов с учетом метода антисептической обработки актуальной темой для исследования

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Для проведения исследования использовался лазер Er, Cr: YSGG с длиной волны 2780 нм (Waterlase iPlus, Biolase, USA). Изучались человеческие зубы (резцы, клыки, премоляры) в количестве 40 штук, удален-

ные по причине осложненного кариеса. Материалом для исследования служили спилы зубов, предварительно запломбированных с помощью эпоксидного силера AH+ (Dentsply) и гуттаперчи методом непрерывной волны с помощью прибора «CalamusDual» (Dentsply Maillefer). Все зубы подвергались препарированию шаровидным бором, вскрытию и раскрытию полости зуба. Механическая обработка корневых каналов всех зубов проводилась ручными файлами и машинными никель-титановыми файлами ProTaper Universal (Dentsply Sirona Endodontics), корневые каналы обрабатывали минимум до размера ISO 30.06. Зубы были разделены на 4 группы (по 10 зубов каждой) с учетом медикаментозной обработки корневых каналов:

1-я группа – образцы медикаментозно обрабатывали по традиционному протоколу с применением в качестве ирриганта 3% раствор гипохлорита натрия, 17% раствор ЭДТА и пассивной ультразвуковой активации (общий объем растворов составлял 20 мл на каждый канал).

2-я группа – образцы, где в качестве ирриганта использовался только физиологический раствор и канал подвергали обработке лазером на следующих режимах: мощность – 1 Вт, частота – 20 Гц, вода/воздух – 20/20, количество импульсов – 20. tips 200 мкм. Лазерную насадку помещали в канал на глубину 1 мм от рабочей длины и медленными спиралевидными движениями продвигали в корональном направлении в течение 25 сек. Обработку лазером повторяли 4х-кратно, в перерывах орошая канал физиологическим раствором.

3-я группа – образцы, обработанные аналогично второй группе, но изменив мощность лазера Er, Cr: YSGG на 1,5 Вт.

4-я группа – образцы, обработанные по традиционному протоколу, используя в качестве ирриганта 3%

NaOCl и 17% раствор ЭДТА и лазерную активацию ирригантов (LAI). Лазерная активация раствора проводилась при помощи насадки tips 200 мкм, с которой для увеличения боковой энергии диффузии предварительно химически удалено внешнее покрытие. Насадку 4-хкратно по 5 сек при 75мДж, 20Гц, 1,5Вт погружали в корневой канал, не доходя 5 мм до апекса, в перерывах орошая свежей порцией ирриганта.

Пробоподготовка включает изготовление продольных (10 зубов) шлифов корней зубов, обработанных абразивными бумагами с крупностью зерна из карбида кремния 400, 800, 1200, 2000, 2400. Полученные образцы закрепляли электропроводящим клеем на держатель, далее на исследуемую поверхность наносили методом термического распыления электропроводящий слой Au толщиной 20 нм.

Электронно-микроскопические исследования проведены в лаборатории электронной микроскопии Центра коллективного пользования Сибирского федерального университета на сканирующем электронном микроскопе (СЭМ) JEOL JSM 7001F (Япония), укомплектованном энергодисперсионным спектрометром. Морфологию поверхности изучали в режиме вторичных электронов (sei) на увеличениях $\times 400$, $\times 1500$, $\times 2000$. Качественный и количественный элементный анализ поверхностей образцов проводили методом энергодисперсионного микроанализа.

Статистический анализ проводился в программе IBM SPSS Statistics 26. Подчинение данных закону нормального распределения проверялось с помощью критерия Шапиро–Уилка. Описание данных приводится в виде медианы (Me), 1 и 3 квартилей (Q1 и Q3). Для сравнения количественных данных использовался критерий Манна–Уитни. Пороговый уровень значимости для всех указанных критериев принимался равным $\alpha=0,05$. Для решения проблемы множественных сравнений использовалась поправка Шидака. Анализируемые данные представляют собой размер зазора в нм.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Для определения четких границ материалов и дентина использовался метод энергодисперсионного микроанализа, что позволило определить по СЭМ изображениям плотность прилегания силера и гуттаперчи к дентину (см. рис. 1; таблицу 1).

По результатам исследования герметичности obturации было выявлено следующее.

Таблица 1 Элементный состав спектров ХРИ продольного среза корневого канала зуба после пломбирования с маркерами спектров ХРИ, site 5, $\times 1k$

Table 1: Elemental composition of CPR spectra of the longitudinal section of the root canal after filling with CPR spectra markers, site 5, $\times 1k$

All results in atomic%											
Spectrum	C	O	Na	Mg	Si	P	Ca	Zn	Zr	Ba	W
Spectrum 1	73.41	14.29						12.09		0.22	
Spectrum 2	25.63	32.68	0.59	0.55		13.94	26.60				
Spectrum 3	59.17	16.87			5.20	6.64	8.47	3.65			
Spectrum 4	36.11	36.84					13.06	0.57			13.43
Spectrum 5	47.80	32.38			3.62		2.63	1.08	9.77		2.73

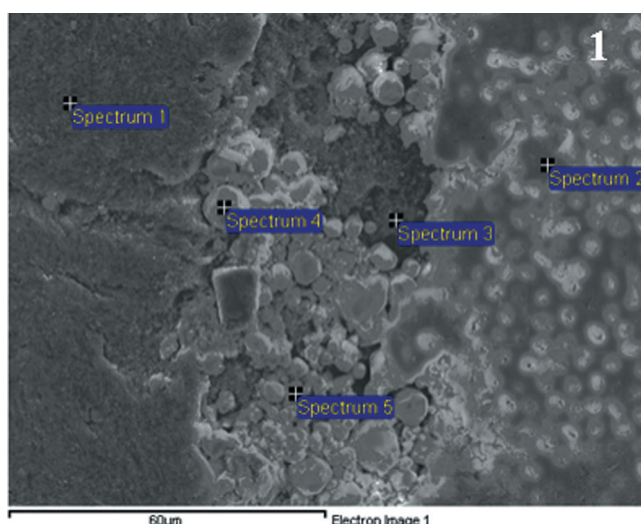


Рис. 1. СЭМ изображение продольного среза корневого канала зуба после пломбирования с маркерами спектров ХРИ, site 5, $\times 1k$. Элементный состав гуттаперчи представлен данными спектра 1, дентина – спектра 2, силера – спектров 3, 4, 5.

Fig. 1. SEM image of the longitudinal section of the root canal after filling with markers of spectra CPR, site 5, $\times 1k$. Elemental composition of gutta-percha is represented by spectra 1, dentin by spectra 2, siler by spectra 3, 4, 5.

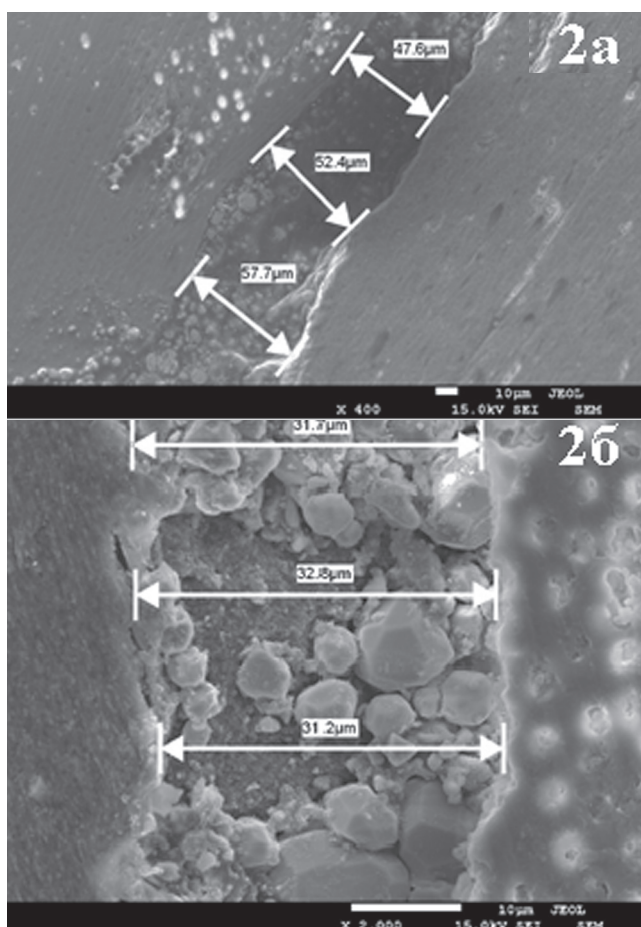


Рис. 2. СЭМ изображение продольного среза корня зуба, запломбированного после традиционной обработки: а – увеличение 400К; б – увеличение 2000К.

Fig. 2. SEM image of the longitudinal section of the root of the tooth, filled after conventional treatment: a – magnification 400K; b – magnification 2000K.

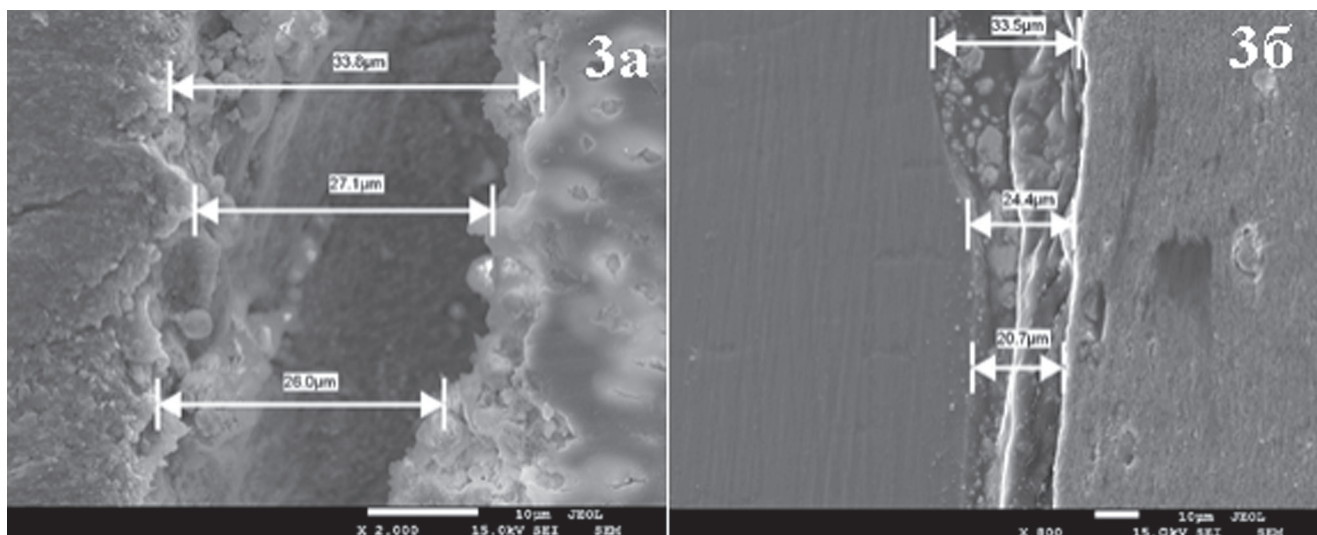


Рис. 3. СЭМ изображение продольного среза корня зуба, запломбированного после обработки Er, Cr:YSGG лазером на мощности 1 Вт: а – увеличение 2000К; б – увеличение 800К.

Fig. 3. SEM image of the longitudinal section of the root of the tooth, filled after treatment with Er, Cr:YSGG laser at a power of 1 W: а – magnification of 2000K; б – magnification of 800K.

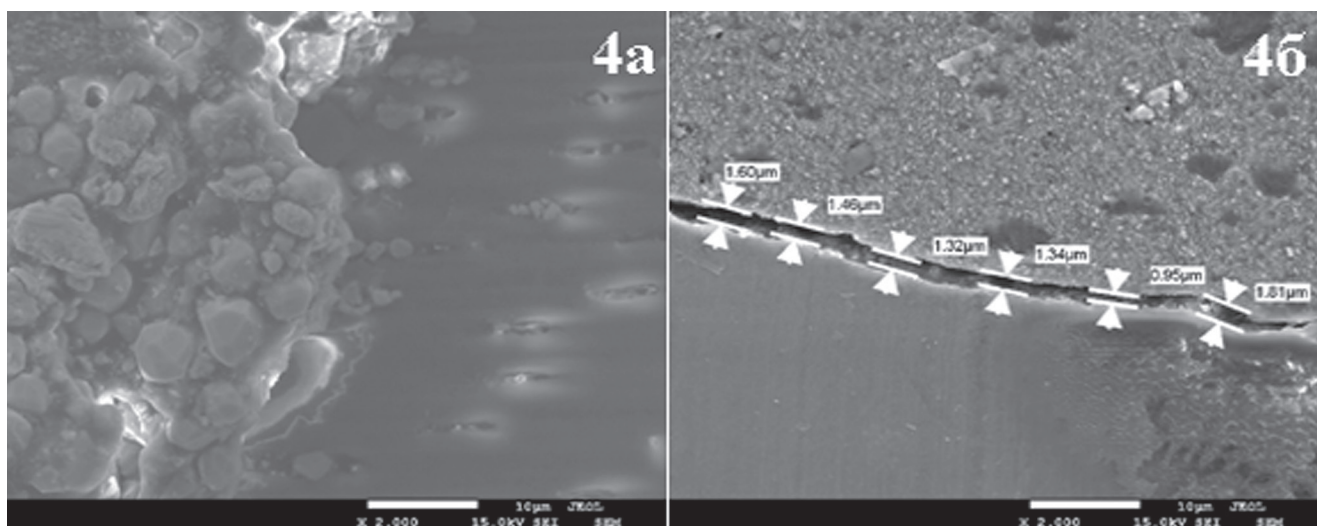


Рис 4. СЭМ изображение продольного среза корня зуба, запломбированного после обработки Er,Cr:YSGG лазером на 1,5: а, б- увеличение 2000К.

Fig. 4. SEM image of a longitudinal section of the root of a tooth filled after treatment with Er,Cr:YSGG laser 1,5: а, б – magnification 2000K.

Исследование шлифов коней зубов, обработанных по традиционному протоколу (1-я группа), выявило пустоты между стенками корня и силером, ширина которых колеблется от 31,2 до 64,1 мкм (рис. 2 а, б).

Изучение поверхностей срезов корней зубов 2-й группы, обработанных лазером на мощности 1 Вт, также выявило не плотное прилегание силера к дентину канала практически на всем протяжении, максимальная ширина которого от 20,7 и достигает 52,4 мкм (см. рис. 3 а, б).

Анализ СЭМ изображений срезов корней зубов 3-й группы, обработанных лазером на мощности 1,5 Вт, показал плотное прилегание силера к дентину канала на всем протяжении. В 1 образце обнаружено единичное нарушение прилегания шириной до 1,81 мкм (см. рис. 4 а, б).

После обработки по технике LAI (4-я группа) исследование поверхностей срезов корней показало плотное прилегание силера к стенкам канала. Обнаружено наличие небольших пустот шириной до 7,92 мкм (см.

рис. 5 а, б). Однако в отличие от метода, включающего обработку только лазером, плотность obturation несколько хуже за счет образования большего количества пустот.

ОБСУЖДЕНИЕ

Полученные нами результаты подтверждают мнение об эффективности применения лазера в комплексной обработке корневых каналов [4, 11]. Анализ результатов электронно-микроскопического исследования герметичности obturation корневых каналов продольных шлифов корней зубов показал, что во всех исследуемых группах с применением Er, Cr: YSGG получены данные о более плотном прилегании obturation агента, чем в 1 группе, где обработку проводили по традиционному протоколу, который не достаточно обеспечивает последующую герметичную obturation. Однако, есть мнение что и при применении традиционного протокола медикаментозной обработки корневых каналов очищение внутренней стенки соответствует критериям

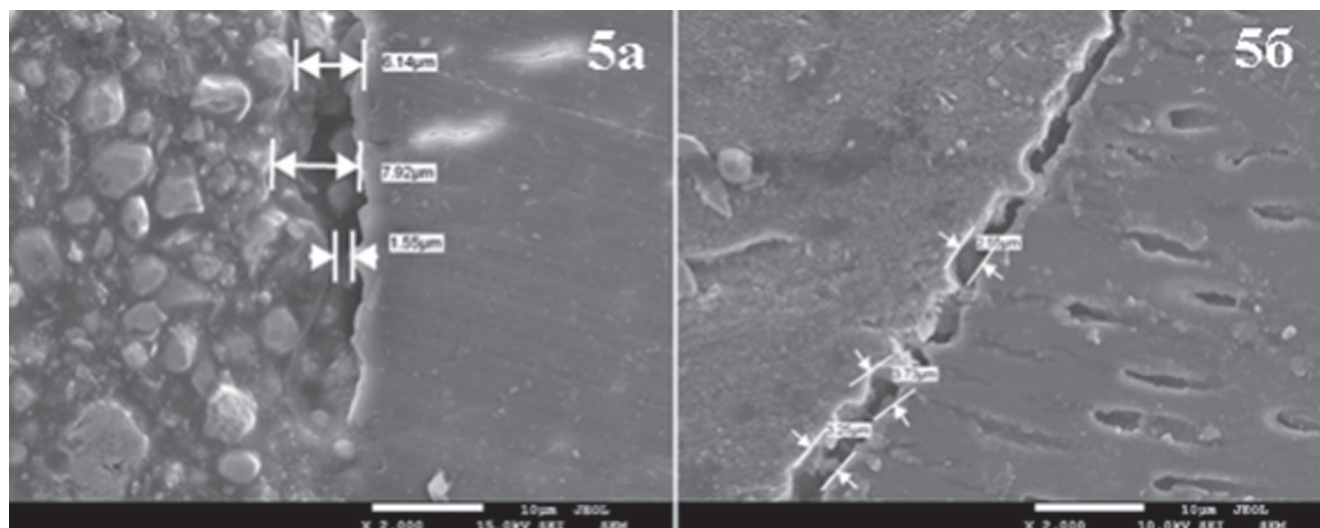


Рис. 5. СЭМ изображение продольного среза корня зуба, запломбированного после обработки техникой LAI: а, б- увеличение 2000К.

Fig. 5. SEM image of a longitudinal section of the root of a tooth filled after treatment with the LAI technique: а, b – 2000K magnification.

подготовки корневого канала к дальнейшей obturation, так как наблюдается большое количество открытых дентинных канальцев с минимальным количеством дентинных опилок на внутренней стенке корневого канала [5].

Во 2 группе (в качестве ирриганта использовался только физиологический раствор и канал подвергали обработке лазером мощностью 1 Вт), наблюдали трещины, закрытые минеральными опилками дентинные канальцы, что соответствует неполному удалению «смазанного» слоя и соответственно приведет к нарушению краевого прилегания силера к стенкам корневого канала.

Наилучшее качество заполнения корневых каналов регистрируется в моделях, где обработка корневого канала проводилась лазером Er, Cr:YSGG с длиной волны 2780 нм. на мощности 1,5 Вт. На основании полученных в ходе лабораторного исследования результатов можно заключить, что данный метод медикаментозной подготовки корневых каналов к obturation эффективнее прочих [3].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

- Адамчик А.А., Дорогань В.В., Запорожская-Абрамова Е.С., Таиров В.В., Иващенко В.А., Кириш К.Д., Коровашкин С.А. Ретроспективный анализ качества пломбирования корневых каналов по данным конусно-лучевой компьютерной томографии. *Эндодонтия Today*. 2022;20(2):102-108. <https://doi.org/10.36377/1726-7242-2022-20-2-102-108>
- Бердиева Р.Р., Мамытова А.Б. Анализ ошибок первичного эндодонтического лечения зубов с хроническим периодонтитом. *Международный научно-исследовательский журнал*. 2020;1-1(91):79-82. DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2020.91.1.016>
- Митронин А.В., Беляева Т.С., Жекова А.А. Лазерные технологии в эндодонтическом лечении хронического апикального периодонтита: сравнительная оценка антибактериальной эффективности. *Эндодонтия Today*. 2016; (2):27-29.
- Наилов О.В., Ронь Г.И. Применение лазерного излучения при лечении деструктивных форм хронического периодонтита у подростков. *Клиническая стоматология*. 2007;1 (41):30-34.
- Орехова Л.Ю., Порхун Т.В., Вашнева В.Ю. и соавт. Сравнительный анализ степени механической очистки стенки корневого канала при использовании различных лазерных систем и фотосенсибилизаторов. *Эндодонтия Today*. – 2018;4:67–69. <https://doi.org/10.25636/RMP.2.2018.4.16>
- Соломонов М. Биопленка как эндодонтическая инфекция. *Клиническая эндодонтия*. 2008;3:31-34.

Техника LAI (4 группа) в лабораторных условиях продемонстрировала достаточно высокую эффективность, но получены несколько худшие результаты (0-11,3 мкм) в сравнении с 3 группой, хотя статистически значимых различий обнаружено не было.

ВЫВОДЫ

Таким образом, на основании проведенного исследования, нами установлено, что наиболее эффективная obturation корневого канала ($p < 0,001$) регистрируется при использовании лазера Er, Cr:YSGG с длиной волны 2780 нм. на мощности 1,5 Вт.

Отсутствие микропространств между стенкой зуба и корневой пломбой предотвращает реинфицирование корневого канала, что позволяет повысить успешность лечения осложненного кариеса. Полученные результаты свидетельствуют о преимуществах данной методики для проведения деконтаминации корневых каналов, что необходимо учитывать при планировании эндодонтического лечения.

- Фурцев Т.В., Казановская А.А., Прудникова С.В. Сравнительные результаты антибактериальной обработки корневых каналов по стандартному протоколу с применением гипохлорита натрия (NaOCl) Ии лазера ER, CR: YSGG длиной волны 2780 НМ. *Российский стоматологический журнал*. – 2018;22(4):184–187.
- Керимова К.Н., Багдасарова И.В., Макеева М.К., Зорян А.В., Магай В.Е., Лежава Н.Л., Маркова А.И. Оптимизация дезинфекции системы корневых каналов с использованием лазера. *Эндодонтия Today*. 2019;17(4):43-45. <https://doi.org/10.36377/1683-2981-2019-17-4-43-45>
- Митронин А.В., Володина Е.В., Апарина Е.А., Ярбабаева Н.С., Митронин В.А. Ерёмин А.И. Использование лазерных биомедицинских технологий в комплексном лечении гиперчувствительности дентина при генерализованной форме пародонтита. *Cathedra-Кафедра. Стоматологическое образование*. – 2021. – №75. – С.30-35
- Gakta-Araujo H, Fontenele RC, Nascimento EHL, Nascimento M d CC, Freitas DQ, de Oliveira-Santos C. Association between the root canal configuration, endodontic treatment technical errors, and periapical hypodensities in molar teeth: a cone-beam computed tomographic study. *Journal of Endodontics*. 2019;45(12):65–71. DOI: 10.1016/j.joen.2019.08.007.
- Ricucci D., Siqueira JF.Jr., Lopes W.S., et al. Extraradicular infection as the cause of persistent symptoms: a case series // *Journal of endodontics*. 2015;41(2):265-273. DOI: 10.1016/j.joen.2014.08.020

REFERENCE

- Adamchik A.A., Dorogan V.V., Zaporozhskaya-Abramova E.S., Tairov V.V., Ivashchenko V.A., Kirsh K.D., Korovashkin S.A. [Retrospective analysis of the quality of root canal filling according to the data of cone-beam computed tomography]. *Endodontics Today*. 2022;20(2). P. 102-108. (In Russ.) <https://doi.org/10.36377/1726-7242-2022-20-2-102-108> (in Russ.)
- Berdieva R.R., Mamytova A.B. [Error analysis of primary endodontic dentistry with chronic periodontitis]. *International Scientific and Research Journal*. 2020; 1-1 (91): P. 79-82. DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2020.91.1.016> (in Russ.)
- Mitronin A.V., Belyaeva T.S., Zhekova A.A. [Laser technology in endodontic treatment of chronic apical periodontitis: comparative evaluation of antibacterial efficiency]. *Endodontics Today*. 2016; (2): P. 27-29. (in Russ.)
- Naibov O.V., Ron G.I. [Clinical application of laser emission in treatment of destructive forms of chronic periodontitis in adolescents]. *Clinical dentistry*. 2007; 1(41): P. 30-34. (in Russ.)
- Orekhova L.Yu., Porkhun T.V., Vashneva V.Yu., Rubezhova E.A. [Comparative study of mechanical cleaning degree of the root canal inner wall with application various laser systems and photosensitizers]. *Endodontics Today*. 2018;16(4): P. 67-69. (In Russ.) <https://doi.org/10.25636/PMP.2.2018.4.16> (in Russ.)
- Solomonov M. [Biofilm as an endodontic infection]. *Clinical Endodontics*. 2008. №3. P. 31-34. (in Russ.)
- Furtsev T.V., Kazanovskaya A.A., Prudnikova S.V. [Comparative results of antibacterial processing of the root channels under the standard protocol with use of hypochlorite of sodium (naocl) and the laser Er, Cr: YSGG wave length 2780nm]. *Russian Journal of Dentistry*. – 2018. – T. 22, № 4. P.184–187. (in Russ.)
- Kerimova K.N., Bagdasarova I.V., Makeeva M.K., Zoryan A.V., Magay V.E., Lezhava N.L., Markova A.I. [Optimization of root canal system disinfection using laser]. *Endodontics Today*. 2019;17(4):43-45. (In Russ.) <https://doi.org/10.36377/1683-2981-2019-17-4-43-45>. (in Russ.)
- Mitronin A.V., Volodina E.V., Aparina E.A., Yarbabayeva N.S., Mitronin V.A., Eremin A.I. Ispolzovaniye lazernykh biomeditsinskikh tekhnologiy v kompleksnom lechenii giyerchuvstvitelnosti dentina pri generalizovannoy forme parodontita. *Cathedra-Kafedra. Stomatologicheskoye obrazovaniye*. – 2021. – №75. – S.30-35 (in Russ.)
- Gakta-Araujo H, Fontenele RC, Nascimento EHL, Nascimento M d CC, Freitas DQ, de Oliveira-Santos C. Association between the root canal configuration, endodontic treatment technical errors, and periapical hypodensities in molar teeth: a cone-beam computed tomographic study. *Journal of Endodontics*. 2019; 45 (12): 1465–71. DOI: 10.1016/j.joen.2019.08.007.
- Ricucci D., Siqueira JF.Jr., Lopes W.S., et al. Extraradicular infection as the cause of persistent symptoms: a case series. *Journal of Endodontics*. 2015. Vol. 41, №2. P. 265-273.10.1016/j.joen.2014.08.020

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ:

Фурцев Т.В.¹ – доктор медицинских наук, профессор кафедры ортопедической стоматологии, декан стоматологического факультета, ORCID 0000-0002-5300-9274.

Амелюхина Ж.Ю.¹ – ассистент кафедры ортопедической стоматологии, ORCID 0000-0002-5926-6781.

Зеер Г.М.² – кандидат технических наук, доцент кафедры материаловедения и технологии обработки материалов, Политехнический институт, ORCID 0000-0002-8511-6197.

¹Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Красноярский государственный медицинский университет имени профессора В.Ф. Войно-Ясенецкого» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Россия, 660022, Красноярский край, г. Красноярск, ул. Партизана Железняка, зд. 1

²Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Сибирский федеральный университет», 660041, Красноярский край, г. Красноярск, пр. Свободный, 79.

AUTHOR INFORMATION:

Taras V. Furtsev¹ – Doctor of Medicine sciences, Professor, Department of Prosthodontic Dentistry, Dean of the Faculty of Dentistry, ORCID 0000-0002-5300-9274.

Zhanna Yu. Amelyukhina¹ – Assistant of the Department of Prosthodontic Dentistry, ORCID ID 0000-0002-5926-6781.

Galina M. Zeer² – Candidate in Technical sciences, Associate Professor at the Department of Materials Science and Technology of Material Processing, Polytechnic Institute, ORCID 0000-0002-8511-6197.

¹"Krasnoyarsk State Medical University»ю 1 Partizan Zheleznyak str., Krasnoyarsk, 660022, Russia

²"Education "Siberian Federal University". 79 Svobodny Ave., Krasnoyarsk, 660041, Russia

ВКЛАД АВТОРОВ:

Амелюхина Ж.Ю. – сбор данных, подготовка статьи, анализ и интерпретация данных.

Фурцев Т.В. – существенный вклад в замысел исследования, окончательное одобрение варианта статьи для опубликования.

Зеер Г.М. – анализ и интерпретация данных.

AUTHOR S CONTRIBUTION.

Zhanna Yu. Amelyukhina – the acquisition of data for the article, drafted the article, analysis and interpretation of data for the article.

Taras V. Furtsev – has made a substantial contribution to the concept of the article, approved the version to be published.

Galina M. Zeer – analysis and interpretation of data for the article.

Координаты для связи с авторами / Correspondent author:

Амелюхина Ж.Ю. / Zh.Yu.Amelukhina, E-mail: ko-kozza@mail.ru

Сравнительный анализ протеомных карт дентинного ликвора: роль биомаркеров в молекулярной диагностике болезней пульпы зубов

© Митронин А.В.¹, Останина Д.А.¹, Митронин Ю.А.¹, Михайлова А.Е.¹, Волгин М.А.²

¹Московский государственный медико-стоматологический университет имени А.И. Евдокимова, Москва, Россия

²Дунайский Частный Университет, Кремс, Австрия

Резюме:

Цель. Провести сравнительный анализ протеомного профиля дентинной жидкости в норме и при болезнях пульпы с целью выявления пептидных маркеров воспаления для усовершенствования методов диагностики состояния пульпы зубов.

Материалы и методы. На клиническом этапе исследования были получены 48 образцов дентинного ликвора, забор которых проводили с помощью нитроцеллюлозной мембраны по разработанной методике, и 48 соответствующих им удаленных зубов, которые подвергались гистологическому исследованию с целью подтверждения клинического диагноза. В лабораторный этап было включено 45 проб дентинной жидкости для проведения протеомного анализа хромато-масс-спектрометрическим методом.

Результаты. При протеомном анализе выявлено 206 белковых фракций в дентинном ликворе зубов. Совпадение протеомов дентинной жидкости в норме, при начальном и остром воспалении пульпы составило 19%, или 39 белковых фракций. Определен специфичный белковый маркер начальной стадии воспаления – альфа-1-антихимотрипсин, количество которого достоверно повышается в 48 раз при начальном пульпите ($p < 0,05$).

Выводы. По результатам исследования были созданы протеомные карты дентинного ликвора в норме и при воспалении пульпы. Было выявлено, что белковую фракцию альфа-1-антихимотрипсин целесообразно рассматривать в качестве специфического маркера воспаления при болезнях пульпы, в частности, для диагностики начального пульпита.

Ключевые слова: дентинная жидкость, диагностика пульпы, протеомное исследование

Статья поступила: 15.01.2023; **исправлена:** 24.02.2023; **принята:** 26.02.2023.

Конфликт интересов: Митронин А.В. и Волгин М.А. являются членами редакционной коллегии, однако, это было нивелировано в процессе двойного слепого рецензирования.

Благодарности: Финансирование и индивидуальные благодарности для декларирования отсутствуют.

Для цитирования: Митронин А.В., Останина Д.А., Митронин Ю.А., Михайлова А.Е., Волгин М.А. Сравнительный анализ протеомных карт дентинного ликвора: роль биомаркеров в молекулярной диагностике болезней пульпы зубов. *Эндодонтия today*. 2023; 21(1):10-17. DOI: 10.36377/1683-2981-2023-21-1-10-17.

Comparative analysis of proteomic profiles of dentinal liquid: the role of biomarkers in molecular diagnosis of dental pulp diseases

© Alexandr V. Mitronin¹, Diana A. Ostanina¹, Yuri A. Mitronin¹, Anastasia E. Mikhailova¹, Michael Wolgin²

¹Moscow State University of Medicine and Dentistry, Moscow, Russia

²Danube Private University, Krems, Austria

Abstract:

Aim. To conduct a comparative analysis of the proteomic profile of dentinal fluid in teeth with normal and inflamed pulp in order to identify peptide markers of inflammation and improve dental pulp diagnostics.

Materials and methods. In clinical study, 48 samples of dentinal fluid were obtained using a nitrocellulose membrane according to the developed method, and 48 corresponding extracted teeth, which were studied with histological examination to confirm the clinical diagnosis. In laboratory study, 45 samples of dentinal fluid were prepared for proteomic analysis by chromat-mass-spectrometry.

Results. Proteomic analysis revealed 206 protein fractions in the dentinal fluid samples. The coincidence of proteomes of dentinal fluid in teeth with normal pulp, initial and acute pulp inflammation was 19%, or 39 protein fractions. A specific protein marker of the initial pulp inflammation alpha-1-antichymotrypsin was determined, which significantly increased in 48 times in teeth with reversible pulpitis ($p < 0,05$).

Conclusions. Based on the results of the study, proteomic maps of the dentinal fluid in teeth with normal and inflamed pulp were created. It was found that the protein fraction alpha-1-antichymotrypsin should be considered as a specific marker of pulp inflammation, in particular, for the diagnosis of initial pulpitis.

Keywords: dentinal fluid, pulp diagnostics, proteomic study

Received: 15.01.2023; **revised:** 24.02.2023; **accepted:** 26.02.2023.

Conflict of interests: Alexander V. Mitronin and Michael A. Wolgin are the members of the editorial board, however, it was excluded in the double-blind peer review process.

Acknowledgments: There are no funding and individual acknowledgments to declare

For citation: Alexandr V. Mitronin, Diana A. Ostanina, Yuri A. Mitronin, Anastasia E. Mikhailova, Michael Wolgin. Comparative analysis of proteomic profiles of dentinal liquid: the role of biomarkers in molecular diagnosis of dental pulp diseases

Endodontics today. 2023; 21(1):10-17. DOI: 10.36377/1683-2981-2023-21-1-10-17.

ВВЕДЕНИЕ

Главным приоритетом лечения осложнений кариеса, в частности, начального пульпита, является сохранение жизнеспособности пульпы [1-2]. Очевидно, что ведущим критерием успешного лечения начального пульпита и снижения вероятности возникновения осложнений является повышение точности диагностики состояния пульпы и определение прогностических предикторов ее жизнеспособности [3]. В арсенале у стоматологов до настоящего времени всё еще недостаточно объективных прижизненных методов исследования, позволяющих оценить физиологическое состояние пульпы без инвазивных вмешательств [4-5]. В этой связи, необходим поиск альтернативных способов диагностики состояния пульпы, которые позволят достоверно оценить активность воспалительного процесса в тканях пульпы зубов с целью дифференциальной диагностики обратимой и необратимой стадии пульпита, что даёт возможность назначить адекватное лечение.

Применение современных методов молекулярного анализа позволяет по-новому взглянуть на клеточный состав пульпы на разных стадиях воспаления, провести оценку параметров активности саногенетических механизмов в пульпе, доказать ее динамичность и саморегулярность при развитии воспалительного процесса [6-7]. Протеомный анализ – это одно из ведущих направлений исследований состава биологических жидкостей [8]. Главной целью клинической протеомики является обнаружение пептидных биомаркеров, которые связаны с определенным патофизиологическим состоянием исследуемых тканей [9-10]. Было выдвинуто предположение, что протеомный анализ дентинного ликвора даст ответ на оставшиеся клинически нерешенные вопросы – возможно ли неинвазивно дифференцировать обратимое и необратимое воспаление пульпы и прогнозировать её жизнеспособность при лечении малоинвазивными методами.

Сложность осуществления протеомного исследования заключается в определенных требованиях, предъявляемых к изучаемым образцам биологических жидкостей [11]. Особенностью изучения дентинной жидкости является низкая концентрация белка в получаемом материале. Для достижения необходимой концентрации белкового спектра в изучаемых образцах нами экспериментальным путем был подобран наиболее эффективный способ получения дентинной

жидкости витальных зубов, который был представлен в ранней публикации [12].

ЦЕЛЬ

Провести сравнительный анализ протеомного профиля дентинной жидкости в норме и при болезнях пульпы с целью выявления пептидных маркеров воспаления для усовершенствования методов диагностики состояния пульпы зубов.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Дизайн клиничко-лабораторного исследования состоял из трех последовательных этапов: клинический этап – предварительный забор образцов дентинного ликвора витальных зубов в полости рта с последующим удалением данных зубов; патоморфологический этап – гистологическое исследование зубов, у которых ранее был произведен забор дентинного ликвора; лабораторный этап – протеомный анализ образцов дентинного ликвора. Важно отметить, что гистологическое исследование пульпы удаленных зубов диктовалось необходимостью подтверждения клинического диагноза зубов, поставленного в ходе объективного обследования. В случае несоответствия патоморфологического и клинического диагнозов, соответствующие образцы дентинного ликвора исключались из протеомного исследования.

Исследование одобрено локальным этическим комитетом ФГБОУ ВО «Московский государственный медицинско-стоматологический университет им. А.И. Евдокимова» Министерства здравоохранения РФ.

Клинический этап. При проведении клинического этапа исследования были обследованы 48 пациентов, которым было показано удаление третьих моляров верхней и нижней челюсти по медицинским показаниям. Состояние пульпы зубов диагностировали по МКБ-10 (ВОЗ, 1999), в соответствии с которой болезни пульпы классифицировались согласно следующим нозологическим формам: интактные зубы, K04.00 Начальный пульпит [гиперемия пульпы], K04.01 Острый пульпит, K04.02 Гнойный пульпит. Диагнозы были поставлены на основании данных основных и дополнительных методов обследования согласно клиническим рекомендациям (протоколам лечения), утверждённых Постановлением № 15 Совета Ассоциации общественных объединений «Стоматологическая Ассоциация России» от 2 августа 2018 года. В ходе лечения пациентов были собраны 48 образцов дентинного ликвора и 48 соответствующих им удаленных зубов, которые были распределены в груп-

Таблица 1. Количество образцов дентинного ликвора витальных зубов и удаленных зубов, полученных на клиническом этапе исследования

Table 1. The number of dentinal fluid samples of vital teeth and extracted teeth obtained in the clinical study

№ гр.	Состояние пульпы зуба	Код МКБ	Количество проб дентинного ликвора (n)	Количество удаленных зубов (n)
G01	Интактная пульпа	-	15	15
G02	Начальный пульпит	K04.00	18	18
G03	Острые формы пульпита	K04.01, K04.02	15	15
ВСЕГО			48	48

пы G01, G02, G03 в соответствии с поставленным диагнозом (таблица 1).

Забор образцов дентинного ликвора проводили по разработанной методике, ранее описанной в экспериментальном исследовании [12]. Забор дентинного ликвора осуществляли с помощью нитроцеллюлозной мембраны Sartorius класса 1288 с размером пор 0,45. По завершении забора пробы дентинного ликвора производили операцию удаления зуба. Затем зуб был помещён в 10% раствор изотонического формалина с целью проведения дальнейших гистологических исследований.

Патоморфологический этап. Было выполнено гистологическое исследование 48 удаленных зубов. На подготовительном этапе зубы выдерживались в формалине в течение 24 часов. Проводили их декальцинацию с помощью раствора СофтиДек (БиоВитрум) в течение 7 дней. Далее материал по общепринятой методике заливали в парафин и изготавливали гистологические срезы толщиной 3-5 мкм. Изготовленные гистологические срезы окрашивали гематоксилином и эозином.

Лабораторный этап. Всего было подготовлено 45 проб дентинного ликвора для проведения протеомного анализа хромато-масс-спектрометрическим методом. Хроматографическое разделение проводили на системе Ultimate 3000 RSLC Nano (Thermo Scientific) с установленным объемом петли инжектора 5 мкл и коэффициентом вымывания пробы из петли – 3. Разделение пептидов проводили в градиенте подвижной фазы «А» (водный раствор 0.01% муравьиной кислоты, 0.03% уксусной кислоты, pH = 2.63 при t = 21.4°C), и подвижной фазы «В» (90% ацетонитрила, 10% метанола, 0.01% муравьиной кислоты, 0.03% уксусной кислоты) на стационарной фазе Acclaim Pepmap® (геометрия 75 мкм x 150 мм, 1.8 мкм, 60Å). В ходе хроматографического разделения применялось динамическое изменение скорости потока до 0.45 мл/мин при высоком относительном содержании подвижной фазы «В» для увеличения эффективности промывки колонки от связанных гидрофобных компонентов.

Масс-спектрометрический анализ проводили на гибридном масс-спектрометре высокого разрешения Orbitrap Fusion (Thermo Scientific) с источником ионизации NSI в режиме положительной электростатической ионизации и динамическим потенциалом на входной S-линзе. Исходные приборные данные конвертировали в формат mgf для дальнейшего поиска сигнала пептидов против таксон-специфичной базы данных аминокислотных последовательностей белков версии Uniprot 2018.08 с использованием поискового алгоритма X!Tandem.

Статистическая обработка данных. Анализ категориальных признаков проводился по критерию Крускала-Уоллиса, и различия считались достоверными для $p < 0,05$. Смещения между группами исследования оценивались с использованием корреляционного те-

ста Кендала. Белки ранжировались в соответствии с их представленностью в группах на основе значения NSAF (Normalized Spectrum Abundancy Factor), которое было получено после идентификации белков. Распределённые значения использовались для анализа онтологии генов (GO, Gene Ontology) с помощью функционального инструмента PANTHER Overrepresentation. Для оценки значения р-достоверности и степени ложноположительного ответа (FDR, False Discovery Rate) использовали коррекцию Бонферрони для множественного тестирования.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Согласно полученным результатам, качественное совпадение протеомов между группами исследования составило 19%, или 39 индивидуальных белковых фракций (рисунок 1). Протеом дентинной жидкости интактных зубов состоит из 71 индивидуальной белковой идентификацией. При начальном пульпите повышается белковое разнообразие до 75 белков. Наиболее обогащённый протеом представлен в группе острого воспаления пульпы, в которой было идентифицировано 173 белковые фракции.

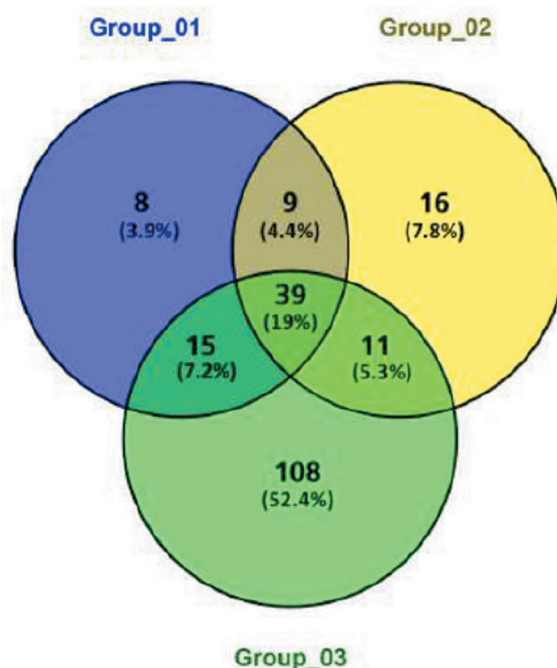


Рис. 1. Количество белковых фракций в протеомах дентинной жидкости зубов в норме, при начальном и остром воспалении пульпы и их качественное совпадение между группами исследования.

Fig. 1. The number of protein fractions in the proteomes of the dentinal fluid in teeth with normal pulp, with initial and acute pulp inflammation and their qualitative matching between the groups.

Таблица 2 – Список белков конститутивного протеома исследуемых групп, значительно изменяющихся по отношению к контрольной группе

Table 2 – List of proteins in constitutive proteome of the studied groups, significantly changing in relation to the control group

Код белка	Название белка	Название гена	MW [kDa]	G02dNSAF	G03dNSAF	G02, Ig	G03, Ig
P01011	Alpha-1-antichymotrypsin (альфа-1-антихимотрипсин)	SERPINA3	47.62054	48.289	27.051	1.684	1.432
P01871	Immunoglobulin heavy constant mu (тяжелые цепи иммуноглобулина M)	IGHM	49.40858	35.718	46.351	1.553	1.666
O75891	Cytosolic 10-formyltetrahydrofolate dehydrogenase (цитозольная 10-формил-тетрагидрофолат дегидрогеназа)	ALDH1L1	98.76656	14.861	2.943	1.172	0.469
P02671	Fibrinogen alpha chain (фибриноген альфа-цепь)	FGA	94.91441	6.346	0.830	0.803	-0.081
P01023	Alpha-2-macroglobulin (альфа-2-макроглобулин)	A2M	163.1879	5.871	1.210	0.769	0.083
P07477	Trypsin-1 (трипсин-1)	PRSS1	26.54109	5.344	0.302	0.728	-0.519
P02679	Fibrinogen gamma chain (фибриноген гамма-цепь)	FGG	51.47887	4.625	0.475	0.665	-0.323
P05062	Fructose-bisphosphate aldolase B (фруктозо-бифосфонат альдолазы B)	ALDOB	39.44806	3.817	0.302	0.582	-0.519
P00450	Ceruloplasmin (церулоплазмин)	CP	122.1276	3.817	1.554	0.582	0.192
P02675	Fibrinogen beta chain (фибриноген бета-цепь)	FGB	55.89226	3.721	0.604	0.571	-0.219
P01024	Complement C3 (комплемент C3)	C3	187.0299	3.393	1.040	0.531	0.017
P00738	Haptoglobin (гаптоглобин)	HP	45.17656	3.391	1.038	0.530	0.016
P01009	Alpha-1-antitrypsin (Альфа-1-антитрипсин)	SERPINA1	46.70702	3.371	0.404	0.528	-0.393
P02765	Alpha-2-HS-glycoprotein (Альфа-2-(HS)-гликопротеин)	AHSG	39.29971	3.053	3.759	0.485	0.575
P12277	Creatine kinase B-type (креатинин киназа типа B)	CKB	42.61732	3.053	0.302	0.485	-0.519
P01857	Immunoglobulin heavy constant gamma 1 (тяжелые цепи иммуноглобулина гамма 1)	IGHG1	36.08317	2.949	1.387	0.470	0.142
P02652	Apolipoprotein A-II (аполипопротеин A2)	APOA2	11.1679	2.799	0.756	0.447	-0.122
P02751	Fibronectin (фибронектин)	FN1	262.4601	2.252	0.454	0.353	-0.343
P68363	Tubulin alpha-1B chain (тубулин альфа-1B цепь)	TUBA1B	50.1196	2.168	0.217	0.336	-0.663
P02647	Apolipoprotein A-I (аполипопротеин A1)	APOA1	30.75893	2.154	0.527	0.333	-0.278
P01859	Immunoglobulin heavy constant gamma 2 (тяжелые цепи иммуноглобулина гамма 2)	IGHG2	35.87776	2.082	1.761	0.318	0.246
P02790	Hemopexin (гемопексин)	HPX	51.64327	1.908	2.789	0.281	0.445
P02787	Serotransferrin (сераототрансферрин)	TF	77.01363	1.774	1.667	0.249	0.222
P04350	Tubulin beta-4A chain (тубулин бета-4A цепь)	TUBA4A	49.5539	1.679	0.629	0.225	-0.201
P10909	Clusterin (кластерин)	CLU	52.46101	1.527	2.463	0.184	0.391
Q02413	Desmoglein-1 (десмоглеин-1)	DSG1	113.6759	1.432	0.053	0.156	-1.273
P04083	Annexin A1 (аннексин a1)	ANXA1	38.68998	1.405	0.332	0.148	-0.478
P04406	Glyceraldehyde-3-phosphate dehydrogenase (дегидрогеназа глицеральдегида-3-фосфата)	GAPDH	36.0304	1.309	0.504	0.117	-0.298
P01834	Immunoglobulin kappa constant (иммуноглобулин каппа константный)	IGKC	11.75777	1.138	1.900	0.056	0.279
P06702	Protein S100-A9 (белок S100-A9)	S100A9	13.23351	1.086	1.252	0.036	0.098
P69905	Hemoglobin subunit alpha (гемоглобин субъединица альфа)	HBA1	15.24793	1.057	2.915	0.024	0.465
P68871	Hemoglobin subunit beta (гемоглобин субъединица бета)	HBB	15.98829	1.056	1.980	0.023	0.297
P01876	Immunoglobulin heavy constant alpha 1 (тяжелые цепи иммуноглобулина альфа1)	IGHA1	37.63064	1.018	1.618	0.008	0.209
P01036	Cystatin-S (цистатин C)	CST4	16.20397	0.609	0.281	-0.215	-0.551
P02452	Collagen alpha-1 (коллаген альфа-1)	COL1A1	138.8566	0.596	1.042	-0.225	0.018
P31025	Lipocalin-1 (липокалин-1)	LCN1	19.23781	0.509	0.252	-0.293	-0.599
P12273	Prolactin-inducible protein (пролактин-индуцированный белок)	PIP	16.5618	0.305	0.312	-0.515	-0.505
P08123	Collagen alpha-2 (коллаген альфа-2)	COL1A2	129.2354	0.277	0.452	-0.557	-0.345
P25311	Zinc-alpha-2-glycoprotein (цинк-альфа2-гликопротеин)	AZGP1	34.2371	0.238	0.439	-0.624	-0.358

MW – молекулярная масса белка; dNSAF – линейная шкала, Ig – логарифмическая шкала

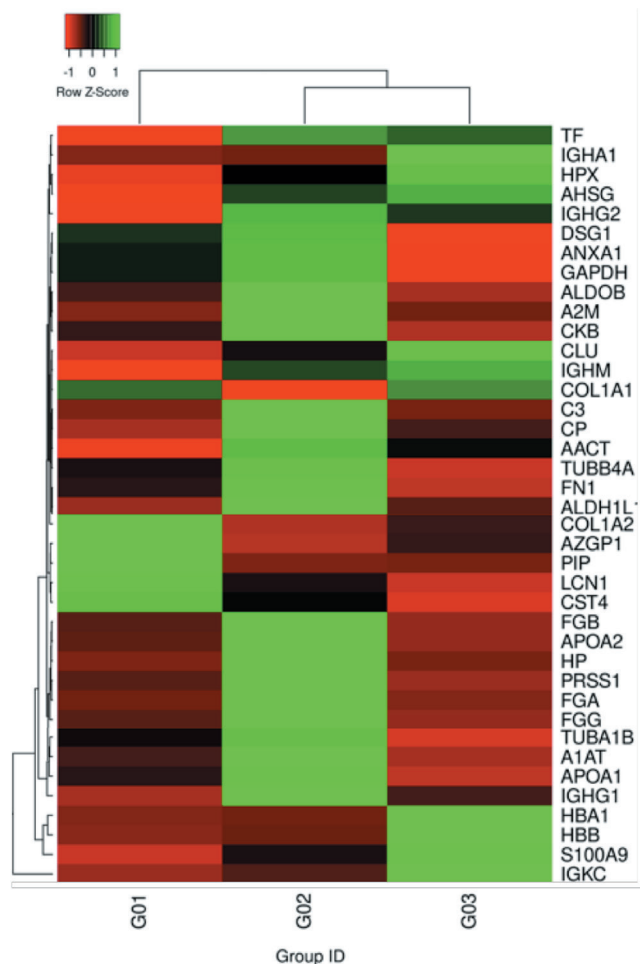


Рис. 2. Тепловая карта ранжированного распределения белков внутри каждой группы и между группами исследования

Fig. 2. Heat map of the ranked distribution of proteins within each group and between groups

Полуколичественный анализ по алгоритму dNSAF проводили на выборке конститутивного протеома из 39 белков (таблица 2). Контрольной группы сравнения выступала группа G01 – интактная пульпа. Для опреде-

ления гетерогенности исследуемых групп по ранжированному распределению белков конститутивного протеома была построена тепловая карта распределения групп и белков с их кластеризацией методом ранговой корреляции Кендалла (рисунок 2). Согласно данным тепловой карты, представленной на рисунке 2, группы G02 и G03 объединены в один кластер, тогда как группа G01 является наиболее дистальной от исследуемых групп (горизонтальная дендрограмма), что позволяет дифференцировать контрольную группу от экспериментальных путём сравнительного рангового анализа протеомов. Согласно результатам исследования, группы G01, G02 и G03 достоверно отличаются друг от друга на уровне значимости $0.0042 < 0.005$.

В таблице 2 представлены белки конститутивного протеома групп исследования со значениями полуколичественных динамических изменений. Значимыми изменениями считаются те, для которых $FC > 2$ или $FC < 0.5$ (в линейно шкале величин, FC – Fold Change) при $p < 0.005$ (с поправкой Бонферрони). Среди белков конститутивного протеома можно выделить 3 основные группы белковых фракций: структурные белки (COL1A1, COL1A2 и др.), защитные белки (IGHM, C3, ANXA1, IGHA1 и др.), белки, подавляющие протеолиз (SERPINA3, SERPINA1, CST4 и др.). У идентифицированных белков были проанализированы следующие характеристики: участие в биологических процессах, внутриклеточная локализации и их молекулярные функции (диаграмма 1, диаграмма 2).

Согласно результатам расчета непараметрического аналога дисперсионного анализа – теста Крускала-Уоллиса для несвязанных выборок, имеются существенные различия в количестве белка альфа-1-антихимотрипсин (AACT) между группой контроля и группами начального и острого пульпита на уровне $p < 0.001$. В группе образцов дентинной жидкости с начальным пульпитом был выявлен наибольший уровень экспрессии AACT ($p < 0.001$), который снижался в процессе развития воспаления. При этом, белок AACT в группе G02 в 48 раз больше, чем в контрольной группе, в то время как в группе G03 в 27 раз больше и 21 раз меньше, чем в группах G01 и G02 соответственно. Если рассмотреть функциональную активность данного бел-

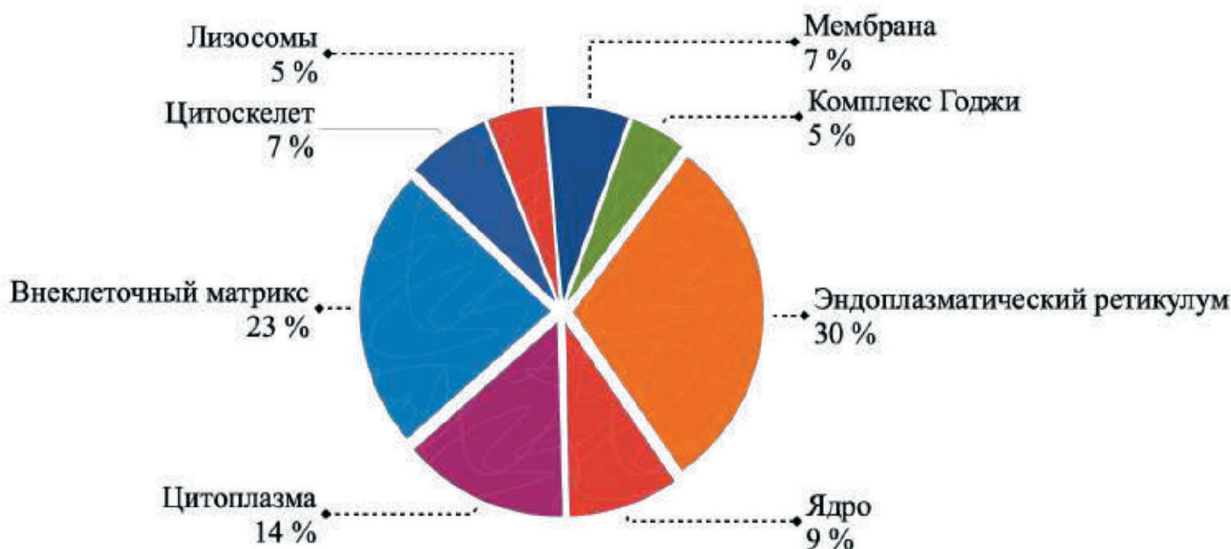


Диаграмма 1. Распределение идентифицированных белков конститутивного протеома согласно их внутриклеточной локализации

Diagram 1. Distribution of identified proteins of the constitutive proteome according to their intracellular localization

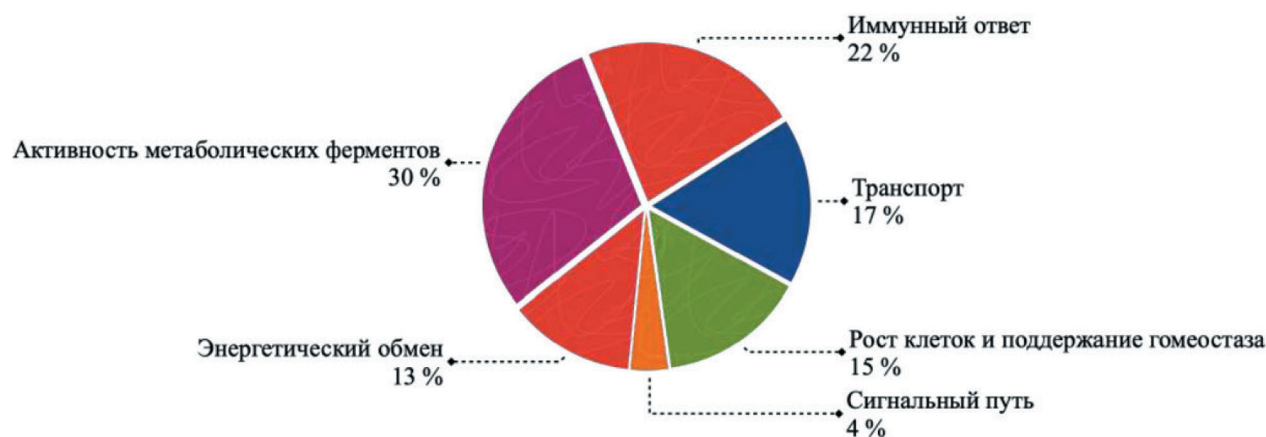


Диаграмма 2. Распределение идентифицированных белков конститутивного протеома согласно их обобщенным биологическим функциям

Diagram 2. Distribution of identified proteins of the constitutive proteome according to their generalized biological functions

ка, ААСТ – это представитель семейства белков острой фазы ингибитора сериновых протеиназ, например катепсина G, который продуцируется в нейтрофилах, что защищает ткани от повреждений, вызванных протеолитическими ферментами. Этот белок одним из первых индуцируется при воспалении [13].

При помощи хромато-масс-спектрометрического метода исследования протеома проб дентинной жидкости зубов в норме и на различных стадиях воспаления пульпы были обнаружены значительные изменения в белковом составе дентинного ликвора при начальном и остром пульпите, что связано с активацией провоспалительных и противовоспалительных каскадов. Полученные результаты убедительно доказывают, что регуляторные взаимодействия с участием белков в дентино-пульпарном комплексе при воспалении играют важнейшую роль.

Наиболее высокая активность белковых фракций при развитии воспаления в тканях пульпы была замечена в функциональных категориях белков, которые вовлечены в метаболический обмен и иммунный ответ. Так, наиболее специфичной белковой идентификацией для экспериментальных групп начального и острого пульпита оказался белок острой фазы воспаления – альфа-1-антихимотрипсин.

Важно заметить, что ААСТ – это один из первых белков острой фазы, активность которого резко повышается в ответ на воспаление [14]. Главная физиологическая функция заключается в ингибировании нейтрофильной эластазы, протеазы, гидролизующей структурные протеины. При воспалении функция белка ААСТ заключается в защите тканей от повреждений, вызванных протеолитическими ферментами [13-14].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кречина Е.К., Волков А.В., Абдурахманова З.У. Обоснование применения биоактивных цемента для сохранения жизнеспособности пульпы при ее случайном вскрытии. *Стоматология*. 2021;100(1):1114. <https://doi.org/10.17116/stomat202110001111>
2. Bjørndal L, Simon S, Tomson PL, Duncan HF. Management of deep caries and the exposed pulp. *International Endodontic Journal*. 2019;52(7):949-973. <https://doi.org/10.1111/iej.13128>
3. Ricucci D, Siqueira JF, Li Y, Tay FR. Vital pulp therapy: histopathology and histobacteriology-based guidelines to treat teeth with deep caries and pulp exposure. *Journal of Dentistry*. 2019;86: 41-52. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2019.05.022>
4. Янушевич О.О. Десневая жидкость. Неинвазивные исследования в стоматологии. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2019.

Следует заключить, что по данным протеомного профиля дентинной жидкости зубов белковую фракцию ААСТ целесообразно рассматривать в качестве специфического маркера воспаления при болезнях пульпы. Таким образом, углубленное изучение количества белка ААСТ в образцах дентинной жидкости стало основой для создания новых методов диагностики состояния пульпы зубов.

ОБСУЖДЕНИЕ

Впервые выполненный протеомный анализ дентинной жидкости зубов человека показал наличие более 200 различных белков, при этом большинство белковых молекул встречаются в других тканях организма, и только небольшая часть уникальна для дентино-пульпарного комплекса зуба.

По результатам высокотехнологичного исследования были созданы протеомные карты дентинной жидкости зубов в норме, при начальном и остром воспалении пульпы. Всего было идентифицировано 39 белков, которые являются общими для всех групп сравнения и представляют конститутивный протеом. Было выявлено, что белковую фракцию альфа-1-антихимотрипсин целесообразно рассматривать в качестве специфического маркера воспаления при болезнях пульпы, в частности, для диагностики начального пульпита.

ВЫВОДЫ

Таким образом, исследования показали теоретическую и практическую возможность использования дентинного ликвора и содержащихся в нем маркеров воспаления для создания новых методов диагностики болезней пульпы зубов.

5. Rechenberg, DK, Zehnder M. Molecular diagnostics in endodontics. *Endodontics Topics*. 2014;30:51-65. <https://doi.org/10.1111/etp.12057>
6. Волгин М., Петин К., Митронин А., Кильбасса А. Сравнительный анализ профилей экспрессии генов ИЛ-1-бета, ЦОГ-2 и Коллагеназы II типа в тканях пульпы зубов с проявлением острого воспалительного процесса. *Эндодонтия Today*. 2016;14(4):16-20. Volgin M., Petinov K., Mitronin A., Kil'bassa A. The comparative analysis of the gene expression profiles of IL-1 β , COX-2 and Collagenase type II in inflamed dental pulps. *Endodontics Today*. 2016;14(4):16-20. (In Russ.)
7. Rechenberg DK, Galicia JC, Peters OA. Biological markers for pulp inflammation: a systematic review. *PLOS One*. 2016;29(11). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0167289>

8. Archakov AI, Aseev AL, Bykov VA. Challenges of the Human Proteome Project: 10-Year Experience of the Russian Consortium. *Journal of Proteome Research*. 2019;18(12):4206-4214. <https://doi.org/10.1021/acs.jproteome.9b00358>

9. Jäger M., Eckhardt A, Pataridis S. Proteomic analysis of human tooth pulp proteomes – Comparison of caries-resistant and caries-susceptible persons. *Journal of Proteomics*. 2016;145:127-136. <https://doi.org/10.1016/j.jprot.2016.04.022>

10. Мильман Б.Л., Журкович И.К. Масс-спектрометрический анализ медицинских объектов и проблемы клинической диагностики. *Журнал аналитической химии*. 2015;70(10):1026-1039. Mil'man B.L., Zhurkovich I.K. Mass spectrometric analysis of medical samples and aspects of clinical diagnostics. *Zhurnal analiticheskoi khimii*. 2015;70(10):1026-1039. (In Russ.). <https://doi.org/10.7868/s0044450215100138>

REFERENCES

1. Krechina EK, Volkov AV, Abdurakhmanova ZU. Rationale for the use of bioactive cements by in vitro simulation of accidental pulp opening. *Stomatologiya*. 2021;100(1):1114. (In Russ.). <https://doi.org/10.17116/stomat202110001111>

2. Bjørndal L, Simon S, Tomson PL, Duncan HF. Management of deep caries and the exposed pulp. *International Endodontic Journal*. 2019;52(7):949-973. <https://doi.org/10.1111/iej.13128>

3. Ricucci D, Siqueira JF, Li Y, Tay FR. Vital pulp therapy: histopathology and histobacteriology-based guidelines to treat teeth with deep caries and pulp exposure. *Journal of Dentistry*. 2019;86: 41-52. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2019.05.022>

4. Janushevich O.O. Gingival fluid. Noninvasive studies in dentistry. Moscow: GEOTAR-Media, 2019. Rechenberg DK, Zehnder M. Molecular diagnostics in endodontics. *Endodontics Topics*. 2014;30:51-65. <https://doi.org/10.1111/etp.12057>

5. Volgin M., Petinov K., Mitronin A., Kil'bassa A. The comparative analysis of the gene expression profiles of IL-1β, COX-2 and Collagenase type II in inflamed dental pulps. *Endodontics Today*. 2016;14(4):16-20. (In Russ.).

6. Rechenberg DK, Galicia JC, Peters OA. Biological markers for pulpal inflammation: a systematic review. *PLOS One*. 2016;29(11). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0167289>

7. Rechenberg DK, Galicia JC, Peters OA. Biological markers for pulpal inflammation: a systematic review. *PLOS One*. 2016;29(11). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0167289>

8. Archakov AI, Aseev AL, Bykov VA. Challenges of the Human Proteome Project: 10-Year Experience of the Russian Consortium.

11. Zehnder M, Wegehaupt FJ, Attin T. A first study on the usefulness of matrix metalloproteinase 9 from dentinal fluid to indicate pulp inflammation. *Journal of Endodontics*. 2011;37:17-20. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2010.10.003>

12. Митронин А.В., Митронин Ю.А., Останина Д.А., Островская И.Г., Митронин В.А., Волгин М. Сравнительный анализ методов стимуляции и забора дентинной жидкости зуба: клинико-экспериментальное исследование. *Стоматология*. 2021;100(6):7-12.

13. Baker C, Belbin O, Kalsheker N, Morgan K. SERPINA3 (aka alpha-1-antichymotrypsin). *Frontiers in Bioscience*. 2007;12:2821-2835. <https://doi.org/10.2741/2275>

14. Akbor M., Kurosawa N., Nakayama H., Nakatani A., et. al. Polymorphic SERPINA3 prolongs oligomeric state of amyloid beta. *PLoS One*. 2021 Mar 4;16(3):e0248027. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0248027>

Journal of Proteome Research. 2019;18(12):4206-4214. <https://doi.org/10.1021/acs.jproteome.9b00358>

9. Jäger M., Eckhardt A, Pataridis S. Proteomic analysis of human tooth pulp proteomes – Comparison of caries-resistant and caries-susceptible persons. *Journal of Proteomics*. 2016;145:127-136. <https://doi.org/10.1016/j.jprot.2016.04.022>

10. Mil'man B.L., Zhurkovich I.K. Mass spectrometric analysis of medical samples and aspects of clinical diagnostics. *Zhurnal analiticheskoi khimii*. 2015;70(10):1026-1039. (In Russ.). <https://doi.org/10.7868/s0044450215100138>

11. Zehnder M, Wegehaupt FJ, Attin T. A first study on the usefulness of matrix metalloproteinase 9 from dentinal fluid to indicate pulp inflammation. *Journal of Endodontics*. 2011;37:17-20. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2010.10.003>

12. Mitronin AV, Mitronin YuA, Ostanina DA, Ostrovskaya IG, Mitronin VA, Volgin M. Comparative analysis of methods to stimulate and collect dentinal fluid: a clinical and experimental study. *Stomatologiya*. 2021;100(6):7-12. (In Russ.). <https://doi.org/10.17116/stomat20211000617>

13. Baker C, Belbin O, Kalsheker N, Morgan K. SERPINA3 (aka alpha-1-antichymotrypsin). *Frontiers in Bioscience*. 2007;12:2821-2835. <https://doi.org/10.2741/2275>

14. Akbor M., Kurosawa N., Nakayama H., Nakatani A., et. al. Polymorphic SERPINA3 prolongs oligomeric state of amyloid beta. *PLoS One*. 2021 Mar 4;16(3):e0248027. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0248027>

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ:

*Митронин А.В.*¹ – профессор, доктор медицинских наук, декан стоматологического факультета МГМСУ, заведующий кафедрой кариесологии и эндодонтии, Заслуженный врач РФ; ORCID ID: 0000-0002-3561-6222.

*Останина Д.А.*¹ – кандидат медицинских наук, доцент кафедры кариесологии и эндодонтии МГМСУ, ORCID ID: 0000-0002-5035-5235.

*Митронин Ю.А.*¹ – аспирант, ассистент кафедры кариесологии и эндодонтии, ORCID ID: 0000-0002-3118-2869.

*Михайлова А.Е.*¹ – лаборант кафедры кариесологии и эндодонтии, ORCID ID: 0000-0002-9262-8051.

*Волгин М.А.*² – доктор медицинских наук, профессор кафедры терапевтической стоматологии и пародонтологии, ORCID ID: 0000-0003-3113-0804.

¹Кафедра кариесологии и эндодонтии. Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный медико-стоматологический университет имени А.И. Евдокимова» Министерства здравоохранения Российской Федерации. 27473, Российская Федерация, Москва, ул. Делегатская, д. 20, стр. 1.

²Дунайский Частный Университет, г. Кремс, 124 Steiner Landstrasse, 3500, Austria.

AUTHOR INFORMATION:

*Alexander V. Mitronin*¹ – Professor, Doctor of Medical Sciences, Dean of the Faculty of Dentistry, Head of the Department of cariology and endodontics, Honored Doctor of Russian Federation; ORCID ID: 0000-0002-3561-6222.

*Diana A. Ostanina*¹ – Candidate of Medical Sciences, Associate Professor of the Department of cariology and endodontics; ORCID ID: 0000-0002-5035-5235.

*Yuri A. Mitronin*¹ – postgraduate student, Assistant of the Department of cariology and endodontics; ORCID ID: 0000-0003-4732-0493.

*Anastasia E. Mikhailova*¹ – laboratory assistant, ORCID ID: 0000-0002-9262-8051.

*Michael Wolgin*² – Doctor of Medical Sciences, professor, the Centre for Operative Dentistry and Periodontology, ORCID ID: 0000-0003-3113-0804.

¹Department of Cariology and Endodontics. A.I. Yevdokimov Moscow State University of Medicine and Dentistry. 20c1, Delegatskaya st, Moscow, 27473, Russian Federation.

²Danube Private University. 124 Steiner Landstrasse, 3500 Krems, Austria.

ВКЛАД АВТОРОВ:

Митронин А.В.- существенный вклад в замысел и дизайн исследования, критический пересмотр статьи в части значимого интеллектуального содержания; окончательное одобрение варианта статьи для опубликования.

Останина Д.А.- существенный вклад в замысел и дизайн исследования, сбор данных, анализ и интерпретация данных;

Митронин Ю.А. – сбор данных, анализ и интерпретация данных, подготовка статьи;

Михайлова А.Е. – сбор данных, анализ и интерпретация данных, подготовка статьи;

Волгин М.А. – критический пересмотр статьи в части значимого интеллектуального содержания; окончательное одобрение варианта статьи для опубликования.

AUTHOR'S CONTRIBUTION:

Alexander V. Mitronin – has made a substantial contribution to the concept or design of the article; revised the article critically for important intellectual content; approved the version to be published;

Diana A. Ostanina – has made a substantial contribution to the concept or design of the article; the acquisition, analysis, or interpretation of data for the article.

Yuri A. Mitronin. – the acquisition, analysis, or interpretation of data for the article; drafted the article.

Anastasia E. Mikhailova – the acquisition, analysis, or interpretation of data for the article; drafted the article.

Michael Wolgin – revised the article critically for important intellectual content; approved the version to be published.

Координаты для связи с авторами/ Correspondent author:

Останина Д.А. / D.A. Ostanina, E-mail: dianaostanina@mail.ru

Исследование с помощью СЭМ микроэлементного состава апикальной области зуба после лечения деструктивного периодонтита

© Глинкин В.В.¹, Хабазде З.С.², Генералова Ю.А.², Гасбанов М.А.¹, Бадалов Ф.В.², Лейзеровиц О.³

¹Частная стоматологическая практика, Россия

²Российский университет дружбы народов (РУДН), Москва, Россия

³Частная стоматологическая практика, Калифорния, США

Резюме:

Актуальность. Микроэлементы играют важную роль в жизнедеятельности клетки. С помощью сканирующего электронного микроскопа (СЭМ) был изучен микроэлементный состав дентина и цемента апикальной области зубов, ранее леченных по поводу деструктивного хронического периодонтита в стадии обострения.

Цель. С помощью сканирующего электронного микроскопа изучить микроэлементный состав апикального участка твердых тканей корня зуба после проведенного лечения деструктивного периодонтита.

Материалы и методы. Для определения наличия тех или иных микроэлементов в составе твердых тканей нами был использован спектральный анализ, проведенный на сканирующем электронном микроскопе JSM-6490LV (JEOL, Япония) и энергодисперсионном спектрометре INCA Penta FETx3 (Oxford, Англия).

Результаты. После проведенного эндодонтического лечения меняется содержание и соотношение Са и Р в твердых тканях резорбированной верхушки корня зуба. Обнаружено наличие вновь сформированного высокоминерализованного цемента. Изменяется соотношение микроэлементов Са/Р и Na/Mg в цементе до и после лечения деструктивного периодонтита.

Обсуждение. Повышенное содержание кислорода может свидетельствовать о наличии в клетках активных форм этого элемента. Повышенное содержание Na в твердых тканях свидетельствуют в пользу запускаемых регенеративных процессов. Возможно применение Са-содержащих препаратов помогает клеткам формировать структуру ткани.

Выводы. Через определенный промежуток времени, после проведенного лечения деструктивного периодонтита, происходит кальцификация твердых тканей апикальной области корня зуба. Изменяющееся соотношение микроэлементов указывает на преобладание регенеративных процессов в тканях зуба.

Ключевые слова: деструктивный периодонтит, резорбция цемента, регенерация, микроэлементы, СЭМ.

Статья поступила: 23.01.2023; **исправлена:** 20.02.2023; **принята:** 25.02.2023.

Конфликт интересов: Авторы сообщают об отсутствии конфликта интересов.

Благодарности: финансирование и индивидуальные благодарности для декларирования отсутствуют.

Для цитирования: Глинкин В.В., Хабазде З.С., Генералова Ю.А., Гасбанов М.А., Бадалов Ф.В., Лейзеровиц О. Исследование с помощью СЭМ микроэлементного состава апикальной области зуба после лечения деструктивного периодонтита. Эндодонтия today. 2023; 21(1):18-23. DOI: 10.36377/1683-2981-2023-21-1-18-23.

SEM study of the microelement composition of the apical region of the tooth after the treatment of destructive periodontitis

© Vladimir V. Glinkin¹, Zurab S. Khabadze², Yulia A. Genereleva², Magomed A. Gasbanov², Fikret V. Badalov², Olga Leizerovitz³

¹Private dental practice, Russia

²"Peoples' Friendship University of Russia" (RUDN University), Moscow, Russia

³Private dental practice, California, USA

Abstract:

Relevance. Trace elements play an important role in the life of the cell. Using a scanning electron microscope (SEM), the microelement composition of dentin and cement of the apical region of teeth previously treated for destructive chronic periodontitis in the acute stage was studied.

Aim. Using a scanning electron microscope to study the microelement composition of the apical area of hard tissues of the tooth root after the treatment of destructive periodontitis.

Materials and methods. To determine the presence of certain trace elements in the composition of solid tissues, we used spectral analysis performed on a JSM-6490LV scanning electron microscope (JEOL, Japan) and an INCA Penta FETx3 energy-dispersive spectrometer (Oxford, England).

Results. After endodontic treatment, the content and ratio of Ca and P in the hard tissues of the resorbed apex of the tooth root changes. The presence of newly formed highly mineralized cement was found. The ratio of microelements Ca/P and Na/Mg in the cement before and after the treatment of destructive periodontitis changes.

Conclusions. An increased oxygen content may indicate the presence of active forms of this element in the cells. An increased content of Na in hard tissues testifies in favor of triggered regenerative processes. Perhaps the use of Ca-containing drugs helps cells form the structure of the tissue. **Conclusions.** After a certain period of time, after the treatment of destructive periodontitis, calcification of the hard tissues of the apical region of the tooth root occurs. The changing ratio of trace elements indicates the predominance of regenerative processes in the tissues of the tooth.

Keywords: destructive periodontitis, cement resorption, regeneration, trace elements, SEM.

Received: 23.01.2023; **revised:** 20.02.2023; **accepted:** 25.02.2023.

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

Acknowledgments: There are no funding and individual acknowledgments to declare

For citation: Vladimir V. Glinkin, Zurab S. Khabadze, Yulia A. Generelova, Magomed A. Gasbanov, Fikret V. Badalov, Olga Leizerovitz . SEM study of the microelement composition of the apical region of the tooth after the treatment of destructive periodontitis. Endodontics today. 2023; 21(1):18-23. DOI: 10.36377/1683-2981-2023-21-1-18-23.

ВВЕДЕНИЕ

Верхушечный периодонтит является следствием эндодонтической инфекции [1]. Он проявляется как защитная реакция организма на микробную агрессию, исходящую из системы корневых каналов [2]. Деструктивные формы периодонтита приводят к развитию патологической резорбции, которая чаще охватывает апикальный участок корня зуба [3]. Согласно проведенным ранее исследованиям та или иная форма резорбции корня встречается практически повсеместно в зубах с данной патологией, но выявляется чаще микроскопическими методами [4]. Существуют различные механизмы резорбции [5, с. 1175-1178; 6, с. 47-52]. Микробный агент приводит к активации остеокластов и резорбции зубных тканей [7, 8].

Эндодонтическое лечение зубов с данной патологией сегодня является высокотехнологичной процедурой, решающей медицинские задачи, включающие в себя правильный выбор эндогерметика от которого зависят регенераторные процессы в периодонте [9, с. 439-451; 10, с. 14-19]. Многолетняя практика показала, что препараты, содержащие гидроксид кальция, являются весьма полезными при лечении зубов с периапикальной патологией [11,12].

Большое количество публикаций было посвящено различным методикам пломбирования корневых каналов. Но эндодонтические неудачи существуют до сих пор [13]. Необходимо направить исследовательскую деятельность на изучение процессов, происходящих в зубе, не только до, но и после лечения, чтобы понимать какие происходят изменения и сделать процесс лечения периодонтитов предсказуемым [14].

ЦЕЛЬ

С помощью сканирующего электронного микроскопа изучить микроэлементный состав апикального участка твердых тканей корня зуба после проведенного лечения деструктивного периодонтита.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

С целью изучения внешней резорбции апикальной области корня зуба был исследован микроэлементный

состав 3 ранее запломбированных Триоксидентом зубов с деструктивными формами апикального периодонтита. Забор материала осуществлялся в момент стоматологической манипуляции удаления зубов после проведения инъекционного обезболивания 2% раствором лидокаина или Septanest с информированного согласия пациента. Удаление производили по ортопедическим показаниям. После проведенного лечения зубов не наблюдали обострения воспалительного процесса. Исследования проводили методом сканирующей электронной микроскопии с применением микрорентгено-спектрального анализа (MPCA) в отделе физики и диагностики перспективных материалов Государственного учреждения «Донецкий физико-технический институт им. А.А. Галкина» с помощью исследовательского комплекса: сканирующий электронный микроскоп JSM-6490LV (JEOL, Япония) с энергодисперсионной приставкой INCA Penta FETx3 (OXFORD Instruments, Англия), предназначенной для проведения микрорентгено-спектрального анализа. MPCA проводили на увеличениях $\times 1000 - 5000$ при помощи энергодисперсионного спектрометра. Стандарты, применяемые для количественного анализа, сертифицированы и поставлены фирмой JEOL. Благодаря оценке характеристического рентгеновского излучения, возникающего на поверхности образца при облучении последнего пучком электронов, микрорентгено-спектральный анализ позволяет определить микроэлементный химический состав поверхности исследуемого образца без его разрушения при среднем пороге обнаружения $\sim 0,01$ весового процента (вес%). С помощью данного метода можно определить не только качественный и количественный состав микроэлементов, но и характер их распределения в исследуемом образце. По окончании исследования образцов проводили анализ полученных фотографий и результатов MPCA при помощи программы Excel.

РЕЗУЛЬТАТЫ

С помощью сканирующей электронной микроскопии был изучен микроэлементный состав слоев цемента и дентина апикальной области корня зуба после проведенного эндодонтического лечения деструктивного

Таблица 1. Состав микроэлементов в твердых тканях апикальной области зуба после эндодонтического лечения (вес %)

Table 1. The composition of trace elements in the hard tissues of the apical region of the tooth after endodontic treatment (wt%)

МЭ/Зоны	Zn	Ca	S	P	Si	Al	Mg	Na	F	O	C
1	0,01	33,35	0,14	3,86	-	0,02	0,41	0,89	1,17	43,51	16,61
2	1,24	35,12	0,08	4,79	0,02	-	0,65	2,06	2,06	43,41	11,77
3	4,51	37,02	0,50	5,52	0,02	-	0,28	0,82	2,45	45,14	3,70
4	4,04	33,01	0,33	4,64	0,06	0,08	0,14	1,58	1,58	44,37	10,74

Примечания: МЭ – микроэлементы; 1 – дентин в апикальной области; 2 – клеточный цемент; 3 – бесклеточная зона; 4 – бесклеточный цемент.

Notes: ME – trace elements; 1 – dentin in the apical region; 2 – cellular cement; 3 – cell-free zone; 4 – cell-free cement.

Таблица 2. Состав микроэлементов в дентине апикальной области зуба в процессе лечения и через 2 года после лечения (вес %)

Table 2. The composition of trace elements in the dentin of the apical region of the tooth during treatment and 2 years after treatment (wt %)

МЭ/группы	Zn	Ca	P	Mg	Na	O
1	0,05	19,28	8,44	0,4	0,57	20,19
2	0,11	28,7	12,53	0,5	0,87	32,33
3	0,01	33,35	3,89	0,41	0,89	43,51

Примечания: МЭ – микроэлементы; 1 – дентин после медикаментозной обработки; 2 – пристеночный дентин рядом с Триоксидентом; 3 – отдаленные результаты.

Notes: ME – trace elements; 1 – dentin after drug treatment; 2 – parietal dentin next to the Trioxident; 3 – long-term results.

периодонтита. В результате проведенных исследований установлено, что кислород и углерод входят в состав всех твердых тканей апикальной области зуба (как элементы органических соединений). Кроме вышеупомянутых элементов, в процессе работы были изучены и другие необходимые микроэлементы (МЭ), которые являются жизненно необходимыми и присутствуют как в составе тканей зуба, так и в составе эндогерметика. Материал исследования представлен в таблице 1.

Дентин боковой поверхности у апикального отверстия имеет довольно высокое содержание Ca – 33,358 вес%. Соотношение Ca/P – 8,637. Это незначительно превышает таковое в дентине центральной части корня (8,305). Сравнивая результаты оценки микроэлементов в пристеночном дентине, контактирующим со средствами медикаментозной обработки корневых каналов и Триоксидентом, было установлено, что концентрация МЭ имеет незначительные колебания во всех случаях использования эндогерметика и отличается от такового в дентине корневого канала только прошедших медикаментозную обработку (таблица 2).

В зоне первичного бесклеточного цемента, выстилающего дентин, содержание Ca – 35,12 вес%. Со-

отношение Ca/P – 7,328. Обнаружено наличие вновь сформированного высокоминерализованного цемента (таблица 3). Полоса цементного волокна, являющаяся бесклеточной зоной и расположенная за клеточным цементом, наиболее сильно кальцифицирована (Ca – 37,023 вес%), но соотношение Ca/P – 6,69. Это значительно меньше, чем в дентине и слое бесклеточного волокнистого цемента. Содержание Ca в бесклеточном цементе 33,011 вес% примерно такое же, как в дентине. А соотношение Ca/P – 7,100.

Необходимо обратить внимание на количественное содержание МЭ цемента до и после проведенного лечения. Например, содержание углерода в бесклеточном (первичном) цементе на 24,08% и во вторичном на 29,22% ниже после проведенного лечения. А содержание кислорода в бесклеточном цементе после лечения на 51,81% и во вторичном на 62,42% выше после проведенного лечения. Также значительно колеблется содержание F, Si, Zn в цементе. Изменяется соотношение МЭ цемента до и после лечения деструктивного периодонтита.

Соотношение наиболее значимых химических элементов приведено в таблице 4.

Соотношение приведенных выше МЭ в цементе апикальной зоны до лечения значительно отличается от такового после проведенного лечения через определенный промежуток времени.

Таблица 4. Соотношение микроэлементов до и после лечения в цементе апикальной части корня

Table 4. The ratio of trace elements before and after treatment in the cement of the apical part of the root

до леч.	Ca/P	2,16566	до леч.	Ca/P	2,23668
бескл.	Na/Mg	1,94118	кл.	Na/Mg	2,14706
после бескл.	Ca/P	7,11422	после	Ca/P	7,33194
	Na/Mg	5,85714	кл.	Na/Mg	3,16923

Примечания: до леч. – до лечения; после – после лечения; бескл. – бесклеточный цемент; кл. – клеточный цемент.

Notes: to lay down. – before treatment; after – after treatment; beskl. – cell-free cement; class – cellular cement.

Таблица 3. Соотношение микроэлементов в цементе апикальной части корня зуба через 2 года после лечения деструктивного периодонтита (вес %)

Table 3. The ratio of trace elements in the cement of the apical part of the tooth root 2 years after the treatment of destructive periodontitis (wt %)

МЭ/Зоны	C	O	F	Na	Mg	Al	Si	P	S	Ca	Zn
1	43,47	22,99	0,02	0,66	0,34	0,03	0,008	9,96	0,20	21,57	0,02
2	10,74	44,37	1,58	0,82	0,14	0,08	0,06	4,64	0,33	33,01	4,04
3	40,27	27,10	0,03	0,73	0,34	0,01	0,003	11,07	0,34	24,76	0,13
4	11,77	43,41	2,06	2,06	0,65	-	0,02	4,79	0,08	35,12	1,24

Примечания: 1 – бесклеточный цемент до лечения зуба; 2 – бесклеточный цемент через 2 года после лечения; 3 – клеточный цемент до лечения зуба; 4 – клеточный цемент через 2 года после лечения.

Notes: 1 – cell-free cement before tooth treatment; 2 – cell-free cement 2 years after treatment; 3 – cellular cement before tooth treatment; 4 – cell cement 2 years after treatment.

ОБСУЖДЕНИЕ

Если говорить о дентине, то опираясь на ранее проведенные исследования можно сравнить показатели микроэлементного состава здорового зуба и пораженного периодонтитом. В интактных зубах отмечено уменьшенное количество таких микроэлементов, как кислород (О – 37,65вес%), Na – 0,58вес%, Mg – 0,26вес%, F – 0,028вес% по сравнению с зубами, пораженными деструктивными формами периодонтитов с резорбцией корня. Если сравнивать содержание Са (40,37вес%), P (19,83вес%) в интактных зубах, то оно значительно выше [15], чем в зубах с периодонтитом. Повышенное содержание кислорода в зубах, прошедших лечение деструктивного периодонтита, может свидетельствовать о наличии в клетках активных форм кислорода, который принимает участие, в том числе, в передаче внутриклеточных сигналов от различных факторов роста, которые изменяют активность транскрипционных белков. Активные формы кислорода принимают участие в регуляторных функциях клетки особенно при различной патологии [16]. Чем сильнее было воздействие на клетку патогенного фактора, тем выше скорость образования активных форм кислорода [17]. Повышенная концентрация кислорода в тканях корня зуба может косвенно свидетельствовать о тяжести прошедшего воспалительного процесса и о регенераторных процессах, протекающих в зубе после качественно проведенного лечения.

Следует отметить, что мы наблюдаем повышенное содержание таких химических элементов, как кальций, углерод и кислород. Именно эти элементы входят в состав характеристических функциональных групп: CO₃; PO₄; -C=O-NH; -CH₂-; OH [18]. Такие МЭ, как Са, Р, Mg, Na являются минеральными компонентами цемента зуба. Они легко мобилизуются и поступают в кровь, где их концентрация строго регулируется.

Стабильно повышенное содержание Na в твердых тканях апикальной области корня зуба, свидетельствуют в пользу запускаемых регенеративных процессов. Содержание Mg, примерно на исходном уровне, а также повышенное содержание Са свидетельствует о том, что не происходит замещение в кристаллической решетке гидроксиапатита ионов Са на ионы Mg. В норме в цементе зуба Са содержится 21-24 вес%, Mg – 0,4-0,7; Na – 0,6-0,8. Соотношение Са/P 1,6-1,7 [19]. Анализ карт интенсивности Са (12,59 ± 0,64) и P (23,61 ± 1,14) в цементе пришеечной области здоровых зубов, проведенных с помощью СЭМ, подтверждает их более высокое содержание, чем в эмали [20]. В дентине зуба, прошедшего медикаментозную обработку в процессе лечения деструктивного периодонтита отмечается низкая кон-

центрация Са. Низкий показатель присутствия данного элемента в ткани зуба может свидетельствовать о резорбтивных процессах. Доказано, что паратиреоидный гормон стимулирует резорбцию для увеличения уровня циркулирующего Са. Это ответ на снижение Са в крови [21]. Кроме того, данное исследование подтверждает достоверность того факта, что материалы группы МТА не только создают щелочную среду pH, но и выделяют кальций [22]. Повышенное содержание Zn в дентине корневого канала и более низкое содержание Са, после проведенного лечения, свидетельствуют о дефиците последнего. По прошествии двух лет от момента лечения мы наблюдаем стабилизацию процесса. Изменяется также соотношение Са/P. Если сразу после использования эндогерметика оно составляло 2,28-2,32, то по прошествии двух лет этот показатель увеличился до 8,637. [23].

В межклеточном взаимодействии важную роль играют кадгеринины – молекулы клеточной адгезии, обеспечивающие кальций-зависимое гомофильное соединение клеток в плотных тканях [24]. Судя по всему, кадгеринины, содержащие гликопротеины, являются медиаторами сигнала, находятся в экстрацеллюлярном матриксе (ECM) и экспрессируются на эпителиальных и стромальных клетках. Таким образом ECM цемента играет ключевую роль в восстановительных процессах цемента корня зуба. Возможно применение Са-содержащих препаратов позволяет кадгеринам помогать клеткам формировать структуру ткани периодонта, а в последствии и цемента, которое может наступить после проведенного адекватного лечения. А может для этого вполне достаточно запасов Са в самом зубе и кости для того чтобы направить клеточное remodelation в нужном направлении на создание утраченной ткани, т.к. организм запрограммирован на поддержание нормального функционирования всех органов.

ВЫВОДЫ

Через определенный промежуток времени, после проведенного лечения деструктивного периодонтита, происходит кальцификация твердых тканей апикальной области корня зуба. Изменяющееся соотношение микроэлементов указывает на преобладание регенеративных процессов в тканях зуба.

БЛАГОДАРНОСТЬ

Выражаем благодарность за консультативную помощь научному сотруднику отдела физики и диагностики перспективных материалов Государственного учреждения «Донецкий физико-технический институт им. А.А. Галкина» Бурховецкому В.В.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Van der Waal S. V., Lappin D. F., Crielaard W. Does apical periodontitis have systemic consequences? The need for well-planned and carefully conducted clinical studies. *British Dental Journal*. 2015;218(9): 513-516. DOI: 10.1038/sj.bdj.2015.340.
2. Nair P.N.R. Pathogenesis of apical periodontitis and the causes of endodontic failures. *Crit. Rev. Oral. Biol. Med.* 2004;15(6):348-381. DOI: 10.1177/154411130401500604.
3. Мархеев Ч.И. Резорбция корня зуба – аспекты диагностики, клиники и лечения. Автореф. ...канд. мед.наук. Специальность 14.01.14. Стоматология. Москва. 2021. 25
4. Estrela C., Guedes O. A., Rabelo L. E. G., Decurcio D. A., Alencar A. H. G., Cyntha R.A. Estrela, de Figueiredo J. A. P. Detection of Apical Inflammatory Root Resorption Associated with Periapical Lesion Using Different Methods. *Braz. Dent. J.* 2014; 25 (5) : 404-8. DOI: 10.1590/0103-6440201302432.

5. Gusiyska A., Yovchev D. External Apical Resorption – Radiographic and SEM Analysis on Teeth with Chronic Apical Periodontitis. *IJSR*. 2016; 5(9):1175-1178. DOI: 10.21275/ART20161681.
6. Берхман М. В. Диагностика и лечение внутренней резорбции зубов: обзор литературы и клинический случай. *Эндодонтия today*. 2020; 18(1):47-52. DOI: 10.36377/1683-2981-2020-18-1-47-52.
7. Островская И. Г. Исследование белков воспаленной пульпы временных зубов в начальной стадии резорбции корней Эндодонтия today. 2011; 1:7-9.
8. Nayak M. T., Nayak A. External Inflammatory Root Resorption in Mandibular First Molar: A Case Report. *Malays J Med Sci.* 2015 Nov; 22(6): 63–66. DOI: 10.1155/2012/624792.
9. Darcey J., Qualtrough A. Resorption: part 1. Pathology, classification and aetiology. *British Dental Journal*. 2013; 214(9):439-451. DOI: 10.1038/sj.bdj.2013.431.
10. Глинкин В.В., Чайковская И.В. Микроструктура и краевое прилегание эндогерметиков, используемых при лечении зубов с раз-

рушенной апикальной констрикцией. Клиническая стоматология. 2022; 25(3): 14-19.

11. Darcey J., Qualtrough A. Resorption: part 2. Diagnosis and management. British Dental Journal. 2013; 214 (10):493-509. DOI: 10.1038/sj.bdj.2013.482.

12. Alghamdi F., Alkhatab O. Effectiveness of intracanal calcium hydroxide medicament in treating periapical lesions: a systematic review. J Stoma 2022; 75(1): 44-54. DOI: 10.5114/jos.2022.114502.

13. Figdor D. Apical periodontitis: A very prevalent problem. Oral Surgery Oral Medicine Oral Pathology. 2002;94(6):651-652. DOI:10.1067/moe.2002.130322.

14. Глинкин В.В., Клемин В.А., Кашанский И.В. Эндодонтические материалы на основе минерального триоксидного агрегата, используемые в современной стоматологии для лечения периодонтальной патологии (обзор литературы). Теория и практика современной науки: монография / Под общ. ред. Г.Ю. Гуляева – Пенза: МЦНС «Наука и просвещение». 2020:141-151.

15. Павлова Т.В., Пешкова Э.К., Гончаров И.Ю., Колесников Д.А., Нестеров А.В. Нарушения ультраструктуры и макро- и микроэлементного состава твердых тканей зубов при кариесе у больных гипопатиреозом и без патологии щитовидной железы. Архив Патологии. 2014; 2: 17-21.

16. Новиков В. Е., Левченкова О. С., Пожилова Е. В. Роль активных форм кислорода в физиологии и патологии клетки и их фармакологическая регуляция. Обзоры по клинической фармакологии и лекарственной терапии. 2014: 112(4):13-21.

REFERENCES.

25. Van der Waal S. V., Lappin D. F., Crielaard W. Does apical periodontitis have systemic consequences? The need for well-planned and carefully conducted clinical studies. British Dental Journal. 2015;218(9): 513-516. DOI: 10.1038/sj.bdj.2015.340.

26. Nair P.N.R. Pathogenesis of apical periodontitis and the causes of endodontic failures. Crit. Rev. Oral. Biol. Med. 2004;15(6):348-381. DOI: 10.1177/15444111030401500604.

27. Markheev Ch.I. Root resorption – aspects of diagnosis, clinic and treatment. Abstract ...cand. medical sciences Specialty 14.01.14. Dentistry. Moscow. 2021: 25

28. Estrela C., Guedes O. A., Rabelo L. E. G., Decurcio D. A., Alencar A. H. G., Cytia R.A. Estrela, de Figueiredo J. A. P. Detection of Apical Inflammatory Root Resorption Associated with Periapical Lesion Using Different Methods. Braz. Dent. J. 2014; 25 (5) : 404-8. DOI: 10.1590/0103-6440201302432.

29. Gusiyska A., Yovchev D. External Apical Resorption – Radiographic and SEM Analysis on Teeth with Chronic Apical Periodontitis. IJSR. 2016; 5(9):1175-1178. DOI: 10.21275/ART20161681.

30. Berkman M.V. Diagnosis and treatment of internal tooth resorption: a review of the literature and a clinical case. Endodontics today. 2020; 18(1):47-52. DOI: 10.36377/1683-2981-2020-18-1-47-52. (In Russ.).

31. Ostrovskaya IG. Study of the proteins of the inflamed pulp of temporary teeth in the initial stage of root resorption Endodontics today. 2011; 1:7-9. (In Russ.).

32. Nayak M. T., Nayak A. External Inflammatory Root Resorption in Mandibular First Molar: A Case Report. Malays J Med Sci. 2015 Nov; 22(6): 63–66. DOI: 10.1155/2012/624792.

33. Darcey J., Qualtrough A. Resorption: part 1. Pathology, classification and aetiology. British Dental Journal. 2013; 214(9):439-451. DOI: 10.1038/sj.bdj.2013.431.

34. Glinkin V.V., Chaikovskaya I.V. Microstructure and marginal fit of endosealants used in the treatment of teeth with a destroyed apical constriction. Clinical dentistry. 2022; 25(3): 14-19. (In Russ.).

35. Darcey J., Qualtrough A. Resorption: part 2. Diagnosis and management. British Dental Journal. 2013; 214 (10):493-509. DOI: 10.1038/sj.bdj.2013.482.

36. Alghamdi F., Alkhatab O. Effectiveness of intracanal calcium hydroxide medicament in treating periapical lesions: a systematic review. J Stoma 2022; 75(1): 44-54. DOI: 10.5114/jos.2022.114502.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ:

Глинкин В.В.¹ – врач-стоматолог, ORCID ID 0000-0002-3039-8190.

Хабадзе З.С.² – к.м.н., доцент, заведующий кафедрой терапевтической стоматологии, заместитель директора Медицинского института.

Генералова Ю.А.² – ординатор.

Гасбанов М.А.² – врач-стоматолог.

Бадалов Ф.В.² – врач-ординатор.

Лейцеровиц О.³ – врач-стоматолог.

1-Частная практика, Россия

17. Пожилова Е.В., Новиков В.Е., Левченкова О.С. Активные формы кислорода в физиологии и патологии клетки. Вестник смоленской государственной медицинской академии. 2015; 14(2):13-22.

18. Tan B., Sun W., Han N., Yang Z. Chronic Apical Periodontitis with Calculus-like Mineral Deposit on the Root Apex: A Case Report. OHDM. 2014;13(4): 1100-1105.

19. Вавилова, Т. П. Биологическая химия. Биохимия полости рта. ГЭОТАР-Медиа. 2016: 560.

20. Metwally S., Stachewicz U. Teeth resorption at cement – enamel junction (CEJ) – Microscopy analysis. J. Ihomepage. 2020; 137:1-6.

21. Andreasen, J.O., Andreasen F.M. Root resorption following traumatic dental injuries. Proc Finn Dent Soc. 1992; 88: 95-114.

22. Kuga M. C., de Campos E.A., Viscardi P. H., Carrilho P. Z., Xavier F. C., Silvestre N. P. Hydrogen ion and calcium releasing of MTA fillapex® and mTA-based formulations. RSBO. 2011;8(3):271-6.

23. Глинкин В.В. Микроэлементный состав дентина корней зубов с деструктивными формами периодонтита запломбированных Триоксидентом. «Актуальные вопросы стоматологии» Сборник научных трудов, посвященный основателю каф. орт. стом. КГМУ проф. И.М. Оксману. Казань 2021: 262-267.

24. Ткачук В.А., Рубина К.А. Т-кадгерин как антиадгезивная молекула и возможный рецептор липопротеидов низкой плотности в клетках кровеносных сосудов/ Российский физиологический журнал, 2004;8: 968-986.

37. Figdor D. Apical periodontitis: A very prevalent problem. Oral Surgery Oral Medicine Oral Pathology. 2002;94(6):651-652. DOI:10.1067/moe.2002.130322.

38. Glinkin V.V., Klemin V.A., Kashansky I.V. Endodontic materials based on the mineral trioxide aggregate used in modern dentistry for the treatment of periodontal pathology (literature review). Theory and practice of modern science. Science and Education" 2020:141-151. (In Russ.).

39. Pavlova T.V., Peshkova E.K., Goncharov I.Yu., Kolesnikov D.A., Nesterov A.V. Violations of the ultrastructure and macro- and microelement composition of dental hard tissues in caries in patients with hypothyroidism and without thyroid pathology. Archive of Pathology. 2014; 2:17-21.

40. Novikov V. E., Levchenkova O. S., Pozhilova E. V. The role of reactive oxygen species in cell physiology and pathology and their pharmacological regulation. Reviews of clinical pharmacology and drug therapy. 2014;112(4):13-21.

41. Pozhilova E.V., Novikov V.E., Levchenkova O.S. Reactive oxygen species in cell physiology and pathology. Bulletin of the Smolensk State Medical Academy. 2015; 14(2):13-22.

42. Tan B., Sun W., Han N., Yang Z. Chronic Apical Periodontitis with Calculus-like Mineral Deposit on the Root Apex: A Case Report. OHDM. 2014;13(4): 1100-1105. ID: 212550251.

43. T. P. Vavilova, Biological chemistry. GEOTAR-Media. 2016: 560

44. Metwally S., Stachewicz U. Teeth resorption at cement – enamel junction (CEJ) – Microscopy analysis. J. Ihomepage. 2020; 137:1-6.

45. Andreasen, J.O., Andreasen F.M. Root resorption following traumatic dental injuries. Proc Finn Dent Soc. 1992; 88: 95-114. PMID: 1354871.

46. Kuga M. C., de Campos E.A., Viscardi P. H., Carrilho P. Z., Xavier F. C., Silvestre N. P. Hydrogen ion and calcium releasing of MTA fillapex® and mTA-based formulations. RSBO. 2011;8(3):271-6.

47. Glinkin V.V. Trace element composition of the dentin of the roots of teeth with destructive forms of periodontitis sealed with Trioxident. "Actual issues of dentistry" Collection of scientific papers dedicated to the founder of the department. orth. stoma KSMU prof. THEM. Oksman, Kazan 2021: 262-267. (In Russ.).

48. Tkachuk V.A., Rubina K.A. T-cadherin as an antiadhesive molecule and a possible receptor for low-density lipoproteins in blood vessel cells. Russian Journal of Physiology, 2004;8: 968-986. (In Russ.).

2-Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Российский университет дружбы народов» (РУДН), 117198, Россия, г.Москва, ул. Миклухо-Маклая, 6
3-Частная практика, Калифорния, США

AUTHOR INFORMATION:

*Vladimir V. Glinkin*¹ – dental practitioner, ORCID ID 0000-0002-3039-8190.

*Zurab S. Khabadze*² – PhD, Candidate of Medical Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Therapeutic Dentistry, Deputy Director of the Medical Institute.

*Yulia A. Generelova*² – resident student.

*Magomed A. Gasbanov*² – dental practitioner.

*Fikret V. Badalov*² – resident student.

*Olga Leizerovitz*³ – dental practitioner

¹Private practice, Russia.

²Peoples' Friendship University of Russia" (RUDN University). 6 Miklukho-Maklaya st, Moscow, 117198, Russia

³Private practice, California, USA.

ВКЛАД АВТОРОВ:

Глинкин В.В. – существенный вклад в замысел и дизайн исследования; подготовка статьи или ее критический пересмотр в части значимого интеллектуального содержания; окончательное одобрение варианта статьи для опубликования.

Хабадзе З.С. – подготовка статьи.

Генералова Ю.А. – сбор данных или анализ и интерпретацию данных.

Гасбанов М.А. – сбор данных или анализ и интерпретацию данных.

Бадалов Ф.В., – сбор данных или анализ и интерпретацию данных.

Лейцеровиц О. – подготовка статьи.

AUTHOR'S CONTRIBUTION

Vladimir V. Glinkin – has made a substantial contribution to the concept or design of the article; drafted the article or revised it critically for important intellectual content.

Zurab S. Khabadze – contribution to the concept.

Yulia A. Generelova – the acquisition, analysis, or interpretation of data for the article.

Magomed A. Gasbanov – the acquisition, analysis, or interpretation of data for the article.

Fikret V. Badalov – the acquisition, analysis, or interpretation of data for the article.

Olga Leizerovitz – contribution to the concept.

Координаты для связи с авторами/ Correspondent author:

Глинкин В.В. / Vladimir Glinkin, E-mail: : vvsyz1@gmail.com

Роль микроэлементов в патоморфологии деструктивных форм периодонтита инфекционного характера

© Глинкин В.В.¹, Хабадзе З.С.², Генералова Ю.А.², Гасбанов М.А.¹, Бадалов Ф.В.², Лейзеровиц О.³

¹Частная стоматологическая практика, Россия

²Российский университет дружбы народов (РУДН), Москва, Россия

³Частная стоматологическая практика, Калифорния, США

Резюме:

Цель. Изучить и проанализировать роль микроэлементов в патоморфологических изменениях, происходящие в зубах с деструктивными формами апикального периодонтита в стадии обострения посредством световой и электронной микроскопии.

Материал и методы. Патоморфологические изменения изучали на 46 зубах с деструктивными формами периодонтита в стадии обострения с помощью светового микроскопа Olympus BX-40. Метод сканирующей электронной микроскопии использовали для проведения микрорентгеноспектрального анализа 10 зубов.

Результаты. Инфильтрация воспалительного очага является косвенным свидетельством изменения баланса между продукцией кислородных радикалов фагоцитирующими клетками при деструктивных формах периодонтита и их элиминацией, что включает многогранные взаимосвязанные факторы, а именно прямое повреждение биомолекул, усиление передачи сигналов ядерного фактора, гибель клеток. Повышенное количество изучаемых химических элементов в тканях зубов с апикальными формами периодонтита в период обострения позволяет нам сделать предположение, что кислород может стать источником свободных радикалов и стимулировать процесс резорбции корня зуба.

Выводы. Клеточная инфильтрация, обнаруженная в биоптатах зубов с деструктивными формами периодонтита в стадии обострения, а также повышенное содержание микроэлементов в тканях зубов, позволяет предположить, что это способствует не только потере костной массы в периапикальном пространстве, но и приводит к разрушению апикальных тканей. Микроэлементы являются биомаркерами окислительного стресса. Лечение должно быть направлено на ускорение восстановления окислительного баланса.

Ключевые слова: периодонтит, клеточная инфильтрация, микроэлементы.

Конфликт интересов: Авторы сообщают об отсутствии конфликта интересов.

Благодарности: финансирование и индивидуальные благодарности для декларирования отсутствуют.

Статья поступила: 23.01.2023; **исправлена:** 05.03.2023; **принята:** 09.03.2023.

Конфликт интересов: Авторы сообщают об отсутствии конфликта интересов

Благодарности: Финансирование и индивидуальные благодарности для декларирования отсутствуют.

Для цитирования: Глинкин В.В., Хабадзе З.С., Генералова Ю.А., Гасбанов М.А., Бадалов Ф.В., Лейзеровиц О. Роль микроэлементов в патоморфологии деструктивных форм периодонтита инфекционного характера. Эндодонтия today. 2023; 21(1):24-29. DOI: 10.36377/1683-2981-2023-21-1-24-29.

The role of trace elements in the pathomorphology of destructive forms of periodontitis of an infectious nature

© Vladimir V. Glinkin¹, Zurab S. Khabadze², Yulia A. Genereleva², Magomed A. Gasbanov², Fikret V. Badalov², Olga Leizerovitz³

¹Private dental practice, Russia

²"Peoples' Friendship University of Russia" (RUDN University), Moscow, Russia

³Private dental practice, California, USA

Abstract.

Aim. To study and analyze the role of trace elements in pathomorphological changes occurring in teeth with destructive forms of apical periodontitis in the acute stage by means of light and electron microscopy.

Materials and methods. Pathological changes were studied on 46 teeth with destructive forms of periodontitis in the acute stage using an Olympus BX-40 light microscope. Scanning electron microscopy was used to conduct X-ray microanalysis of 10 teeth.

Results. The infiltration of the inflammatory focus is an indirect evidence of a change in the balance between the production of oxygen radicals by phagocytic cells in destructive forms of periodontitis and their elimination, which includes multifaceted

interrelated factors, namely, direct damage to biomolecules, increased signaling of the nuclear factor, and cell death. The increased amount of studied chemical elements in the tissues of teeth with apical forms of periodontitis during the period of exacerbation allows us to assume that oxygen can become a source of free radicals and stimulate the process of resorption of the tooth root.

Conclusions. Cellular infiltration found in biopsy specimens of teeth with destructive forms of periodontitis in the acute stage, as well as an increased content of trace elements in dental tissues, suggests that this contributes not only to loss of bone mass in the periapical space, but also leads to the destruction of apical tissues. Trace elements are biomarkers of oxidative stress. Treatment should be aimed at accelerating the restoration of oxidative balance.

Keywords: periodontitis, cell infiltration, microelements.

Received: 23.01.2023; **revised:** 05.03.2023; **accepted:** 09.03.2023.

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

Acknowledgments: There are no funding and individual acknowledgments to declare.

For citation: Vladimir V. Glinkin, Zurab S. Khabadze, Yulia A. Generelova, Magomed A. Gasbanov, Fikret V. Badalov, Olga Leizerovitz. The role of trace elements in the pathomorphology of destructive forms of periodontitis of an infectious nature. *Endodontics today*. 2023; 21(1):24-29. DOI: 10.36377/1683-2981-2023-21-1-24-29.

ВВЕДЕНИЕ

Распространенность апикального периодонтита в последние годы имеет тенденцию к росту [1]. Половина взрослого населения мира имеет хотя бы один зуб с апикальным периодонтитом. Распространенность данного заболевания колеблется в пределах 48-95 % [2, 3]. Распространенность периодонтита среди взрослого населения в целом на 2020 год по сравнению с данными 2012 года составила 6,3 % против 5,4 %. Периодонтит наблюдается как в эндодонтически леченных (41,3 % против 35,9 %), так и в необработанных зубах. (3,5 % против 2,1 %) [4]. На амбулаторный прием в РФ с различными диагнозами периодонтита обращается 20-56 % пациентов [5], а в некоторых регионах распространенность данного заболевания достигает 100 %. Причем деструктивные формы периодонтита встречаются в 34-89 % случаев [6]. Периодонтит является показанием для удаления зубов у 50 % – 80 % пациентов [7]. Таким образом эта проблема имеет медико-социальное значение.

Во время развития воспалительного процесса в зубе и окружающих его тканях изменяются метаболические функции организма. Повышение фагоцитарной активности макрофагов, Т- и В-лимфоцитов и плазмочитов – это защитная реакция организма на продукты жизнедеятельности микроорганизмов. Нейтрофилы обладают фагоцитарной реакцией, выступают источником ферментов, повреждающих клеточные мембраны, разрушающих нежизнеспособные ткани. Это приводит к освобождению лизосомальных энзимов, в действие вступают клеточные медиаторы воспаления, с помощью которых включается сосудистая реакция и обеспечивается экссудация [8]. При бактериальных инфекциях число циркулирующих нейтрофилов нередко увеличивается.

Макрофаги и нейтрофилы выделяют фермент коллагеназу, способствующий растворению коллагеновых волокон и простогландины, гепарин, вызывающие резорбцию костной ткани. А поскольку клетки костной ткани идентичны с клетками цемента корня зуба, то развиваются деструктивные явления и в цементе. Активация макрофагов и моноцитов вызывает деструктивные изменения в кости, т.к. баланс между их маркерами регулирует образование остеокластов. Триада: остеопротегерин (OPG), также известный как фактор, ингибирующий остеокластогенез (OICF), RANKL – особая

молекула, обнаруженная на поверхности активированных Т-лимфоцитов, активатор рецептора для лиганда ядерного фактора каппа В, активирующая клетки, резорбирующие кость, и модуляторы костной резорбции RANK является ключевым регулятором ремоделирования кости и необходима для развития и активации остеокластов [9].

ЦЕЛЬ

Изучить и проанализировать роль микроэлементов в патоморфологических изменениях, происходящие в зубах с деструктивными формами апикального периодонтита в стадии обострения посредством световой и электронной микроскопии.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Для изучения патоморфологических изменений, происходящих в тканях зуба в момент обострения хронического процесса, нами был изучен материал, полученный при удалении 46 зубов у 42 пациентов (22 мужчины и 20 женщин) в возрасте от 23 до 79 лет с хроническим апикальным периодонтитом в стадии обострения. Все зубы ранее не были лечены. Забор материала осуществлялся в момент стоматологической манипуляции удаления зубов после проведения инъекционного обезболивания 2% раствором Лидокаина или Septanest, содержащего в 1 мл препарата 40 мг артикаина и 0,01 мг адреналина с информационного согласия пациента. Для морфологических исследований использовали световой микроскоп Olympus BX-40, являющийся сложным оптическим прибором, позволяющим получать увеличение x400 [10]. Подготовку материала осуществляли по общепринятым методикам [11].

С целью изучения состояния тканей корня зуба и элементного состава зубов был исследован микрорельеф 10 ранее не леченых зубов с деструктивными формами апикального периодонтита в стадии обострения. Исследования проводили методом сканирующей электронной микроскопии (СЭМ) с применением микрорентгеноспектрального анализа с помощью исследовательского комплекса: сканирующий электронный микроскоп JSM-6490LV (JEOL, Япония) с энергодисперсионной приставкой INCA Penta FETx3 (OXFORD Instruments, Англия), предназначенной для проведения микрорентгеноспектрального анализа. Для обеспечения электропроводности поверхность исследуемого материала напыляли углеродом до толщины 150

Таблица 1. Клеточный состав пульпы и периапикального пространства зубов с деструктивными формами периодонтита в стадии обострения

Table 1. Cellular composition of the pulp and periapical space of teeth with destructive forms of periodontitis in the acute stage

Клетки ин- фильтра	1	2	3
Лимфоциты	6	6	7
Нейтрофилы	13	5	10
Макрофаги	10	5	4
Плазмоциты	9	-	5

Примечания: 1 – слабый воспалительный инфильтрат, 2 – умеренная инфильтрация, 3 – интенсивная инфильтрация.
Notes: 1 – weak inflammatory infiltration, 2 – moderate infiltration, 3 – intense infiltration.

ангстром в вакуумной установке ВУП-5А. После этого зубы помещали в колонну сканирующего электронного микроскопа, где создавали разрезание (4-5)х10-5 Па. В результате воздействия на образец электронный пучок вызывал формирование некоторых продуктов взаимодействия, регистрация которых позволяла получать необходимую информацию об исследуемом образце [12]. Подготовку препаратов для разнопланового микроскопического изучения проводили согласно ранее предложенному способу для исследования зубов на СЭМ [13].

Микрорентгеноспектральный анализ проводили на увеличениях x1000 – 5000 при помощи энергодисперсионного спектрометра. Стандарты, применяемые для количественного анализа, сертифицированы и поставлены фирмой JEOL.

По окончании исследования образцов проводили анализ полученных фотографий и результатов анализа при помощи программы Excel.

РЕЗУЛЬТАТЫ

При исследовании зубов с деструктивными формами периодонтита в стадии обострения было обнаружено большое количество клеточных инфильтратов, в том числе, вокруг сосудов. Клеточный состав тканей пульпы и периодонта был представлен неравномерно как с анатомической точки зрения, так и в плане присутствия тех или иных клеток. Обнаружено присутствие клеток, участвующих в гуморальном и клеточном иммунитете. Наиболее часто встречающиеся клетки, присутствующие в зубе и окружающих его тканях, представлены в таблице 1.

Исследуя микроэлементный состав дентина зубов с деструктивными формами периодонтита в стадии обострения обратили внимание на существенное увеличение кислорода (O) в этой ткани. Содержание кислорода в дентине пораженных зубов на 61,89 % превосходило таковое в дентине здоровых зубов. Установлено, что содержание хлора (Cl) в тканях корней зубов с данной патологией, на 53,84 % превышало таковое в здоровых зубах. А содержание Fe на участках резорбции апикального цемента на 83,3 % выше его содержания в апикальном цементе здоровых зубов. В процессе исследования в ткани дентина пораженных периодонтитом зубов было выявлено повышенное содержание Са на 45 %.

ОБСУЖДЕНИЕ

Появление большого количества нейтрофилов, встречающихся при бактериальных инфекциях, связано с тем, что после фагоцитоза инородных частиц,

в нашем случае микрофлоры, происходит гибель нейтрофилов с высвобождением большого количества гидролитических ферментов, нарушением окислительно-восстановительных процессов в клетках, приводящих к повышенной проницаемости тонких стенок кровеносных сосудов и соответственно к кровоизлиянию [14]. Так же наличие нейтрофилов является признаком клеточного иммунитета [15]. Преобладание клеточного инфильтрата указывает на продуктивный (пролиферативный) характер воспаления [16].

Нейтрофильная и моноцитарно/лимфоцитарная инфильтрация воспалительного очага является косвенным свидетельством усиления свободнорадикального окисления и избыточной продукции активных форм кислорода (АФК), что приводит к индукции выработки цитокинов и некрозу тканей [17]. Лимфогистиоцитарная инфильтрация относится к гиперчувствительности замедленного типа и оценивается как защита от внутриклеточных агентов, обуславливает хронический продуктивный асептический воспалительный процесс, является свидетельством дегенеративных нарушений. Наличие лейкоцитов и лимфоцитов в клеточных инфильтратах свидетельствует об агрессивности воспалительного процесса.

В присутствии активаторов (металлов переменной активности, например, железо (Fe²⁺)) из H₂O₂ и супероксида образуется опасный гидроксильный радикал (HO⁻), который может окислять практически любое химическое соединение [18]. Существуют данные, которые свидетельствуют в пользу существования специализированного механизма генерации HO⁻. Это касается химических процессов, ответственных за реализацию биоцидного действия кислородзависимых антимикробных факторов лейкоцитов [19].

Активация АФК приводит к лимфоидной пролиферации и активации макрофагальной системы, сосудистым нарушениям и кровоизлияниям, что мы и наблюдали в биоптатах зубов с хроническими формами периодонтита в стадии обострения. Это указывает на гуморальный, неспецифический, характер иммунитета. При этом установленные морфологические изменения могут носить компенсаторный характер, ряд из них имеет признаки иммунных и аутоиммунных реакций [20].

Свободнорадикальное окисление не обходится без участия кислорода. При определенных условиях активные формы кислорода могут стать источником свободных радикалов и оказывать токсическое воздействие на клетки организма. Одним из последствий свободнорадикального окисления (превращения, например, кислорода под действием свободных радикалов) является перекисное окисление липидов (ПОЛ). АФК появляются первыми в цепи реакций свободнорадикального окисления, давая начало другим свободным радикалам, например, азоту и хлору [21].

Выработка супероксида (O₂) нейтрофилами и другими фагоцитирующими клетками необходима для уничтожения микрофлоры. Но он также вызывает повреждение тканей в месте воспаления. Наличие этого химического элемента в повышенном количестве в биоптатах зубов с деструктивными формами периодонтита в период обострения с явлениями резорбции верхушки корня позволяет нам сделать предположение, что изменение баланса между продукцией кислородных радикалов фагоцитирующими клетками при данной патологии и их элиминацией способствует не только потере костной массы в периапикальном пространстве, но и стимулирует процесс резорбции корня зуба. [22]. Меха-

низ АФК при обострении воспаления включает многогранные взаимосвязанные факторы, а именно прямое повреждение биомолекул, усиление передачи сигналов ядерного фактора, гибель клеток [23]. На верхушке корня происходит разрушение вовлеченных тканей в попытке иммунной защиты организма хозяина локализовать инфекцию и остановить ее распространение. Таким образом мы получаем деструктивный периодонтит с поражением тканей периодонта, резорбцией цемента корня и деструктивными изменениями в костной ткани. А поскольку доказано, что наиболее высокий оксидативный стресс наблюдается при первичном течении апикального периодонтита и хроническое течение воспалительного процесса увеличивает местное производство АФК, это объясняет высокий уровень кислорода в дентине зуба [24].

Повышенное содержание Cl и Fe свидетельствует об образовании АФК при апикальном деструктивном периодонтите. Воспаление приводит к перепроизводству АФК, и доступные антиоксиданты не могут сохранить этот баланс, вызывая окислительный стресс. В результате развивается апикальный периодонтит, являющийся собой воспалительную реакцию на повреждение вокруг верхушки корня. Обычно это вызвано необратимым инфицированием пульпы микрофлорой. Избыток АФК приводит к некрозу тканей, что мы и наблюдаем в биоптатах зубов на примере дентина [25]. Запускается процесс фагоцитоза на поверхности клеток-фагоцитов, синтез АФК, происходит активация гуморальных и клеточных реакций. Нарушается нормальный окислительно-восстановительный баланс. Это влечет за собой молекулярное повреждение и нарушение окислительно-восстановительной передачи сигналов. Увеличение провоспалительных медиаторов приводит к провоспалительному ответу. Развивается оксидантный дисбаланс в очаге поражения [26].

АФК также влияют на концентрацию ионов кальция (Ca) в матриксе митохондрий. Ca -сигнализация играет большую роль в биологической функции клеток и явлении гомеостаза. Цепь реакций, проходящих во время воспалительного процесса и затрагивающая такие клетки, как лейкоциты и тромбоциты, зависит от количества Ca и, в конечном итоге, активирует металлопротеиназы (ММР). Этот тип эндопептидаз, разрушающих

все типы белков внеклеточного матрикса, является цинк-зависимым. Они играют роль в ремоделировании тканей, связаны с обменом белков соединительнотканного матрикса [27].

В плазмалемме макрофагов существует НАД(Ф) Н-оксидазная система, продуцирующая супероксид анион в ходе иммунного и воспалительного ответа. Дыхательная цепь митохондрий служит основным источником кислорода в клетках. И в этой цепи довольно долго сохраняется и перемещается H_2O_2 , которая играет роль сигнальной молекулы. Вступая в контакт с грамотрицательными бактериями макрофаг активируется липополисахаридами наружной мембраны бактерии. Происходит стимуляция макрофага. Такой макрофаг выделяет оксид азота (NO), вызывающий процесс программированной клеточной гибели в макрофагах и остеобластах. Это вызывает прогрессирование воспалительного процесса.

ВЫВОДЫ

Морфологическим изменениям в тканях зуба предшествует сложная цепь химических реакций. Увеличение кислорода, в пораженных деструктивным периодонтитом зубах, свидетельствует о наличии окислительного стресса. Клеточная инфильтрация, обнаруженная в биоптатах зубов с деструктивными формами периодонтита в стадии обострения, а также повышенное содержание микроэлементов в тканях зубов, позволяет предположить, что это приводит к разрушению апикальных тканей. Микроэлементы являются биомаркерами окислительного стресса. Понимание протекания патоморфологических процессов дает нам возможность улучшить лечение зубов с данной патологией.

Лечение должно быть направлено на ускорение восстановления окислительного баланса. Для лечения апикальных деструктивных периодонтитов в стадии обострения необходима стратегия комбинированной терапии, направленная на преобладание восстановительных процессов в окружающих тканях и самом зубе. Мы считаем, что изменение взаимодействия между клетками воспалительного инфильтрата и восстановлением барьерной функции тканей может привести к запуску регенераторных процессов в организме.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Jakovljevic A., Andric M., Miletic M., et al. Epstein-Barr virus infection induces bone resorption in apical periodontitis via increased production of reactive oxygen species. *Medical Hypotheses*. 2016; 94: 40-42. DOI: 10.1016/j.mehy.2016.06.020.
2. Сирак С.В., Копылова И.А. Профилактика осложнений, возникающих во время и после эндодонтического лечения зубов (по результатам анкетирования врачей-стоматологов). *Международный журнал экспериментального образования*. 2013;(8): 104-107. УДК: 616.314.18-002.4.004.53.
3. Tibúrcio-Machado C. S., Michelon C., Zanatta F. B., et al. The global prevalence of apical periodontitis: a systematic review and meta-analysis. *International endodontic journal*. 2021;54(5): 712-735. DOI: 10.1111/iej.13467.
4. Jakovljevic A.N., Nikolic, J. Jacimovic, et al. Prevalence of apical periodontitis and conventional nonsurgical root canal treatment in general adult population: An updated systematic review and meta-analysis of cross-sectional studies published between 2012 and 2020. *Journal of Endodontics*. 2020; 46 (10):1371-1386. DOI:10.1016/j.joen.2020.07.007 e1378.
5. Щепотьева Ю.В., Сунцева Е.С., Решетникова М.М. Этиологические факторы деструктивных форм периодонтита. *Материалы МСНК «Студенческий научный форум 2022»*. 2020; 6:29.
6. Березин К.А., Греков А.Х., Зарипова Э.М. Статистические аспекты изучения распространенности хронического периодонтита у взрослого населения. *Современные проблемы науки и образования*. 2015; 2: 119.
7. Митронин А.В., Герасимова М.М. Эндодонтическое лечение болезней пульпы и периодонта. Часть 1. Аспекты применения антибактериальных препаратов. *Эндодонтия Today*. 2012; 10(1):9-15.
8. Шиманский Ш.Л., Чиликин В.Н., Малышев И.Ю. Фагоцитарная защита пародонта и способы ее активации. *Стоматология*. 2013;92(5):64-69.
9. Menezes R, Bramante CM, da Silva Paiva KB., et al. Receptor activator $NF\kappa B$ -ligand and osteoprotegerin protein expression in human periapical cysts and granulomas. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2006 Sep;102(3):404-409. DOI: 10.1016/j.tripleo.2005.10.054
10. Никитин Е.Б. Микробиология с основами иммунологии. Павлодар. Изд. Арман-ПВ. 2004:181.
11. Меркулов Г.А. Курс патологической техники. Л. 1969:423.
12. Коровин А.Е., Копыленкова Т.И., Костина О.В. Основы электронной микроскопии. Устройство и принцип работы электронных микроскопов и особенности подготовки материала для проведения исследований. *Клиническая патофизиология*. 2015; 4:111-120.
13. Глинкин В.В., Клемин В.А. Способ эндодонтической подготовки образцов *in vitro* и приготовления шлифов зубов для исследования на сканирующем электронном микроскопе. *Университетская клиника*. 2021;1(38): 09-112. DOI: 10.26435/UC.V011(38).650
14. Поспішіль, Ю.О., Вовк В. І. Патологічна анатомія стоматологічних хворіб: навчальний посібник для студентів стоматологічних факультетів. Львів : Компакт-ЛВ. 2005:104.

15. Агарков Н.М., Ткаченко П.В., Замулин Д.О. Прогнозирование развития периапикального абсцесса хроническом периодонтите у детей по параметрам крови и клеточного иммунитета. Клиническая лабораторная диагностика. 2018; 63(1): 31-34. DOI: 10.18821/0869-2084-2018-63-1-31-34

16. Семенникова Н.В., Логвинов С.В., Семенников В.И. Клико-морфологическая оценка гранулематозного периодонтита в стадии обострения и ремиссии. Бюллетень сибирской медицины. 2010; 9(1):52-57.

17. Нусратов М.И. Особенности свободно-радикального окисления в условиях моделирования перитонита у предварительно стрессированных животных. Автореф. ...канд. мед.наук. Специальность 03.01.04 – биохимия, Челябинск. 2011: 23.

18. Гривенникова В. Г., Виноградов А.Д. Генерация активных форм кислорода митохондриями. Успехи биологической химии. 2013; 53:245-296.

19. Янковский О.Ю., Эйсмонт Ю.А. Гидроксильный радикал – продукт и потенциальный эффектор кислородзависимой антимикробной системы лейкоцитов. Вестник СПбГУ. Сер. 3. 2003; 2(11): 98-102.

20. Зайцева Н.В., Землянова М.А., Звездин В.Н. Морфологические особенности тканей внутренних органов и систем при воздействии нанодисперсного оксида марганца (III, IV). ВЕСТНИК РАМН.2013; 2:18-23.

REFERENCES:

1. Jakovljevic A., Andric M., Miletic M., et al. Epstein-Barr virus infection induces bone resorption in apical periodontitis via increased production of reactive oxygen species. Medical Hypotheses. 2016; 94: 40-42. DOI: 10.1016 / j.mehy.2016.06.020.

2. Sirak S.V., Kopylova I.A. Profilaktika oslozhneniy, voznikayushchikh vo vremya i posle endodonticheskogo lecheniya zubov (po rezul'tatam anketirovaniya vrachey-stomatologov). Mezhdunarodnyy zhurnal eksperimental'nogo obrazovaniya. 2013;(8): 104-107.

3. Tibúrcio-Machado C. S., Michelson C., Zanatta F. B. , et al. The global prevalence of apical periodontitis: a systematic review and meta-analysis. International endodontic journal. 2021;54(5): 712-735. DOI: 10.1111 /iej.13467

4. Jakovljevic A.N., Nikolic, J. Jacimovic, et al. Prevalence of apical periodontitis and conventional nonsurgical root canal treatment in general adult population: An updated systematic review and meta-analysis of cross-sectional studies published between 2012 and 2020. Journal of Endodontics. 2020; 46 (10):1371-1386. DOI:10.1016/j.joen.2020.07.007 e1378

5. Shchepot'yeva YU.V., Suntseva Ye.S., Reshetnikova M.M. Etiologicheskiye faktory destruktivnykh form periodontita. Materialy MSNK «Studencheskiy nauchnyy forum 2022». 2020; 6:29. (In Russ.).

6. Berezin K.A., Grekov A.KH., Zaripova E.M. Statisticheskiye aspekty izucheniya rasprostranennosti khronicheskogo periodontita u vzroslogo naseleniya. Sovremennyye problemy nauki i obrazovaniya. 2015; 2: 119.

7. Mitronin A.V., Gerasimova M.M. Endodonticheskoye lecheniye bolezney pul'py i periodonta. Chast' 1. Aspekty primeneniya antibakterial'nykh preparatov. Endodontiya Today. 2012; 10(1):9-15. (In Russ.).

8. Shimanskiy SH.L., Chilikin V.N., Malyshev I.YU. Fagotsitarnaya zashchita parodontia i sposoby yeye aktivatsii. Stomatologiya. 2013;92(5):64-69. (In Russ.).

9. Menezes R, Bramante CM, da Silva Paiva KB., et al. Receptor activator NF-kappaB-ligand and osteoprotegerin protein expression in human periapical cysts and granulomas. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod. 2006 Sep;102(3):404-409. DOI: 10.1016 /j.tripleo.2005.10.054.

10. Nikitin Ye.B. Mikrobiologiya s osnovami immunologii. Pavlodar. Izd. Arman-PV. 2004:181. (In Russ.).

11. Merkulov G.A. Kurs patologicheskoy tekhniki. L. 1969:423s. (In Russ.).

12. Korovin A.Ye., Kopylenkova T.I., Kostina O.V. Osnovy elektronnoy mikroskopii. Ustroystvo i printsip raboty elektronnykh mikroskopov i osobennosti podgotovki materiala dlya provedeniya issledovaniy. Klinicheskaya patofiziologiya. 2015; 4:111-120. (In Russ.).

13. Glinkin V.V., Klemin V.A. Sposob endodonticheskoy podgotovki obraztsov in vitro i prigotovleniya shlifov zubov dlya issledovaniya na skaniruyushchem elektronnom mikroskope.Universitetskaya klinika. 2021;1(38): 09-112. DOI: 10.26435/UC.V01(38).650

14. (In Russ.).

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ:

Глинкин В.В.¹ – врач-стоматолог, ORCID ID 0000-0002-3039-8190.

Хабадзе З.С.² – к.м.н., доцент, заведующий кафедрой терапевтической стоматологии, заместитель директора Медицинского института.

21. Фархутдинов Р.Р., Мусин Ш.И., Кыргалин Ш.Р. Свободные радикалы, пролиферация и канцерогенез. Креативная хирургия и онкология. 2011; 2:109-112.

22. Oxidative stress in the local and systemic events of apical periodontitis. P. Hernández-Ríos [et al.] // Front Physiol. 2017. – № 8. – p.869. DOI: 10.3389 /fphys.2017.00869

23. DeJulius C.R., Pussinen P.J., VernalR. et al. Optimizing an antioxidant TEMPO copolymer for reactive oxygen species scavenging and anti-inflammatory effects in vivo. Bioconjugate Chemistry. 2021; 32 (5):928-941. DOI: 10.1021/acs.bioconjchem.1c00081.

24. Vengerfeldt, V., M'andar, R., Saag, M. Oxidative stress in patients with endodontic pathologies. Journal of Pain Research. 2017; 10:2031–2040. DOI:10.2147/JPR.S141366.

25. Новиков В.Е., Климина Е.И. Фармакология гепатопротекторов. Обзоры по клин. фармакологии и лек. терапии. 2012; 10(4): 63-66.

26. Georgiou A.C., Van Kessela M.H., Crielaarda W. Reactive oxygen species can be traced locally and systemically in apical periodontitis: A systematic review. Archives of Oral Biology. 2021; 129 105167: 1-14. DOI: 10.1016 / j.archoralbio.2021.105167

27. Григорьевич О.С., Мокров Г.В., Косова Л.Ю. Матриксные металлопротеиназы и их ингибиторы. Фармакокинетика и Фармакодинамика. 2019;(2):3-16. DOI: 10.24411/2587-7836-2019-10040.

15. Pospíšil', YU.O., Vovk V. Í. Patologichna anatomiya stomatologichnikh khvorib: navchal'niy posibnik dlya studentiv stomatologichnikh fakultetiv. L'viv : Kompakt-LV. 2005:104. (In Russ.).

16. Agarkov N.M., Tkachenko P.V., Zamulin D.O. Prognozirovaniye razvitiya periapikal'nogo abscessa khronicheskogo periodontite u detey po parametram krovi i kletochnogo immuniteta. Klinicheskaya laboratornaya diagnostika. 2018; 63(1): 31-34. DOI: 10.18821/0869-2084-2018-63-1-31-34 (In Russ.).

17. Semennikova N.V., Logvinov S.V., Semennikov V.I. Kliniko-morfologicheskaya otsenka granulematoznogo periodontita v stadii obostreniya i remissii. Byulleten' sibirskoy meditsiny. 2010; 9(1):52-57. (In Russ.).

18. Nusratov M.I. Osobennosti svobodno-radikal'nogo okisleniya v usloviyakh modelirovaniya peritonita u predvaritel'no stressirovannykh zhivotnykh. Avtoref. ...kand. med.nauk. Spetsial'nost' 03.01.04 – biokhimiya, Chelyabinsk. 2011: 23s. (In Russ.).

19. Grivennikova V. G., Vinogradov A.D. Generatsiya aktivnykh form kisloroda mitokhondriyami.Uspekhi biologicheskoy khimii. 2013; 53:245-296. (In Russ.).

20. Yankovskiy O.YU., Eysmont YU.A. Gidroksil'nyy radikal – produkt i potentsial'nyy effektor kislorodzavisimoy antimikrobnoy sistemy leykotsitov. Vestnik SPbGU. Ser. 3. 2003; 2(11): 98-102. (In Russ.).

21. Zaytseva N.V., Zemlyanova M.A., Zvezdin V.N. Morfologicheskkiye osobennosti tkaney vnutrennikh organov i sistem pri vozdeystvii nanodispersnogo oksida margantsa (III, IV). VESTNIK RAMN.2013; 2:18-23. (In Russ.).

22. Farkhutdinov R.R., Musin SH.I., Kzyrgalin SH.R. Svobodnyye radikaly, proliferatsiya i kantserogenez. Kreativnaya khirurgiya i onkologiya. 2011; 2:109-112. (In Russ.).

23. Oxidative stress in the local and systemic events of apical periodontitis. P. Hernández-Ríos [et al.] // Front Physiol. 2017. – № 8. – p.869. DOI: 10.3389 /fphys.2017.00869

24. DeJulius C.R., Pussinen P.J., VernalR. et al. Optimizing an antioxidant TEMPO copolymer for reactive oxygen species scavenging and anti-inflammatory effects in vivo. Bioconjugate Chemistry. 2021; 32 (5):928-941. DOI: 10.1021/acs.bioconjchem.1c00081.

25. Vengerfeldt, V., M'andar, R., Saag, M. Oxidative stress in patients with endodontic pathologies. Journal of Pain Research. 2017; 10:2031–2040. DOI:10.2147/JPR.S141366.

26. Novikov V.Ye., Klimkina Ye.I. Farmakologiya gepatoprotektorov. Obzory po klin. farmakologii i lek. terapii. 2012; 10(4): 63-66. (In Russ.).

27. Georgiou A.C., Van Kessela M.H., Crielaarda W. Reactive oxygen species can be traced locally and systemically in apical periodontitis: A systematic review. Archives of Oral Biology. 2021; 129 105167: 1-14. DOI: 10.1016 / j.archoralbio.2021.105167

28. Grigorovich O.S., Mokrov G.V., Kosova L.YU. Matriksnyye metalloproteinazy i ikh ingibitory. Farmakokinetika i Farmakodinamika. 2019;(2):3-16. DOI: 10.24411/2587-7836-2019-10040. (In Russ.).

Генералова Ю.А.² – ординатор.
Гасбанов М.А.² – врач-стоматолог.
Бадалов Ф.В.² – врач-ординатор.
Лейцеровиц О.³ – врач-стоматолог.

1-Частная практика, Россия

2-Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Российский университет дружбы народов» (РУДН), 117198, Россия, г.Москва, ул. Миклухо-Маклая, 6

3-Частная практика, Калифорния, США

AUTHOR INFORMATION:

*Vladimir V. Glinkin*¹ – dental practitioner, ORCID ID 0000-0002-3039-8190.

*Zurab S. Khabadze*² – PhD, Candidate of Medical Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Therapeutic Dentistry, Deputy Director of the Medical Institute.

*Yulia A. Generelova*² – resident student.

*Magomed A. Gasbanov*² – dental practitioner.

*Fikret V. Badalov*² – resident student.

*Olga Leizerovitz*³ – dental practitioner

¹Private practice, Russia.

²Peoples' Friendship University of Russia" (RUDN University). 6 Miklukho-Maklaya st, Moscow, 117198, Russia

³Private practice, California, USA.

ВКЛАД АВТОРОВ:

Глинкин В.В. – существенный вклад в замысел и дизайн исследования; подготовка статьи или ее критический пересмотр в части значимого интеллектуального содержания; окончательное одобрение варианта статьи для опубликования.

Хабадзе З.С. – подготовка статьи.

Генералова Ю.А. – сбор данных или анализ и интерпретацию данных.

Гасбанов М.А. – сбор данных или анализ и интерпретацию данных.

Бадалов Ф.В. – сбор данных или анализ и интерпретацию данных.

Лейцеровиц О. – подготовка статьи.

AUTHOR'S CONTRIBUTION:

Vladimir V. Glinkin – has made a substantial contribution to the concept or design of the article; drafted the article or revised it critically for important intellectual content.

Zurab S. Khabadze – contribution to the concept.

Yulia A. Generelova – the acquisition, analysis, or interpretation of data for the article.

Magomed A. Gasbanov – the acquisition, analysis, or interpretation of data for the article.

Fikret V. Badalov – the acquisition, analysis, or interpretation of data for the article.

Olga Leizerovitz – contribution to the concept.

Координаты для связи с авторами/ Correspondent author:

Глинкин В.В. / Vladimir Glinkin, E-mail: vvsyz1@gmail.com

Клиническая оценка эффективности лечения хронических форм периодонтитов с применением трансканальной лазерной беспигментной фотоабляции

© Чунихин Н.А., Сорокин И.О., Зима И.В., Базикийн Э.А., Чунихин А.А.

«Московский государственный медико-стоматологический университет», Москва, Россия

Резюме:

Цель. Сравнительная оценка эффективности лечения хронических форм периодонтитов с применением новой технологии трансканальной лазерной беспигментной фотоабляции и классических хирургических методик лечения периапикальных поражений с проведением одонтосохраняющих операций.

Материалы и методы. Лечение проводили у 40 пациентов с хроническими периодонтитами на 64 зубах. Всех пациентов поделили на 2 группы – основную и сравнении по 20 в каждой. В основной группе проводили лечение с применением трансканальной лазерной фотоабляции, в группе сравнения с применением хирургических одонтосохраняющих методик. Оценивали ближайшие и отдаленные результаты лечения по клиническим и рентгенологическим признакам.

Результаты. В основной группе с применением новой технологии лазерной трансканальной фотоабляции на 3 сутки пациенты отмечали наличие боли в 3,3 раза меньше, наличие гиперемии в 6,4 раз меньше, наличие отека в 5,3 раза меньше, чем в группе сравнения с применением традиционных хирургических методик лечения. Рентгенологически через 12 месяцев после лечения в основной группе полное восстановление отмечалось в 1,46 раз в большем количестве наблюдений, чем в контрольной группе.

Выводы. Проведенные нами клинико-рентгенологические исследования подтверждают целесообразность применения трансканальной лазерной фотоабляции при лечении хронических периодонтитов.

Ключевые слова: хронический периодонтит, лазерная беспигментная фотоабляция, диодный лазер.

Статья поступила: 20.02.2023; **исправлена:** 25.03.2023; **принята:** 27.03.2023.

Конфликт интересов: Авторы сообщают об отсутствии конфликта интересов.

Благодарности: Финансирование и индивидуальные благодарности для декларирования отсутствуют.

Для цитирования: Чунихин Н.А., Сорокин И.О., Зима И.В., Базикийн Э.А., Чунихин А.А. Клиническая оценка эффективности лечения хронических форм периодонтитов с применением трансканальной лазерной беспигментной фотоабляции. Эндодонтия today. 2023; 21(1):30-35. DOI: 10.36377/1683-2981-2023-21-1-30-35.

Clinical evaluation of the effectiveness of the treatment of chronic forms of periodontitis using transchannel laser non-pigmented photoablation

© Nikita A. Chunikhin, Igor O. Sorokin, Ilya.V. Zima, Ernest.A. Bazikyan, Andrey.A. Chunihin
A.I. Yevdokimov Moscow State University of Medicine and Dentistry, Moscow, Russia

Abstract:

Aim. Comparative evaluation of the effectiveness of the treatment of chronic forms of periodontitis using a new technology of transcanal laser pigmentless photoablation and classical surgical techniques for the treatment of periapical lesions with odonto-preserving operations.

Materials and methods. The treatment was carried out in 40 patients with chronic periodontitis on 64 teeth. All patients were divided into 2 groups – the main group and comparison of 20 in each. In the main group, treatment was carried out with the use of transchannel laser photoablation, in the comparison group, with the use of surgical odonto-preserving techniques. The immediate and long-term results of treatment were evaluated according to clinical and radiological signs.

Results. In the main group using the new technology of laser transcanal photoablation on the 3rd day, patients noted the presence of pain 3.3 times less, the presence of hyperemia 6.4 times less, the presence of edema 5.3 times less than in

the comparison group with the use of traditional surgical procedures. treatment methods. X-ray 12 months after treatment in the main group, complete recovery was observed 1.46 times in more cases than in the control group.

Conclusions. Our clinical and radiological studies confirm the expediency of using transchannel laser photoablation in the treatment of chronic periodontitis.

Keywords: chronic periodontitis, pigmentless laser photoablation, diode laser.

Received: 20.02.2023; **revised:** 25.03.2023; **accepted:** 27.03.2023.

Conflict of interests: the authors declare no conflict of interests.

Acknowledgments: there are no funding and individual acknowledgments to declare.

For citation: Nikita A. Chunikhin, Igor O. Sorokin, Ilya.V. Zima, Ernest.A. Bazikyan, Andrey.A. Chunihin . Clinical evaluation of the effectiveness of the treatment of chronic forms of periodontitis using transchannel laser non-pigmented photoablation. Endodontics today. 2023; 21(1):30-35. DOI: 10.36377/1683-2981-2023-21-1-30-35.

ВВЕДЕНИЕ

Периодонтит является частой патологией в стоматологической практике, которая может приводить к потере зуба. Актуальной проблемой современной стоматологии является лечение хронического периодонтита с применением одонтосохраняющих технологий. [1,2]. Хронические периодонтиты часто сопровождаются обострениями, что может приводить к ухудшению состояния здоровья, снижению трудоспособности и качества жизни у социально активной группы населения [3,4].

Одонтосохраняющие хирургические методики лечения хронических форм периодонтитов зачастую сопряжены со значительной травмой челюстно-лицевой области, образованием костных полостей различной формы и величины, которые снижают прочность челюстной кости [5].

Существуют способы лечения хронических форм периодонтитов с использованием эндоканальных методов применения различных препаратов. Проведение консервативного лечения с применением медикаментозной терапии не всегда успешны и, вместе с тем, малодоказательны с точки зрения патоморфологических механизмов деструкции эпителиальной оболочки гранулемы и регенерации костных дефектов [6].

Несмотря на значительные успехи в лечении пациентов с хроническими формами периодонтитов, достаточно часто отмечаются случаи рецидива заболеваний в периапикальной области с возможным развитием осложнений, таких как замедленное восстановление костной ткани в периапикальной области, образование свищей [7,8].

Применение лазерных технологий для лечения хронических форм периодонтитов является одним из перспективных направлений в терапии данной патологии [9]. Сейчас разрабатываются и создаются диодные лазеры, имеющие компактные размеры, способные к излучению в ультракороткоимпульсных режимах, позволяющих повысить пиковую мощность светового потока без нагрева тканей с возбуждением синглетного кислорода [10,11,12].

ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ

Сравнительная оценка эффективности лечения хронических форм периодонтитов с применением новой технологии трансканальной лазерной беспигментной фотоабляции и классических классических хирургических методик лечения периапикальных поражений с проведением одонтосохраняющих операций.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Перед проведением клинического обследования проводили сбор анамнеза и жалоб пациенты. Обращали особое внимание на начало заболевания, характер течения, наличие или отсутствие обострений, продолжительность, ранее проведенное лечение. Обязательным при сборе анамнеза являлось уточнение наличия сопутствующей патологии.

Все пациенты были разделены на две группы по 20 человек в каждой группе. В группе I (основной) проводилось лечение очага поражения в периодонте у верхушки корня зуба с применением трансканальной лазерной абляции с помощью новой лазерной технологии с использованием нового лазерного устройства с длиной волны 1265 нм в наносекундном импульсном режиме излучения. В группе II (контрольной) лечение проводили с использованием хирургического метода с проведением операции резекции верхушки корня. После проведения обследования пациенты подписывали информированное согласие на участие в исследовании.

На этапах лечения клиническое наблюдение проводили в ближайшие и отдаленные сроки наблюдения. В ближайшие сроки наблюдение проводили клиническую оценку результатов на 3, 7 и 10 сутки после начала лечения по следующим симптомам:

- наличие боли (B)
- наличие гиперемии (G)
- наличие отека (O)
- увеличение регионарных лимфатических узлов (L)
- повышение температуры тела (T)

По каждому симптому была установлена балльная оценка – наличие – 1 балл, отсутствие – 0 баллов. Баллы суммировали, проводили статистическую обработку с вычислением среднего и стандартного среднеквадратического отклонения.

Всего при проведении исследования было пролечено 63 зуба – 34 в основной группе и 29 в группе контроля. В группе I (основной) – 8 резцов верхней челюсти, 4 резца нижней челюсти, 3 премоляра верхней челюсти и 5 моляров нижней челюсти. В группе II (контрольной) было пролечено с использованием классических методов операции резекции верхушки корня – 12 резцов верхней челюсти, 2 резца нижней челюсти, с помощью операции гемисекции – 6 моляров нижней челюсти (табл.1).

Для подтверждения предварительного диагноза и обследования пациентов на этапах лечения для оценки состояния тканей периодонта проводилось рентгеноло-

Таблица 1 – Количество зубов по группам, участвовавших в исследовании

челюсть	Верхняя			Нижняя			Итого
	Р	П	М	Р	П	М	
зубы	группа						
I основная	15	5	-	7	-	7	34
II контрольная	14	5	-	4	-	6	29

гическое исследование, как на этапе обследования, так и на этапах наблюдения пациентов в отдаленные сроки через 6 и 12 месяцев.

Оценку состояния тканей периодонта проводили с использованием стандартной внутриротовой прицельной дентальной рентгенографии с использованием цифровых и пленочных приемников изображения.

На рентгенограммах оценивали состояние периапикальных тканей зубов в области верхушек корней зубов. При получении цифровых изображений определяли размеры деструкции костной ткани с помощью встроенной функции для измерения линейных расстояний в мм.

Рентгенографические данные были проанализированы с помощью нескольких врачей-рентгенологов в соответствии с методом, описанным Halse A., Molven O. (1986) [13]. Исход лечения оценивали в соответствии с критериями Rud J., Andreasen J.O., Moller Jensen J.E. (1972) [14] по следующим категориям:

- категория 1 – полное исцеление. Характеризуется полным восстановлением периапикального пространства или очень небольшим дефектом у апекса, максимум 1х2 мм;
- категория 2 – неполное исцеление, характеризующееся уменьшением очага периапикального разряжения с отсутствием рентгенологической картины костных структур в центре с нечеткими контурами по краю очага;
- категория 3 – неопределенное исцеление. В эту группу входили случаи с некоторой степенью регенерации кости. Начальное разрежение уменьшилось по сравнению с состоянием после лечения.
- категория 4 – неудовлетворительное лечение. Разрежение костной ткани либо увеличивалось, либо не изменялось по сравнению с послеоперационной или предыдущей контрольной рентгенограммой.

В основной группе после проведения тщательной эндодонтической подготовки корневого канала, проводили лазерную трансканальную фотоабляцию с использованием нового лазерного устройства с длиной волны 1265 нм с генерацией наносекундного импульсного излучения. Световод устанавливали диаметром 300 мкм для свободного перемещения в канале, расширенного до 35 по ISO. Для проведения лазерной трансканальной фотоабляции при лечении хронических апикальных очагов воспаления, связанных с деструкцией костной ткани световод вводили в корневой канал до апикального уступа, сформированного ранее, затем включали лазерное излучение. Глубину погружения световода в корневой канал контролировали, в том числе, с помощью измеренной ранее длины с использованием эндодонтической линейки отмеряли и устанавливали резиновый стопер. Параметры лазерного излучения устанавливали на основании ранее проведенных экспериментальных и лабораторных исследований [12]. Средняя мощность излучения 1,6 Вт, длительность импульса 200 нс, длительность паузы между импульсами 100 нс, время экспозиции устанавливали 60 сек.

Во время работы лазера с помощью световода первые 45 сек совершали возвратно-поступательные движения в корневом канале отводя световод от апекса на 2 мм, последние 15 сек световод выводили из канала с помощью медленных вращательных движений для стерилизации с помощью лазерного излучения системы микроканалцев корневого дентина. Лазерное излучение в наносекундном импульсном режиме в данном диапазоне гармоник длин волн позволяет проводить процедуру лазерной фотоабляции заапикального очага поражения без концентрации врача на постоянном движении световода в канале, так как данные режимы излучения способствуют не только проведению абляции грануляционной ткани, но и одномоментной стимуляции репаративных процессов в костной ткани. Процедуру лазеротерапии повторяли трехкратно, после проведения первой процедуры в день первичной обработки, также трансканальную лазерную фотоабляцию проводили на 3 и 7 сутки после начала лечения. Между сеансами проведения лазерной трансканальной микрохирургии канал закрывали временной повязкой. На 10 сутки проводили дополнительную хемо-механическую обработку корневого канала с последующим пломбированием гуттаперчевыми штифтами методом латеральной конденсации с применением канальных силеров на основе эпоксидных смол. После проведения эндодонтического лечения проводили реставрацию коронковой части с использованием композиционных материалов. При значительных разрушениях использовали ортопедические методы восстановления с использованием вкладок и коронок.

Результаты клинического и рентгенологического наблюдения на этапах лечения подвергали статистическому анализу. Обработку результатов проводили с использованием методов вариационной статистики с применением параметрических методов с вычислением среднего арифметического (M) и среднеквадратического отклонения (σ).

РЕЗУЛЬТАТЫ

Оценка ближайших результатов лечения пациентов с применением хирургических методик и новой технологии трансканальной наносекундной микрохирургии проводилась в сроки наблюдения на 3, 7 и 10 сутки после начала лечения (табл. 2)

По результатам клинического наблюдения в ближайшие сроки на 3 сутки наблюдения у пациентов основной группы осложнения отмечались в минимальном количестве. Реакции воспаления, связанной с повышением температуры тела не было отмечено ни у одного пациента данной группы. При дальнейшем наблюдении к 10 суткам данные симптомы прошли без назначения дополнительного лечения.

У пациентов группы II (контрольной), в которой проводилось лечение с применением стандартных хирургических методик клинические симптомы были более выраженными и количество осложнений было значительно большим. Отмечался ярко выраженный болевой симптом, который купировался с использованием обезболивающих медикаментозных препаратов, гиперемия в области проведения хирургического вмешательства. Кроме этого, важно отметить, что в контрольной группе отмечались такие симптомы как повышение температуры тела и увеличение регионарных лимфатических узлов, которые не были отмечены в основной группе ни на одном этапе наблюдения.

На 7 сутки наблюдения после начала лечения клиническая картина изменилась. Количество отрицательных симптомов на 7 сутки наблюдения в контрольной группе уменьшилось, что связано с естественными процессами заживления раны, но, по-прежнему, оставалось статистически достоверно большим, по сравнению с контрольной группой. В обеих группах не наблюдалось на этом этапе наблюдения повышения температуры тела (табл. 3).

На 10 сутки наблюдения в основной группе наблюдения симптомы, по которым проводилась оценка клинического состояния пациентов отсутствовали, в группе контроля в 1 случае отмечался незначительный болевой симптом. Статистически достоверных различий на 10 сутки наблюдения после начала лечения не было выявлено в обеих группах по клиническим признакам, выбранным нами для оценки состояния пациентов.

Анализ отдаленных результатов лечения пациентов проводили в сроки через 6 и 12 месяцев на основании состояния клинического благополучия и рентгенологических данных обследования пациентов.

В основной группе на данном этапе наблюдения не было выявлено осложнений ни у одного пациента. При клиническом обследовании полости рта отмечалась безболезненная перкуссия леченого зуба, слизистая оболочка переходной складки в области проекции верхушки корня зуба бледно-розового цвета, безболезненна при пальпации. В группе сравнения через 6 месяцев после проведения лечения хронического периодонтита

с применением методов хирургического лечения у 1 (одного) пациента отмечалось в анамнезе периодически возникающее чувство дискомфорта, боли при накусывании. Данному пациенту была проведена операция резекции верхушки корня в области зуба 3.1. К моменту обследования пациент жаловался на постоянные ноющие боли. При осмотре отмечалась гиперемия в области проекции верхушки корня по переходной складке, болезненность при пальпации, наличие свищевого хода. Причинный зуб имел подвижность II степени. После проведения рентгенологического обследования была проведена оценка очага воспаления в костной ткани челюсти – очаг разряжения более 7 мм с вовлечением в воспалительный процесс корня зуба более чем наполовину. Пациенту было проведено удаление зуба с проведением антисептической санации очага воспаления и последующим назначением противовоспалительной медикаментозной терапии.

На данном этапе наблюдения проводилась рентгенологическое обследование пациентов с использованием прицельной дентальной рентгенографии для оценки состояния тканей периодонта после проведенного лечения по выраженности процессов восстановления костной ткани. В основной группе во всех случаях отмечались выраженные рентгенологические признаки восстановления костной ткани с уменьшением размеров очага воспаления деструкции после проведенного лечения. В группе сравнения также во всех случаях отмечались рентгенологические признаки уменьшения

Таблица 2 – Сравнительные клинические показатели в ближайшие сроки наблюдения у пациентов на 3 сутки наблюдения.

группа	I основная		II контрольная		Достоверность (p)
	абс.	отн. (%)	абс.	отн. (%)	
симптом					
(B)	3	8,8 ± 1,8	5	17,2 ± 1,9	p = 0,0024*
(G)	1	2,9 ± 1,2	2	6,9 ± 1,4	p = 0,0029*
(O)	-	-	2	6,9 ± 1,5	p = 0,0022*
(L)	-	-	1	3,5 ± 1,4	p = 0,0031*
(T)	-	-	-	-	
* Примечания: Разница статистически достоверна между всеми показателями в основной группе и группе контроля.					

* Примечания: Разница статистически достоверна между всеми показателями в основной группе и группе контроля.

Таблица 3 – Сравнительные клинические показатели в ближайшие сроки наблюдения у пациентов на 7 сутки наблюдения.

группа	I основная		II контрольная		Достоверность (p)
	абс.	отн. (%)	абс.	отн. (%)	
симптом					
(B)	5	14,7 ± 2,3	14	48,3 ± 2,8	p = 0,0032*
(G)	2	5,9 ± 1,6	11	37,9 ± 2,2	p = 0,0028*
(O)	2	5,9 ± 1,3	9	31,0 ± 2,3	p = 0,0017*
(L)	1	2,9 ± 1,1	2	6,9 ± 1,8	p = 0,0013*
(T)	-	-	2	6,9 ± 1,9	p = 0,0002*
*Примечания: Разница статистически достоверна между всеми показателями в основной группе и группе контроля.					

*Примечания: Разница статистически достоверна между всеми показателями в основной группе и группе контроля.

Таблица 4 – Сравнительная оценка рентгенологических показателей восстановления очага деструкции после проведения лечения хронического периодонтита в отдаленные сроки наблюдения через 12 месяцев.

	восстановление очага деструкции							
	Категория 1		Категория 2		Категория 3		Категория 4	
	абс.	отн. (%)	абс.	отн. (%)	абс.	отн. (%)	абс.	отн. (%)
группа								
I осн	24	70,6 ± 2,8	8	23,5 ± 1,5	2	5,9 ± 0,9	-	-
II контр	14	48,3 ± 2,5	11	37,9 ± 1,8	3	10,4 ± 1,1	1	3,4 ± 0,5
Достоверн (p)	p = 0,0018*	p = 0,0032*						

*Примечания: Разница статистически достоверна между всеми показателями в основной группе и группе контроля.

очагов деструкции за исключением одного случая, описанного ранее, при котором развилось осложнение в виде рецидива и обострения воспаления после проведенного лечения.

В период наблюдения через 12 месяцев рентгенологические показатели были более выражены в обеих группах, поэтому сравнительный анализ проводили на основании рентгенологических признаков по следующим критериям – полное рентгенологическое восстановление очага деструкции, частичное восстановление очага деструкции, отсутствие изменений, увеличение очага деструкции (табл.4).

ОБСУЖДЕНИЕ

Сравнительная оценка результатов клинического наблюдения в ближайшие сроки после проведения лечения хронических периодонтитов показала, что в основной группе с применением новой технологии лазерной трансканальной фотоабляции на 3 сутки пациенты отмечали наличие боли в 3,3 раза меньше, наличие гиперемии в 6,4 раз меньше, наличие отека в 5,3 раза меньше, чем в группе сравнения с применением традиционных хирургических методик лечения. На 7 сутки наблюдения в группе сравнения боль отмечали пациенты в 2 раза чаще по сравнению с основной группой. Полученные результаты свидетельствуют о значительном уменьшении симптомов воспаления (боли, гиперемии, отека) при проведении трансканальной лазерной фотоабляции при лечении хронических периодонтитов по сравнению с традиционными хирургическими методами.

При сравнении методов лечения хронического апикального периодонтита с использованием новой техно-

логии трансканальной лазерной фотоабляции и традиционных хирургических методик наблюдалось через 12 месяцев отсутствие клинических проявлений, связанных с неблагоприятным исходом лечения в обеих группах. Однако, следует отметить, что в основной группе полное восстановление отмечалось в 1,46 раз в большем количестве наблюдений, чем в контрольной группе. В то же время в контрольной группе с проведением хирургической санации хронических очагов воспаления частичное восстановление очага деструкции через 12 месяцев наблюдалось статистически достоверно в 1,61 раза большем количестве случаев по сравнению с новой методикой трансканальной лазерной фотоабляции. Кроме этого, в 1 случае после хирургического лечения развилось обострение, которое привело к потере зуба.

Выводы

Полученные данные свидетельствуют о высокой эффективности трансканальной лазерной фотоабляции при лечении хронических апикальных периодонтитов, а также о стимулирующем воздействии лазерного излучения на процессы регенерации и ускорение остеорепаративных процессов в костной ткани.

Проведенные нами клинико-рентгенологические исследования подтверждают целесообразность применения трансканальной лазерной фотоабляции с длиной волны 1265 нм в наносекундном импульсном режиме излучения при лечении хронических периодонтитов, что позволяет существенно снизить хирургическую инвазию при лечении данной патологии, а также способствует ускорению сроков реабилитации пациентов с сохранением жизнеспособности зубов после проведения лечения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

- Орехова Л.Ю., Шайда Л.П., Чорный Р.В., Зерницкая Е.А., Саунина А.А. Причины сохранения периапикального очага инфекции после эндодонтического лечения. Пути решения вопроса. *Эндодонтия Today*. 2018; 2:64-69.
- Braz-Silva P.H., Bergamini M.L., Mardegan A.P., De Rosa C.S., Hasseus B., Jonasson P. Inflammatory profile of chronic apical periodontitis: a literature review. *Acta Odontol Scand*. 2019; 77(3):173-180.
- Лабис В.В., Базикян Э.А., Козлов И.Г. Бактериальный фактор как участник инфекционно-воспалительного процесса в полости рта. *Российский стоматологический журнал*. 2013; 4: 19-21.
- Кирсанова С.В., Базикян Э.А., Гуревич К.Г., Фабрикант Е.Г. Клинико-социальная характеристика пациентов с частичным отсутствием зубов и внедрение критериев качества жизни для оценки эффективности их лечения. *Институт стоматологии*. 2007;4 (37): 24-25.
- Гончаров И.Ю., Базикян Э.А., Бычков А.И. Применение гидроксиапола при воспалении костных дефектов челюстей и стимуляции остеогенеза. *Стоматология*. – 1996; 75: 54-56.
- Базикян Э.А., Волчкова Л.В., Лукина Г.И. Практическое руководство по эндодонтии. М.: Практ. медицина, 2007: 111
- Тарасенко С.В., Пиямов Р.Р. Лечение пациентов с периапикальными поражениями с помощью высокintenсивных лазеров и ден- тального микроскопа. *Медицинский альманах*. 2015;3(38):184-189.

REFERENCES:

- Orehova L.Yu., Shaida L.P., Chorny R.V., Zernitskaya E.A., Saunina A.A. Reasons for maintaining the periapical focus of infection after endodontic treatment. Ways to resolve the issue. *Endodontics Today*. 2018; 2:64-69.
- Braz-Silva P.H., Bergamini M.L., Mardegan A.P., De Rosa C.S., Hasseus B., Jonasson P. Inflammatory profile of chronic apical periodontitis: a literature review. *Acta Odontol Scand*. 2019; 77(3):173-180.
- Labis V.V., Bazikyan E.A., Kozlov I.G. Bacterial factor as a participant of the infectious and inflammatory process in the oral cavity. *Russian Dental Journal*. 2013; 4:19-21.
- Kirsanova S.V., Bazikyan E.A., Gurevich K.G., Fabrikant E.G. Clinical and social characteristics of patients with partial absence of teeth

- Tsurumachi T. Current strategy for successful periradicular surgery. *Journal of Oral Science*. 2013;55(4):267-273.

- Чунихин Н.А., Базикян Э.А., Чунихин А.А., Клиновская А.С. Изучение влияния наносекундного лазерного излучения при воздействии на воспаленные ткани периодонта с помощью сравнительного морфологического анализа. *Российская стоматология*. 2021; 3: 47-48.
- Чунихин А.А., Базикян Э.А., Сырникова Н.В., Чобанян А.Г. Сравнительная оценка эффективности генерации синглетного кислорода лазерным наносекундным модулем робототехнического хирургического комплекса в модельных биохимических средах. *Российская стоматология*. 2017;10(2):30-35.
- Чунихин А.А., Базикян Э.А., Зайратьянц О.В. Оценка эффективности наносекундной лазерной терапии болезней пародонта в эксперименте. *Российская стоматология*. 2017;10(4): 3-7.
- Базикян Э.А., Сырникова Н.В., Чунихин А.А., Зайратьянц О.В. Морфологическая оценка синглетной фотоокситерапии при лечении заболеваний пародонта в экспериментальном исследовании. *Стоматология*. 2018; 97(1):22-26.
- Halse A., Molven O. A strategy for the diagnosis of periapical pathosis. *J Endod* 1986; 12: 534-538.
- Rud J., Andreassen O., Moller Jensen J.E. Radiographic criteria for the assessment of healing after endodontic surgery. *Int J Oral Surg*. 1972; 1: 195-214.

and the introduction quality of life criteria to assess the effectiveness of their treatment. *Institute of Dentistry*. 2007;4(37):24-25.

- Goncharov I.Yu., Bazikyan E.A., Bychkov A.I. The use of hydroxyapol in the filling of bone defects in the jaws and stimulation of osteogenesis. *Dentistry*. – 1996; 75:54-56.
- Bazikyan E.A., Volchkova L.V., Lukina G.I. A practical guide to endodontics. M.: Prakt. medicine, 2007: 111
- Tarasenko S.V. Piyamov R.R. Treatment of patients with periapical lesions using high-intensity lasers and a dental microscope. *Medical almanac*. 2015;3(38):184-189.
- Tsurumachi T. Current strategy for successful periradicular surgery. *Journal of Oral Science*. 2013;55(4):267-273.

9. Chunikhin N.A., Bazikyan E.A., Chunikhin A.A., Klinovskaya A.S. Study of the influence of nanosecond laser radiation when exposed to inflamed periodontal tissues using comparative morphological analysis. Russian dentistry. 2021; 3:47-48.

10. Chunikhin A.A., Bazikyan E.A., Syrnikova N.V., Chobanyan A.G. Comparative evaluation of the efficiency of singlet oxygen generation by a laser nanosecond module of a robotic surgical complex in model biochemical environments. Russian dentistry. 2017;10(2):30-35.

11. Chunikhin A.A., Bazikyan E.A., Zairatyants O.V. Evaluation of the effectiveness of nanosecond laser therapy for periodontal diseases in the experiment. Russian dentistry. 2017;10(4):3-7.

12. Bazikyan E.A., Syrnikova N.V., Chunikhin A.A., Zairatyants O.V. Morphological evaluation of singlet photooxytherapy in the treatment of periodontal diseases in a pilot study. Dentistry. 2018; 97(1):22-26.

13. Halse A., Molven O. A strategy for the diagnosis of periapical pathosis. J Endod 1986; 12: 534-538.

14. Rud J., Andreassen O., Moller Jensen J.E. Radiographic criteria for the assessment of healing after endodontic surgery. Int J Oral Surg. 1972; 1: 195-214.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Чунихин Н.А. – аспирант, ORCID ID: 0000-0001-8011-3723.

Сорокин И.О. – студент.

Зима И.В. – студент.

Базикян Э.А. – профессор, доктор медицинских наук, заведующий кафедрой, Заслуженный врач РФ, ORCID ID: 0000-0002-9184-3737.

Чунихин А.А. – доцент, профессор, ORCID ID: 0000-0002-9054-9464.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный медико-стоматологический университет имени А.И. Евдокимова» Министерства здравоохранения Российской Федерации. 27473, Российская Федерация, Москва, ул. Делегатская, д. 20, стр. 1

AUTHOR INFORMATION:

Nikita A. Chunikhin – PhD student, ORCID ID: 0000-0001-8011-3723.

Igor O. Sorokin – student.

Ilya V. Zima – student.

Ernest A. Bazikyan – Professor, Doctor of Medical Sciences, Head of Department, Honored Doctor of the Russian Federation, ORCID ID: 0000-0002-9184-3737.

Andrey A. Chunikhin – Associate Professor, Professor, ORCID ID: 0000-0002-9054-9464.

A.I. Yevdokimov Moscow State University of Medicine and Dentistry. 20c1, Delegatskaya st, Moscow, 27473, Russian Federation.

ВКЛАД АВТОРОВ:

Чунихин Н.А. – существенный вклад в замысел и дизайн исследования; сбор данных, анализ и интерпретация данных; подготовка статьи; критический пересмотр статьи в части значимого интеллектуального содержания; окончательное одобрение варианта статьи для опубликования;

Сорокин И.О. – сбор данных, анализ и интерпретация данных, подготовка статьи;

Зима И.В. – сбор данных, анализ и интерпретация данных, подготовка статьи;

Базикян Э.А. – существенный вклад в замысел и дизайн исследования; подготовка статьи; критический пересмотр статьи в части значимого интеллектуального содержания; окончательное одобрение варианта статьи для опубликования.

Чунихин А.А. – критический пересмотр статьи в части значимого интеллектуального содержания; окончательное одобрение варианта статьи для опубликования.

AUTHOR'S CONTRIBUTION:

Nikita A. Chunikhin – has made a substantial contribution to the concept or design of the article; the acquisition, analysis, or interpretation of data for the article; revised the article critically for important intellectual content; approved the version to be published;

Igor O. Sorokin – the acquisition, analysis, or interpretation of data for the article; drafted the article;

Ilya V. Zima – the acquisition, analysis, or interpretation of data for the article; drafted the article;

Ernest A. Bazikyan – has made a substantial contribution to the concept or design of the article; revised the article critically for important intellectual content; approved the version to be published;

Andrey A. Chunikhin – revised the article critically for important intellectual content; approved the version to be published

Координаты для связи с авторами / Coordinates for communication with authors:

Чунихин Н.А. / Nikita Chunikhin, E-mail: nickchn@yandex.ru

Восстановление передней группы зубов после эндодонтического лечения и витальных зубов с помощью керамических виниров и системы eLAB Prime

© Морданов О.С.¹, Матвеев А.И.²

¹ Российский университет дружбы народов (РУДН), Москва, Россия

²Зуботехническая лаборатория, Москва, Россия

Резюме:

Клинические осложнения, возникающие из-за проблем, связанных с эстетической интеграцией, могут стать тяжелым бременем для команды врач-стоматолог-ортопед/зубной техник. Точная имитация оптического вида твердых тканей зубов с помощью не прямых реставраций является актуальным вопросом, особенно когда зубы имеют разный цветовой оттенок. В данном клиническом случае описывается подход к восстановлению передней группы зубов с помощью керамических виниров и программы eLAB prime.

Ключевые слова: eLAB prime, керамические виниры, эндодонтическое лечение.

Статья поступила: 13.02.2023; **исправлена:** 28.02.2023; **принята:** 02.03.2023.

Конфликт интересов: Авторы сообщают об отсутствии конфликта интересов.

Благодарности: клинический случай был реализован в клинике И.Н. Вьючнова "Endoview"

Для цитирования: Морданов О.С. Матвеев А.И. Восстановление передней группы зубов после эндодонтического лечения и витальных зубов с помощью керамических виниров и системы eLAB Prime. Эндодонтия today. 2023; 21(1):36-41. DOI: 10.36377/1683-2981-2023-21-1-36-41.

Anterior teeth restoration after endodontic treatment and vital teeth with porcelain veneers and eLab Prime system

© Oleg S. Mordanov¹, Alexei I. Matveev²

¹ RUDN University, Moscow, Russia

²Private Dental Laboratory, Moscow, Russia

Abstract:

Clinical complications arising from problems related to aesthetic integration can be a difficult task for the restorative dentist and dental technician. Accurate imitation of the optical appearance of dental hard tissue with indirect restorations is a relevant issue, especially when teeth have different color shades. This case report describes the approach to restoring the anterior group of teeth with porcelain veneers and the eLAB prime software.

Keywords: eLAB prime, porcelain veneers, endodontic treatment.

Received: 17.01.2023; **revised:** 27.02.2023; **accepted:** 02.03.2023.

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

Acknowledgments: The clinical case was provided in Ivan N. Vyuchnov Private practice "Endoview".

For citation: Oleg S. Mordanov, Alexei I. Matveev. Anterior teeth restoration after endodontic treatment and vital teeth with porcelain veneers and eLab Prime system. Endodontics today. 2023; 21(1):36-41. DOI: 10.36377/1683-2981-2023-21-1-36-41.

ВВЕДЕНИЕ

Внешнее или внутреннее изменение цвета представляет собой серьезную эстетическую проблему, особен-

но если это касается передних зубов [1,2]. Поскольку цвет является важным фактором в эстетической стоматологии [3-5], особенно в передней группе зубов,



Рис. 1. А – вид передней группы зубов с ретракторами. В – улыбка пациента. Зуб 21 ранее был пролечен эндодонтически и восстановлен временной короной.

Fig. 1. A – anterior teeth with retractors. B – patient's smile. Tooth 21 previously underwent endodontic treatment and restored with a temporary crown.

устранение цветовых проблем после эндодонтического лечения стало клинической проблемой.

Одним из способов эстетической реабилитации зубов с измененным цветом являются керамические реставрации [11]. Это малоинвазивные процедуры. При попытке восстановления зубов с измененным цветом с помощью виниров или коронок существует значительный риск того, что темный оттенок тканей зуба проявится через относительно тонкую и полупрозрачную керамику. Поэтому было использовано несколько подходов для корректировки цвета. Они включают использование более опакующей керамики и цемента для фиксации [12-14], или увеличение глубины препарирования [15]. Каждый из этих подходов имеет свои проблемы. Непрозрачная керамика и цемент часто могут привести к непрозрачному, неживому виду зубов. Более глубокое препарирование в структуре зуба для обеспечения большей толщины керамики может обнажить дентин, который обеспечивает более слабую связь, поэтому рекомендуется, чтобы дизайн препарирования находился в пределах слоя эмали, насколько это возможно, для достижения большей адгезии.

Оценка цвета зубов является одним из наиболее важных компонентов реставрационной стоматологии. [18] Изменение цвета одного или двух передних зубов имеет негативный эстетический эффект из-за несоответствия цвета остальным зубам. Система eLAB и другие системы, основанные на количественной оценке оттенка, могут проложить путь к тому, чтобы стать новым стандартом передовой практики объективной передачи

оттенка в стоматологии [19]. Точный процесс выбора из большого ассортимента индивидуально взятых керамических порошков обычно основывается на оценке изображений, индивидуальных рисунках карты оттенков и, прежде всего, на личных предпочтениях и опыте. Сложность этого процесса обычно накладывает значительный уровень неопределенности в отношении предсказуемости подбора оттенка в клинической реальности. В данной статье представлено восстановление передней группы зубов, имеющих разный оттенок, с использованием eLAB prime.

Клинический случай

Пациентка И., 43 года, обратилась в клинику для эстетической реабилитации передней группы зубов (Рисунок 1). Зуб 21 был пролечен более 6 лет назад эндодонтически. На момент первичного визита зуб был



Рис. 2. Временные реставрации на 6 зубов были установлены пациентке для согласования формы.

Fig. 2. Temporary restorations were placed for shape matching.

В третье посещение была проведена подготовка зубов под микроскопом под керамические реставрации. Изначально выполнена разметка зубов через временные реставрации, после чего был выполнен основной этап препарирования под контролем силиконовых ключей. Зуб 21 был подготовлен под коронку (Рисунок 3). Далее была проведена оценка цвета неподготовленных и подготовленных под керамические реставрации зубов (Рисунок 4). После снятия оттисков были изготовлены временные прямые реставрации Luxatemp A1 (DMG, Германия).

После определения цвета, был изготовлен колпачок IPS E.max Press (Ivoclar Vivadent) из таблетки цвета МО-2. После припасовки колпачка на контрольной гипсовой модели (Рисунок 5) и согласовании его с врачом

были изготовлены керамические виниры Noritake EX-3, (Kuraray Noritake Dental Inc., Япония) однородной толщины и структуры (Рисунок 6). После проверки виниров на контрольной модели работа была направлена в клинику для припасовки и фиксации.

После припасовки виниров в полости рта и определения цемента для фиксации с помощью примерочных паст Variolink Try-In [20], была проведена изоляция зубов системой коффердам (Рисунок 7). Изначально проведена фиксация колпачка из дисиликата лития на Variolink Esthetic DC Refill (Ivoclar Vivadent AG) оттенка warm (Рисунок 8). Зуб и колпачок были подготовлены в соответствии с протоколом адгезивной фиксации дисиликата лития [21]. Проведен рентгенологический контроль.

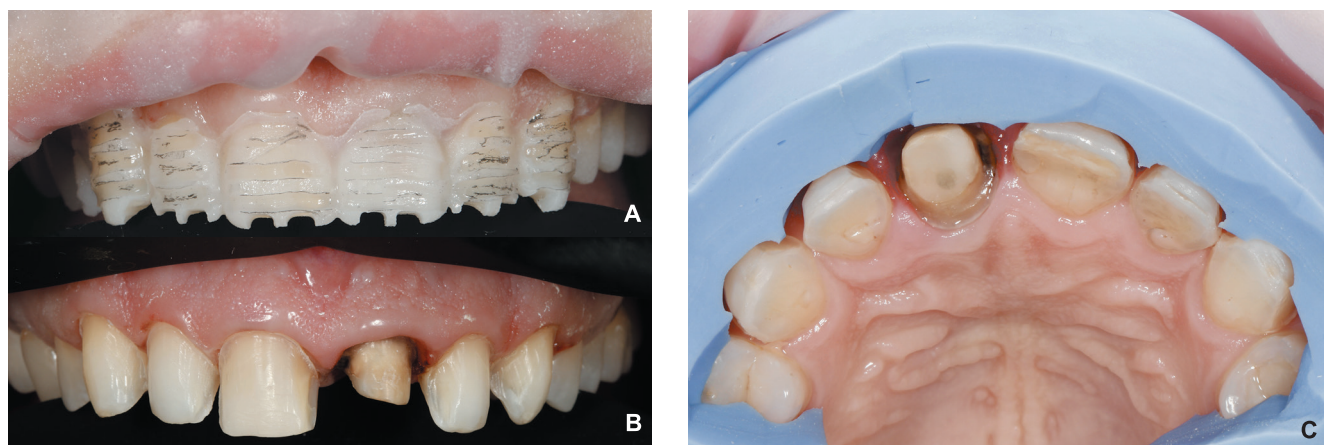


Рис. 3. Этапы препарирования зубов. А – разметка зубов через временные реставрации. В – вид на этапе снятие оттисков. С – проверка препарирования с помощью силиконового ключа.

Fig. 3: Stages of tooth preparation. A – tooth marking through temporary restorations. B – view at the impressions stage. C – Check the preparation with a silicone index.

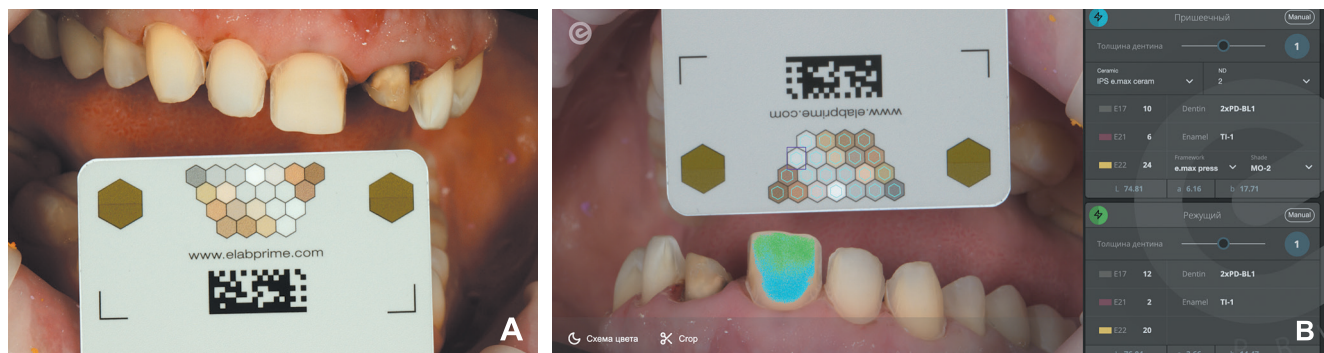


Рис. 4. А – фото с серой картой eLAB prime. В – определение рецепта керамики в программе eLAB Prime.

Fig. 4. A – photo with the eLAB prime gray card. B – Definition of a porcelain recipe in the eLAB Prime software.



Рисунок 5. Керамические виниры и колпачок на зуб 21.

Figure 5. Porcelain veneers and 21 telescope.



Рис. 6. Керамические виниры на рабочей модели.

Fig. 6. Porcelain veneers on the master cast.



Рис. 7. Изоляция зубов коффердамом для адгезивной фиксации.

Fig. 7: Dental isolation with the rubberdam for adhesive fixation.



Рис. 8. Фиксация колпачка на зуб 21.

Fig. 8. Fixed telescope on the tooth 21.



Рис. 9. Фиксация керамических виниров 11 и 21.

Fig. 9. Porcelain Veneer 11 and 21 fixation.

Далее была проведена фиксация зубов 21 и 11. Колпачок из дисиликата лития был подготовлен в соответствии с протоколом фиксации дисиликат литиевой керамики, виниры подготовлены в соответствии с подготовкой полевошпатной керамики для адгезивной фиксации. Винир на зуб 11 был зафиксирован с помощью цемента Variolink Esthetic LC оттенка Light Plus, винир

на колпачок 21 с помощью цемента Variolink Esthetic LC оттенка Light (рисунок 9). Для фиксации боковых резцов и клыков верхней челюсти был использован цемент Variolink Esthetic LC оттенка Neutral. И использованные Через 3 дня после гидратации зубов пациентка была приглашена на контрольный осмотр. Отмечается заживление мягких тканей после фиксации. Также отме-



Рис. 10. Материалы, использованные для фиксации керамических реставраций в представленном клиническом случае.

Fig. 10. Materials used for fixation of ceramic restorations in the presented clinical case.



Рис. 11. Клиническая картина передних зубов верхней челюсти через 3 дня после фиксации.

Fig. 11. Clinical view of the anterior maxillary teeth 3 days after fixation.



Рис. 12. Клиническая картина улыбки через 3 дня после фиксации.

Fig. 12. Clinical view of the smile 3 days after fixation.

чается приемлемое соотношение цветов керамических виниров (Рисунок 11, 12). Клиническая картина зуба 21 представлена на рисунке 13.

ОБСУЖДЕНИЕ

Несмотря на современные технологические достижения в области решения проблем с цветом реставраций, подбор естественного оттенка зубов остается сложной задачей, которая приводит к неопределенному результату. До настоящего времени достижение предсказуемых результатов исключительно от мастерства клинициста-стоматолога ортопеда. Использование цифровой фотографии и карты eLAB prime с керамиста оптимальной дорожной картой, позволяющая предсказуемого подбора оттенка.

REFERENCES:

1. Priyanka SR Veronica. Tooth discolouration due to endodontic materials and procedures. IOSR Journal of Dental and Medical Sciences. 2013;9:32–6
2. Tsanaktisidis D. Tooth bleaching guided by elaborate protocol. Endodontics Today. 2021;19(4):326–329. <https://doi.org/10.36377/1683-2981-2021-19-4-326-329>
3. Nogueira AD, Della Bona A. The effect of a coupling medium on color and translucency of cad cam ceramics. J Dent. 2013;3:18–23.
4. Paravina RD, Ghinea R, Herrera LJ, et al. Color difference thresholds in dentistry. J Esthet Restor Dent. 2015;27:1–9.
5. Perroni AP, Bergoli CD, Bertolini MFS, et al. Spectrophotometric analysis of clinical factors related to the color of ceramic restorations: a pilot study. J Prosthet Dent. 2017;118:611–616.
6. Bosenbecker J, Barbon FJ, de Souza Ferreira N, Morgental RD, Boscatto N. Tooth discoloration caused by endodontic treatment: A cross-sectional study. J Esthet Restor Dent. 2020 Sep;32(6):569–574. doi: 10.1111/jerd.12572.



Рис. 13. Рентгенограмма зуба 21 после фиксации.

Fig. 13. Periapical radiograph of tooth 21 after fixation.

анный протокол является адаптированной, универсальной версией варианта, предложенного Meng et al. [7]. Данный метод сочетает в себе коррекцию баланса белесости экспозиции по определенному стандарту, использование современных достижений в области интеллекта и коррекции минимальных дефектов с помощью цемента для фиксации.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данном клиническом случае было продемонстрировано, что стандартизированные цифровые фотографии с использованием карты (eLAB) являются простым и эффективным ресурсом для получения предсказуемого результата с использованием виниров из керамической керамики и колпачка из дисиликата

7. Igayer N, Lenherr P, Filippi A, Taneja P, Weiger R. Tooth discoloration induced by endodontic materials: a literature review. Dent Traumatol. 2013 Feb;29(1):2–7. doi: 10.1111/j.1600-9657.2012.01141.x. Epub 2012 Apr 19. PMID: 22513082.

8. Attin T, Paque F, Ajam F, Lennon AM. Review of the current status of tooth whitening with the walking bleach technique. International Endodontic Journal. 2003;36:313–29.

9. Pallarés-Serrano A, Pallarés-Serrano S, Pallarés-Serrano A, Pallarés-Sabater A. Assessment of Oxygen Expansion during Internal Bleaching with Enamel and Dentin: A Comparative In Vitro Study. Dent J (Basel). 2021 Aug 24;9(9):98. doi: 10.3390/dj9090098.

10. Carrasco L.D., Fröner I.C., Corona S.A.M., Pécora J.D. Effect of internal bleaching agents on dentinal permeability of non-vital teeth: Quantitative assessment. Dent. Traumatol. 2003;19:85–89. doi: 10.1034/j.1600-9657.2003.00112.x

11. Klarick E., Rakic M., Sever I., Milat O., Par M., Tarle Z. Enamel and dentin microhardness and chemical composition after experimental light-

activated bleaching. Oper. Dent. 2015;40:e132–e141. doi: 10.2341/14-148-L.

12. Xing W., Chen X., Ren D., Zhan K., Wang Y. The effect of ceramic thickness and resin cement shades on the color matching of ceramic veneers in discolored teeth. Odontology. 2017;105(4):460–466. doi: 10.1007/s10266-016-0287-9

13. Montero J., Gómez-Polo C. Effect of ceramic thickness and cement shade on the final shade after bonding using the 3D master system: a laboratory study. Clinical and Experimental Dental Research. 2016;2(1):57–64. doi: 10.1002/cre2.22.

14. Begum Z., Chheda P., Shruthi C. S., Sonika R. Effect of ceramic thickness and luting agent shade on the color masking ability of laminate veneers. The Journal of Indian Prosthodontic Society. 2014;14(S1):46–50. doi: 10.1007/s13191-014-0362-2

15. Coachman C., Gurel G., Calamita M., Morimoto S., Paolucci B., Sesma N. The influence of tooth color on preparation design for laminate veneers from a minimally invasive perspective: case report. The International Journal of Periodontics & Restorative Dentistry. 2014;34(4):453–459. doi: 10.11607/prd.1900

16. Omar H., Atta O., El-Mowafy O., Khan S. A. Effect of CAD-CAM porcelain veneers thickness on their cemented color. Journal of Dentistry. 2010;38:e95–e99. doi: 10.1016/j.jdent.2010.05.006.

17. Faus-Matoses V., Faus-Matoses I., Ruiz-Bell E., Faus-Llacer V. J. Severe tetracycline dental discoloration: restoration with conventional

feldspathic ceramic veneers. A clinical report. Journal of Clinical and Experimental Dentistry. 2017;9(11):e1379–e1382. doi: 10.4317/jced.54359

18. Greta D.C., Colosi H.A., Gasparik C., Dudea D. Color comparison between non-vital and vital teeth. J. Adv. Prosthodont. 2018;10:218–226. doi: 10.4047/jap.2018.10.3.218.

19. Hein S., Modrić D., Westland S., Tomeček M. Objective shade matching, communication, and reproduction by combining dental photography and numeric shade quantification. J Esthet Restor Dent. 2021 Jan;33(1):107–117. doi: 10.1111/jerd.12641.

20. Mourouzis P., Koulaouzidou E., Palaghias G., Helvatjoglou-Antoniades M. Color match of luting composites and try-in pastes: the impact on the final color of CAD/CAM lithium disilicate restorations. Int J Esthet Dent. 2018;13(1):98–109.

21. Schlichting LH, Resende TH, Reis KR, Raybolt Dos Santos A, Correa IC, Magne P. Ultrathin CAD-CAM glass-ceramic and composite resin occlusal veneers for the treatment of severe dental erosion: An up to 3-year randomized clinical trial. J Prosthet Dent. 2022 Aug;128(2):158.e1-158.e12. doi: 10.1016/j.prosdent.2022.02.009.

22. Hein S., Zangl M. The use of a standardized gray reference card in dental photography to correct the effects of five commonly used diffusers on the color of 40 extracted human teeth. Int J Esthet Dent. 2016 Summer;11(2):246–59.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ:

*Морданов О.С.*¹ – ассистент кафедры Терапевтической стоматологии, ORCID ID 0000-0002-9878-7045.

*Матвеев А.И.*² – зубной техник-керамист.

¹Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Российский университет дружбы народов» (РУДН), 117198, Россия, г.Москва, ул. Миклухо-Маклая, 6.

²Зуботехническая лаборатория, Москва, Россия.

AUTHOR INFORMATION:

*Oleg S. Mordanov*¹ – assistant of the department of Therapeutic Dentistry, ORCID ID 0000-0002-9878-7045.

*Alexei I. Matveev*² – dental technician, ceramist.

¹Peoples' Friendship University of Russia" (RUDN University). 6 Miklukho-Maklaya st, Moscow, 117198, Russia

²Private Dental Laboratory, Moscow, Russia

ВКЛАД АВТОРОВ:

Морданов О.С. – существенный вклад в замысел и дизайн исследования; подготовка статьи или ее критический пересмотр в части значимого интеллектуального содержания; окончательное одобрение варианта статьи для опубликования.

Матвеев А.И. – подготовка статьи, сбор данных или анализ и интерпретацию данных;

AUTHOR'S CONTRIBUTION:

Vladimir V. Glinkin – has made a substantial contribution to the concept or design of the article; drafted the article or revised it critically for important intellectual content;

Alexei I. Matveev – contribution to the concept, the acquisition, analysis, or interpretation of data for the article

Координаты для связи с авторами/ Correspondent author:
Морданов О.С./ Oleg S. Mordanov, E-mail: mordanov19@gmail.com

Онконастороженность в практике врача-стоматолога первичного звена

© Шкарин В.В.¹, Македонова Ю.А.^{1,2}, Афанасьева О. Ю.¹, Порошин А. В.¹, Девятченко Л. А.¹

¹ Волгоградский государственный медицинский университет, Волгоград, Россия

² Волгоградский медицинский научный центр, Волгоград, Россия

Резюме:

Актуальность. Злокачественные новообразования – это онкозаболевание, которое встречается во всем мире. Зачастую диагноз ставится слишком поздно, огромное значение для предупреждения развития заболевания играет онконастороженность врачей стоматологов первичного звена. Также своевременное распознавание и лечение предраковых изменений слизистой оболочки полости рта является важнейшим аспектом предотвращения рака. В большинстве случаев не удается точно предсказать вероятность озлокачествления, однако, на клиническом приеме важнейшим аспектом является выявление как факторов риска, так и начальных признаков развития патологического процесса при отсутствии жалоб со стороны пациента.

Цель. Обратить внимание врачей-стоматологов первичного звена на тактику ведения пациентов с позиции онконастороженности.

Материалы и методы. В работе представлен алгоритм действия врача-стоматолога на амбулаторном приеме, продемонстрированы клинические случаи пациентов. Маршрутизацию которых осуществляли согласно представленному алгоритму.

Результаты. Распространенность добро-злокачественных новообразований делает необходимым знание стоматологами различных видов проявлений патологических состояний. Современная, своевременная, неинвазивная диагностика, раннее выявление предикторов, направление больных к специалистам смежного профиля позволит предотвратить развитие осложнений, в том числе и малигнизацию.

Выводы. Врачу-стоматологу первичного звена необходимо помнить, что хроническое затяжное течение процесса способно вызвать инвазию раковых клеток в подслизистый слой, в региональные лимфатические узлы.

Ключевые слова: онконастороженность, диагностика, обследование, малигнизация, маршрутизация, тактика ведения.

Статья поступила: 14.01.2023; **исправлена:** 18.02.2023; **принята:** 19.02.2023.

Конфликт интересов: Авторы сообщают об отсутствии конфликта интересов

Благодарности: Финансирование и индивидуальные благодарности для декларирования отсутствуют.

Для цитирования: Шкарин В.В., Македонова Ю.А., Афанасьева О. Ю., Порошин А. В., Девятченко Л. А. Оценка клинической эффективности диагностики и мониторинга воспалительно-деструктивных заболеваний слизистой полости рта с позиции пациент-ориентированного подхода. *Эндодонтия today*. 2023; 21(1):42-48. DOI: 10.36377/1683-2981-2023-21-1-42-48.

Oncological alertness in the practice of a primary care dentist

© Vladimir V. Shkarin¹, Yuliya A. Makedonova^{1,2}, Olga Yu. Afanasieva¹, Alexey V. Poroshin¹, Lilia A. Devyatchenko¹

¹ Volgograd State Medical University, Volgograd, Russia

² Volgograd Medical Research Center, Volgograd, Russia

Abstract:

Relevance. Malignant neoplasms are oncological diseases that occur all over the world. Often, the diagnosis is made too late, the onco-alertness of primary care dentists plays a huge role in preventing the development of the disease. Also, timely recognition and treatment of precancerous changes in the oral mucosa is an important aspect of cancer prevention. In most cases, it is not possible to accurately predict the probability of malignancy, however, at a clinical appointment, the most important aspect is to identify both risk factors and initial signs of the development of the pathological process in the absence of complaints from the patient.

Aim. To draw the attention of primary-level dentists to the tactics of patient management from the position of oncological alertness.

Materials and methods. The paper presents the algorithm of the dentist's action at an outpatient appointment, demonstrates the clinical cases of patients. Which were routed according to the presented algorithm.

Results. The prevalence of benign-malignant neoplasms makes it necessary for dentists to know various types of manifestations of pathological conditions. Modern, timely, non-invasive diagnostics, early detection of predictors, referral of patients to specialists of a related profile will prevent the development of complications, including malignancy.

Conclusions. The primary care dentist must remember that the chronic prolonged course of the process can cause the invasion of cancer cells into the submucosal layer, into the regional lymph nodes.

Keywords: oncological alertness, diagnostics, examination, malignancy, routing, management tactics.

Received: 14.01.2023; **revised:** 18.02.2023; **accepted:** 19.02.2023.

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

Acknowledgments: There are no funding and individual acknowledgments to declare

For citation: Vladimir V. Shkarin, Yuliya A. Makedonova, Olga Yu. Afanasieva, Alexey V. Poroshin, Lilia A. Devyatchenko. Oncological alertness in the practice of a primary care dentist. *Endodontics today*. 2023; 21(1):42-48. DOI: 10.36377/1683-2981-2023-21-1-42-48.

ВВЕДЕНИЕ

Онконастороженность является главным для врача – стоматолога при проведении осмотра челюстно-лицевой области [1, 2]. Онконастороженность предполагает ряд действий, конечным результатом которых профилактические мероприятия или раннее выявление увеличения тканей в объеме [3, 4]. Пациенты могут не замечать достаточно серьезную проблему, однако, врач обязан увидеть начальные признаки патологии [5] и предпринять действия касательно маршрутизации пациента и составление тактики ведения больных [6]. В результате образования кист, воспаления и разрастания грануляций, пролиферативных изменений грануляционной ткани может отмечаться увеличение в объеме той или иной ткани [7-9]. Клинически любое увеличение ткани в объеме характеризуется локализацией, изменением цвета и пальпаторными данными [10]. По локализации самой распространенной областью является слизистая губ и щек, десна, спинка и боковые поверхности языка, дно полости рта, кожа лица и шеи (область жевательной мышцы, область околоушной слюнной железы [11-13], поднижнечелюстная область, боковая и передняя поверхности шеи, лицо). По цвету можно определить характер и глубину поражения тканей [14]. Синие-фиолетовый цвет характерен для гемангиом, варикозного расширения вен, гематом. Саркомы Капоши. Желтоватый цвет присущ лимфоидной или жировой ткани (лимфоэпителиальная киста, липома), красный – сосудистым новообразованиям (гемангиома, пиогенная гранулема), черный – меланоме. По пальпаторным параметрам возможно определить спаянность с подлежащими тканями [15, 17, 18]. Плотные подвижные образования относят к опухолям или гранулемам, мягкие и подвижные – опухоли из жировой или миксоидной ткани. Кисты, мукоцеле, абсцессы зачастую сопровождаются флуктуацией, злокачественные новообразования – это твердые, плотные и неподвижные массы [19, 20].

Клиническая картина достаточно специфична для каждой патологии [21--23]. Необходимо тщательно проводить комплексное обследование [24], изучить локализацию [25], цвет [26], текстуру поверхности [27], провести тщательную пальпацию, направить пациента к специалисту смежного профиля при необходимости [28-30], прежде чем ставить окончательный диагноз.

ЦЕЛЬ

Обратить внимание врачей-стоматологов первичного звена на тактику ведения пациентов с позиции онконастороженности.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Маршрутизация пациента крайне важна при подозрении на новообразование. На рисунке 1 представле-

на схема алгоритма действия врача – стоматолога на амбулаторном приеме.



Рис. 1. Блок-схема алгоритма действия врача-стоматолога на амбулаторном приеме

Fig. 1: Block diagram of a dentist's algorithm for an outpatient appointment

В соответствии с маршрутизацией врач-стоматолог обязан направить пациента в онкодиспансер.

Клинический случай 1

Пациентка В., 74 года обратилась в хирургический кабинет стоматологической поликлиники с жалобами на острую «зубную боль» на верхней челюсти. При осуществлении внешнего осмотра лица, врач-стоматолог-хирург, обратил внимание на наличие язвы на коже крыла носа.

Из анамнеза заболевания выяснено, что язва существует у пациентки более 1,5 лет, при котором пациентка отмечала медленный, безболезненный рост. Со слов пациентки неоднократно самостоятельно травмировала язвенную поверхность, пытаясь удалить кровяные корочки. За медицинской помощью и консультацией к онкологам не обращалась.

Объективно: на коже боковой поверхности крыла носа определяется язвенная поверхность до 1,5 см. с инфильтрированными краями и безболезненной пальпацией (рис.2). Пальпация доступных лимфатических узлов без особенностей.



Рис. 2. Вид базальноклеточного рака кожи крыла носа слева

Fig. 2: View of basal cell skin cancer of the nasal wing on the left side

Тактика врача: на основании принципов онкологической настороженности в практике врачей первичного звена выставлен предварительный диагноз: подозрение на ЗНО кожи крыла носа. Врачом-стоматологом-хирургом оформлено направление форма №057/У «Направление на консультацию» к врачу-онкологу и форма №090/У «Извещение о больном с впервые в жизни установленным диагнозом злокачественного новообразования». Данные о пациентке переданы в региональный онкологический диспансер. По данным обратной связи из регионального онкологического диспансера предварительный диагноз подтвержден, пациентка госпитализирована для оказания медицинской помощи по профилю «онкология».

Припухлости на лице могут развиваться как на фоне воспаления, инфекционного, опухолевого процесса, или при врожденной патологии. Базальноклеточный рак является одним из самых распространенных опухолей кожи лица. Развитие ее связывают с мутацией функции гена Sonic hedgehog.

Клинический случай 2

Пациент М., 72 года обратился в хирургический кабинет стоматологической поликлиники с жалобами на наличие незначительной длительно существующей язвы на красной кайме нижней губы слева.

Из анамнеза заболевания выяснено, что язва существует у пациента более 6 месяцев, пациент отмечал медленный, безболезненный рост. Со слов пациента неоднократно самостоятельно травмировал язвенную поверхность, пытаясь удалить корочки. Занимался самолечением применяя различные мазевые лекарственные средства без положительной динамики. За медицинской помощью и консультациями к онкологам не обращался.

Объективно: на красной кайме нижней губы слева определяется язвенная поверхность до 1,0 см. в диаметре с инфильтрированными краями и дном (рис.3а). Пальпация безболезненная. Пальпация доступных лимфатических узлов без особенностей. С диагностической целью пациенту выполнена аутофлуоресцентная стоматоскопия (рис. 3б).

Тактика врача: на основании принципов онкологической настороженности в практике врачей первичного звена выставлен предварительный диагноз: подозрение на ЗНО красной каймы нижней губы слева. Врачом-стоматологом-хирургом оформлено направление форма №057/У «Направление на консультацию» к врачу-онкологу и форма №090/У «Извещение о больном с впервые в жизни установленным диагнозом злокачественного новообразования».

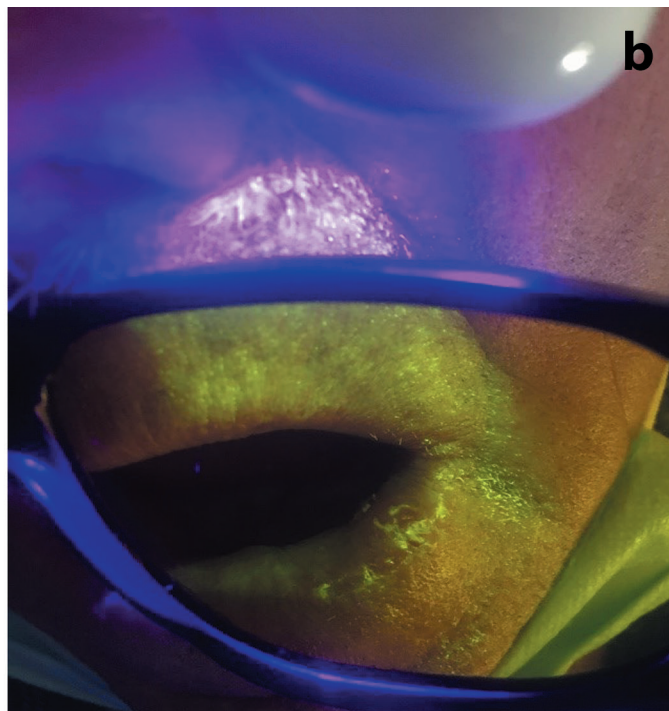


Рис. 3. а) – Вид злокачественного новообразования красной каймы нижней губы слева. б) – Вид злокачественного новообразования красной каймы нижней губы с применением аутофлуоресцентной стоматоскопии.

Fig. 3. а) – View of a malignant neoplasm of the red fringe of the lower lip on the left side. б) – View of malignant neoplasm of the red border of the lower lip using autofluorescence stomatoscopy.



Рис. 4. Проявления плоскоклеточного рака слизистой нижней поверхности языка слева

Fig. 4. Manifestations of squamous cell carcinoma of the lower surface mucosa of the tongue on the left side

ственного новообразования». Данные о пациенте переданы в региональный онкологический диспансер. По данным обратной связи из регионального онкологического диспансера предварительный диагноз подтвержден, пациент госпитализирован для оказания медицинской помощи по профилю «онкология».

Клинический случай 3

Пациент К., 42 года обратился в терапевтический кабинет стоматологической поликлиники с жалобами на наличие шероховатой изменённой слизистой нижней поверхности языка слева.

Из анамнеза заболевания выяснено, что патологический процесс существует у пациента около 6 месяцев. Предрасполагающих факторов для возникновения патологически изменённой слизистой оболочки назвать не может. За медицинской помощью и консультацией к онкологам не обращался.

Объективно: на слизистой оболочке нижней поверхности языка слева определяется очаг изменённой слизистой белесоватого цвета овальной формы размером более 1,5 см. Пальпация доступных лимфатических узлов без особенностей (рис.4).

Тактика врача: на основании принципов онкологической настороженности в практике врачей первичного звена выставлен предварительный диагноз: подозрение на ЗНО слизистой нижней поверхности языка слева. Врачом-стоматологом-терапевтом оформлено направление форма №057/У «Направление на консультацию» к врачу-онкологу и форма №090/У «Извещение о больном с впервые в жизни установленным диагнозом злокачественного новообразования». Данные о пациенте переданы в региональный онкологический диспансер. По данным обратной связи из регионального онкологического диспансера предварительный диагноз подтвержден, пациент госпитализирован для оказания медицинской помощи по профилю «онкология».

Клинический случай 4

Пациент С., 45 лет обратился в хирургический кабинет стоматологической поликлиники с жалобами на наличие язвы на задней боковой поверхности языка слева.

Из анамнеза заболевания выяснено, что язва появилась у пациента около 6 месяцев назад. Возникновение язвы пациента связывает с наличием рядом стоящего разрушенного 3.7 зуба. Однако после удаления 3.7 зуба

и спустя месяц размеры язвы остались прежние, пациент начал отмечать уменьшение подвижности языка и умеренную болезненность при движении языком.

Объективно: на задней боковой поверхности языка слева определяется язва кратерообразной формы, размером около 1,5 см. Пальпация незначительно болезненная, при пальпации определяется инфильтрация краев язвы и дна язвенной поверхности (рис. 5). Пальпация доступных лимфатических узлов без особенностей.



Рис. 5. Вид ЗНО задней боковой поверхности языка слева.

Fig. 5. View of the posterior lateral surface of the tongue on the left side.

Тактика врача: на основании принципов онкологической настороженности в практике врачей первичного звена выставлен предварительный диагноз: подозрение на ЗНО задней боковой поверхности языка слева. Врачом-стоматологом-хирургом оформлено направление форма №057/У «Направление на консультацию» в врачу-онкологу и форма №090/У «Извещение о боль-

ном с впервые в жизни установленным диагнозом злокачественного новообразования». Данные о пациенте переданы в региональный онкологический диспансер. По данным обратной связи из регионального онкологического диспансера предварительный диагноз подтвержден, пациент госпитализирован для оказания медицинской помощи по профилю «онкология».

Заключение. Злокачественные новообразования являются следствием неконтролируемого роста атипич-

ных клеток. При появлении уплотнения, изъязвлении, кровоточивости врачу-стоматологу в первую очередь необходимо проявлять онконастороженность и воспринимать все симптомы подозрительными. Увеличение лимфатических узлов означает метастазирование. Врач-стоматолог должен понимать, что лучше выполнить излишнее диагностическое обследование, чем пропустить или просмотреть предраковое состояние или опухоль на начальных этапах развития.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Azzi L, Maurino V, Baj A, Dani M, d'Aiuto A, Fasano M, Lualdi M, Sessa F, Alberio T. Diagnostic Salivary Tests for SARS-CoV-2. *J Dent Res*. 2021; 100(2): 115-123. DOI: 10.1177/0022034520969670.
2. Alpsyoy E. Behçet's disease: a comprehensive review with a focus on epidemiology, etiology and clinical features, and management of mucocutaneous lesions. *J Dermatol*. 2016; 43(6): 620-632. DOI: 10.1111/1346-8138.13381.
3. Yang L, Zhu Q, Xie X, Cao X, Wu Y, Chen S, Qu JE. Electrochemical behavior of CoCrMo alloy for dental applications in acidic artificial saliva containing albumin. *Colloids Surf B Biointerfaces*. 2019; 1(184): 110-115. DOI: 10.1016/j.colsurfb.2019.110492.
4. Ghallab NA. Diagnostic potential and future directions of biomarkers in gingival crevicular fluid and saliva of periodontal diseases: Review of the current evidence. *Arch Oral Biol*. 2018; 87: 115-124. DOI: 10.1016/j.archoralbio.2017.12.022.
5. Латышева С. В., Будевская Т.В. Анализ выявленных пораженных слизистой оболочки ротовой полости при первичном приеме пациентов. *Современная стоматология*. 2017; 1: 34-37.
6. De Luca G, Cariddi A, Campochiaro C, Vanni D, Boffini N, Tomelleri A, Cavalli G, Dagna L. Efficacy and safety of apremilast for Behçet's syndrome: a real-life single-centre Italian experience. *Rheumatology (Oxford)*. 2020; 59(1): 171-175. DOI: 10.1093/rheumatology/kez267.
7. Shouval DS, Rufo PA. The role of environmental factors in the pathogenesis of inflammatory bowel diseases: a review. *JAMA Pediatr*. 2017; 171(10): 999-1005. DOI: 10.1001/jamapediatrics.2017.2571.
8. Kaczor-Urbanowicz KE, Martin Carreras-Presas C, Aro K, Tu M, Garcia-Godoy F, Wong DT. Saliva diagnostics – Current views and directions. *Exp Biol Med* (Maywood). 2017; 242(5): 459-472. DOI: 10.1177/1535370216681550.
9. Reyes J, Fontes D, Bazzi A, Otero M, Ahmed K, Kinzel M. Effect of saliva fluid properties on pathogen transmissibility. *Sci Rep*. 2021; 11(1): 16051. DOI: 10.1038/s41598-021-95559-6.
10. Македонова Ю.А., Поройский С.В., Гаврикова Л.М., Афанасьева О.Ю., Дьяченко С.В., Александрова Е.С. Сравнительный анализ эффективности лечения травматических поражений слизистой полости рта у пациентов с сопутствующей патологией. *Пародонтология*. 2021; 26 (3): 229-233. DOI: 10.33925/1683-3759-2021-26-3-229-233
11. Buzalaf MAR, Ortiz AC, Carvalho TS, Fideles SOM, Araújo TT, Moraes SM, Buzalaf NR, Reis FN. Saliva as a diagnostic tool for dental caries, periodontal disease and cancer: is there a need for more biomarkers? *Expert Rev Mol Diagn*. 2020; 20(5): 543-555. DOI: 10.1080/14737159.2020.1743686.
12. Blair J, Adaway J, Keevil B, Ross R. Salivary cortisol and cortisone in the clinical setting. *Curr Opin Endocrinol Diabetes Obes*. 2017; 24(3): 161-168. DOI: 10.1097/MED.0000000000000328.
13. Woźniak M, Paluszkiwicz C, Kwiatek WM. Saliva as a non-invasive material for early diagnosis. *Acta Biochim Pol*. 2019; 66(4): 383-388. DOI: 10.18388/abp.2019_2762.
14. Romano A, et al. Analysis of oral mucosa erosive-ulcerative lesions by reflectance confocal microscopy. *J Biol Regul Homeost Agents*. 2019. PMID: 31538445
15. Арутюнов С.Д., Перцов С.С., Муслов С.А., Шанидзе З.Л. Исследования порогов болевой чувствительности слизистой оболочки полости рта к механическим стимулам. *Российский стоматологический журнал*. 2018; 1: 11-17.
16. Jana A, Thomas J, Ghosh P. Erosive oral lichen planus inflicts higher cellular stress than reticular type. *J Oral Maxillofac Pathol*. 2021;

REFERENCES:

1. Azzi L, Maurino V, Baj A, Dani M, d'Aiuto A, Fasano M, Lualdi M, Sessa F, Alberio T. Diagnostic Salivary Tests for SARS-CoV-2. *J Dent Res*. 2021; 100(2): 115-123. DOI: 10.1177/0022034520969670.
- Alpsyoy E. Behçet's disease: a comprehensive review with a focus on epidemiology, etiology and clinical features, and management of mucocutaneous lesions. *J Dermatol*. 2016; 43(6): 620-632. DOI: 10.1111/1346-8138.13381.

- 25(2): 279-285. DOI: 10.4103/0973-029X.325127. Epub 2021 Aug 31. PMID: 34703122.
17. Benli M, Batool F, Stutz C, Petit C, Jung S, Huck O. Orofacial manifestations and dental management of systemic lupus erythematosus: A review. *Oral Dis*. 2021; 27(2): 151-167. DOI: 10.1111/odi.13271
18. Вербовой А.Ф., Шаронова Л.А., Буракшаев С.А., Котельникова Е.В. Изменения кожи и слизистой полости рта при сахарном диабете и их профилактика. *Медицинский совет*. 2017; 3.
19. Rashid H, Lamberts A, Diercks GFH, Pas HH, Meijer JM, Bolling MC, Horváth B. Oral Lesions in Autoimmune Bullous Diseases: An Overview of Clinical Characteristics and Diagnostic Algorithm. *Am J Clin Dermatol*. 2019; 20(6): 847-861. DOI: 10.1007/s40257-019-00461-7. PMID: 31313078.
20. Sekulic S, John MT, Häggman-Henrikson B, Theis-Mahon N. Dental patients' functional, pain-related, aesthetic, and psychosocial impact of oral conditions on quality of life-Project overview, data collection, quality assessment, and publication bias. *J Oral Rehabil*. 2021; 48(3): 246-255. DOI: 10.1111/joor.13045.
21. Македонова Ю. А., Гаврикова Л. М., Дьяченко С. В., Дьяченко Д. Ю. Эффективность телемедицинских технологий при лечении больных с заболеваниями слизистой полости рта. *Вестник Волгоградского государственного медицинского университета*. 2021; 4(80): 76-81
22. Багненко Н.М., Багненко А.С., Солдатов Л.Н., Иорданишвили А.К. Применение телеконсультаций при диагностике и лечении зубочелюстных аномалий в регионах с низкой плотностью населения. *Институт стоматологии*. 2016; 1(62): 62-65
23. Бабенко А.И., Кострубин С.А., Бабенко Е.А. Востребованность медицинских технологий при оказании стоматологической помощи взрослому населению в поликлинике. – *Проблемы социальной гигиены, здравоохранения и истории медицины*. 2020; 3: 444-448
24. Graziani F, Tsakos G. Patient-based outcomes and quality of life. *Periodontol* 2000. 2020; 83(1): 277-294. DOI: 10.1111/prd.12305.
25. Македонова Ю.А., Гаврикова Л.М., Дьяченко С.В., Ефимова Е.В. Клинические методы мониторинга воспалительно-деструктивных поражений слизистой оболочки полости рта. *Волгоградский научно-медицинский журнал*. 2022; 2: 12-17
26. Лукина Г.И., Беляева Ю.Г., Абрамова М.Я. Современное состояние диагностики предраковых заболеваний в стоматологии. – *Российская стоматология*. – 2019; 2(12): 53-54
27. Aboushelib M.N., Elsafi M.H. Clinical Management Protocol for Dental Implants Inserted in Patients with Active Lichen Planus. *J Prosthodont*. 2017; 26 (1): 29-33.
28. Папко С.В., Крайнюков П.Е., Аветисян А.Я. Оптимизация управления деятельностью стоматологической организации на основе методологии системного подхода. *Военно-медицинский журнал: Ежемесячный теоретический и научно-практический журнал*. 2018; 339(10): 10-14
29. Рисман Б.В., Зубарев П.Н. Современные методики оценки течения раневого процесса. *Известия Российской военно-медицинской академии*. 2020; 3: 74-81
30. Шкарин В.В., Дьяченко С.В., Македонова Ю.А., Гаврикова Л.М., Дьяченко Д.Ю., Журавлев Л.В. Оценка клинической эффективности диагностики и мониторинга воспалительно-деструктивных заболеваний слизистой полости рта с позиции пациент-ориентированного подхода. – *Эндодонтия Today*. 2022; 20(1): 116-124

- Yang L, Zhu Q, Xie X, Cao X, Wu Y, Chen S, Qu JE. Electrochemical behavior of CoCrMo alloy for dental applications in acidic artificial saliva containing albumin. *Colloids Surf B Biointerfaces*. 2019; 1(184): 110-115. DOI: 10.1016/j.colsurfb.2019.110492.
- Ghallab NA. Diagnostic potential and future directions of biomarkers in gingival crevicular fluid and saliva of periodontal diseases: Review of the current evidence. *Arch Oral Biol*. 2018; 87: 115-124. DOI: 10.1016/j.archoralbio.2017.12.022.

- Latysheva S.V., Budevskaya T.V. Analysis of the identified lesions of the oral mucosa during the initial admission of patients. *Modern dentistry*. 2017; 1:34-37. (In Russ.)
- De Luca G, Cariddi A, Campochiaro C, Vanni D, Boffini N, Tomelleri A, Cavalli G, Dagna L. Efficacy and safety of apremilast for Behçet's syndrome: a real-life single-centre Italian experience. *Rheumatology (Oxford)*. 2020; 59(1): 171-175. DOI: 10.1093/rheumatology/kez267.
- Shouval DS, Rufo PA. The role of environmental factors in the pathogenesis of inflammatory bowel diseases: a review. *JAMA Pediatr*. 2017; 171(10): 999-1005. DOI: 10.1001/jamapediatrics.2017.2571.
- Kaczor-Urbaniowicz KE, Martin Carreras-Presas C, Aro K, Tu M, Garcia-Godoy F, Wong DT. Saliva diagnostics – Current views and directions. *Exp Biol Med (Maywood)*. 2017; 242(5): 459-472. DOI: 10.1177/1535370216681550.
- Reyes J, Fontes D, Bazzi A, Otero M, Ahmed K, Kinzel M. Effect of saliva fluid properties on pathogen transmissibility. *Sci Rep*. 2021; 11(1): 16051. DOI: 10.1038/s41598-021-95559-6.
- Makedonova Yu.A., Poroisky S.V., Gavrikova L.M., Afanas'eva O.Yu., Dyachenko S.V., Alexandrina E.S. Comparative analysis of the effectiveness of treatment of traumatic lesions of the oral mucosa in patients with concomitant pathology. *Periodontology*. 2021; 26(3):229-233. (In Russ.). DOI: 10.33925/1683-3759-2021-26-3-229-233
- Buzalaf MAR, Ortiz AC, Carvalho TS, Fideles SOM, Araújo TT, Moraes SM, Buzalaf NR, Reis FN. Saliva as a diagnostic tool for dental caries, periodontal disease and cancer: is there a need for more biomarkers? *Expert Rev Mol Diagn*. 2020; 20(5): 543-555. DOI: 10.1080/14737159.2020.1743686.
- Blair J, Adaway J, Keevil B, Ross R. Salivary cortisol and cortisone in the clinical setting. *Curr Opin Endocrinol Diabetes Obes*. 2017; 24(3): 161-168. DOI: 10.1097/MED.0000000000000328.
- Woźniak M, Paluszkiwicz C, Kwiatek WM. Saliva as a non-invasive material for early diagnosis. *Acta Biochim Pol*. 2019; 66(4): 383-388. DOI: 10.18388/abp.2019_2762.
- Romano A, et al. Analysis of oral mucosa erosive-ulcerative lesions by reflectance confocal microscopy. *J Biol Regul Homeost Agents*. 2019. PMID: 31538445
- Arutyunov S.D., Pertsov S.S., Muslov S.A., Shanidze Z.L. Studies of thresholds of pain sensitivity of the oral mucosa to mechanical stimuli. *Russian Dental Journal*. 2018; 1:11-17. (In Russ.).
- Jana A, Thomas J, Ghosh P. Erosive oral lichen planus inflicts higher cellular stress than reticular type. *J Oral Maxillofac Pathol*. 2021; 25(2): 279-285. DOI: 10.4103/0973-029X.325127. Epub 2021 Aug 31. PMID: 34703122.
- Benli M, Batool F, Stutz C, Petit C, Jung S, Huck O. Orofacial manifestations and dental management of systemic lupus erythematosus: A review. *Oral Dis*. 2021; 27(2): 151-167. DOI: 10.1111/odi.13271
- Verbovoi A.F., Sharonova L.A., Burakshaev S.A., Kotelnikova E.V. Changes in the skin and oral mucosa in diabetes mellitus and their prevention. *Medical advice*. 2017; 3. (In Russ.) DOI: 10.21518/2079-701X-2017-3-54-57.
- Rashid H, Lamberts A, Diercks GFH, Pas HH, Meijer JM, Bolling MC, Horváth B. Oral Lesions in Autoimmune Bullous Diseases: An Overview of Clinical Characteristics and Diagnostic Algorithm. *Am J Clin Dermatol*. 2019; 20(6): 847-861. DOI: 10.1007/s40257-019-00461-7. PMID: 31313078.
- Sekulic S, John MT, Häggman-Henrikson B, Theis-Mahon N. Dental patients' functional, pain-related, aesthetic, and psychosocial impact of oral conditions on quality of life-Project overview, data collection, quality assessment, and publication bias. *J Oral Rehabil*. 2021; 48(3): 246-255. DOI: 10.1111/joor.13045.
- Makedonova Yu. A., Gavrikova L. M., Dyachenko S. V., Dyachenko D. Yu. The effectiveness of telemedicine technologies in the treatment of patients with diseases of the oral mucosa. *Bulletin of the Volgograd State Medical University*. 2021; 4(80): 76-81. (In Russ.). DOI 10.19163/1994-9480-2021-4(80)-76-81.
- Bagnenko N.M., Bagnenko A.S., Soldatova L.N., Iordanishvili A.K. The use of teleconsultations in the diagnosis and treatment of dentoalveolar anomalies in regions with low population density. – *Institute of Dentistry*. 2016; 1(62): 62-65. (In Russ.).
- Babenko A.I., Kostrubin S.A., Babenko E.A. The demand for medical technologies during provision of stomatological care to adult population in polyclinic. – *Problems of Social Hygiene, Public Health and History of Medicine*. 2020; 3: 444-448 (In Russ.).
- Graziani F, Tsakos G. Patient-based outcomes and quality of life. *Periodontol* 2000. 2020; 83(1): 277-294. DOI: 10.1111/prd.12305.
- Makedonova Yuliya A., Gavrikov Liudmila M., Dyachenko Svetlana V., Efimova Elena V. Clinical methods of monitoring inflammatory-destructive lesions of the mucosa of the oral cavity. *Volgograd Scientific and Medical Journal*. 2022; 2: 12-17 (In Russ.).
- Lukina G.I., Belyaeva Yu.G., Abramova M.Ya. The current state of the diagnosis of precancerous diseases in dentistry. *Russian dentistry*. 2019; 2(12): 53-54. (In Russ.).
- Aboushelib M.N., Elsafi M.H. Clinical Management Protocol for Dental Implants Inserted in Patients with Active Lichen Planus. *J Prosthodont*. 2017; 26 (1): 29-33.
- Papko S.V., Krainyukov P.E., Avetisyan A.Ya. Optimization of the management of the activities of a dental organization based on the methodology of a systematic approach. – *Military medical journal: Monthly theoretical and scientific-practical journal*. 2018; 339(10): 10-14. (In Russ.).
- Risman B.V., Zubarev P.N. Modern methods for evaluating the process of the wound process. *Russian Military Medical Academy Reports*. 2020; 3: 74-81 (In Russ.).
- Shkarin V.V., Dyachenko S.V., Makedonova Yu.A., Gavrikova L.M., Dyachenko D.Yu., Zhuravlev L.V. Evaluation of the clinical effectiveness of diagnosis and monitoring of inflammatory and destructive diseases of the oral mucosa from the standpoint of a patient-oriented approach. *Endodontics Today*. 2022; 20(1): 116-124. (In Russ.).

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ:

Шкарин В.В.¹ – доктор медицинских наук, доцент, заведующий кафедрой общественного здоровья и здравоохранения института непрерывного медицинского и фармацевтического образования, ORCID ID: 0000-0002-7520-7781.

Македонова Ю.А.^{1,2} – доктор медицинских наук, доцент, заведующий кафедрой стоматологии института непрерывного медицинского и фармацевтического образования ВолгГМУ; старший научный сотрудник лаборатории инновационных методов реабилитации и абилитации ВНМЦ; ORCID ID: 0000-0002-5546-8570.

Афанасьева О.Ю.¹ – кандидат медицинских наук, доцент кафедры стоматологии института непрерывного медицинского и фармацевтического образования ВолгГМУ; ORCID ID: 0000-0001-8577-2939.

Порошин А.В.¹ – Окандидат медицинских наук, доцент кафедры ортопедической стоматологии с курсом клинической стоматологии ВолгГМУ, ORCID ID: 9700-0041-7571-9760.

Девятченко Л.А.¹ – кандидат медицинских наук, доцент кафедры стоматологии института непрерывного медицинского и фармацевтического образования ВолгГМУ; ORCID ID: 0000-0002-1785-194X.

¹Волгоградский государственный медицинский университет, 400131, Россия, г. Волгоград, площадь Павших Борцов, д. 1

²Волгоградский медицинский научный центр, 400131, Россия, г. Волгоград, площадь Павших Борцов, д. 1

AUTHOR INFORMATION:

Vladimir V. Shkarin¹ – Grand PhD in Medical Sciences, associate professor and head of the Public Health and Health; ORCID ID: 0000-0002-7520-7781.

Yuliya A. Makedonova^{1,2} – Grand PhD in Medical Sciences, associate professor and head of the Dentistry Department; senior researcher at the Innovative methods of rehabilitation and habilitation Laboratory; ORCID ID: 0000-0002-5546-8570.

Olga Yu. Afanasyeva¹ – candidate of Medical Sciences, associate professor of the Dentistry Department; ORCID ID: 0000-0001-8577-2939

Alexei V. Poroshin – Candidate of Medical Sciences, Associate Professor of the Department of Orthopedic Dentistry with the course of Clinical Dentistry of VolgSMU, ORCID ID: 9700-0041-7571-9760.

Lilia A. Devyatchenko – Candidate of Medical Sciences, Associate Professor of the Department of Dentistry of the Institute of Continuing Medical and Pharmaceutical Education of VolgSMU; ORCID ID: 0000-0002-1785-194X, SPIN code: 2121-9112, AuthorID: 1174353.s

ВКЛАД АВТОРОВ:

Македонова Ю.А. – существенный вклад в замысел и дизайн исследования; окончательное одобрение варианта статьи для опубликования.

Шкарин В. В. – сбор данных.

Порошин А. В. – подготовка статьи.

Афанасьева О.Ю. – интерпретация данных.

Девятченко Л. А. – критический пересмотр статьи в части значимого интеллектуального содержания.

AUTHOR'S CONTRIBUTION:

Yuliya A. Makedonova – has made a substantial contribution to the concept or design of the article; approved the version to be published.

Vladimir Shkarin – the acquisition of data for the article.

Alexey Poroshin – analysis of data for the article.

Olga Yu. Afanasieva – interpretation of data for the article.

Lilia Devyatchenko – drafted the article or revised it critically for important intellectual content.

Координаты для связи с авторами/ Correspondent author:

Македонова Ю.А. / Yu. A. Makedonova, E-mail: mihai-m@yandex.ru, +79173332400

Сравнительный анализ средств для ирригации корневых каналов при эндодонтическом лечении зубов с апикальным периодонтитом у пациентов с обсеменением системы корневых каналов грибами рода *Candida albicans*

© Меджидов М.Н., Абакаров Т.А., Амиров Г. Н., Меджидов М.М., Магомедова М.Г., Гереева Р.М.

Дагестанский Медицинский Государственный Университет, Махачкала, Россия

Резюме

Апикальный периодонтит – это воспалительный процесс соединительнотканного комплекса, образующего зубодесневую связку (периодонт), локализующегося вокруг верхушечной части зуба, вызванный микробной инвазией, находящийся в составе бактериальной биопленки системы корневых каналов зубов (СКК), с дальнейшей прогрессирующей деструкцией костной ткани, проявляющееся на рентгенограмме просветлениями различной интенсивности.

Благополучное консервативное лечение корневого канала зависит от наличия соответствующего инструментария, ирригации и obturation корневого канала. Важным фактором при эндодонтическом лечении периодонтита является удаление микробов, в том числе грибов, из сложной трехмерной системы корневых каналов. Различные методы идентификации выявили, что грибки чаще обнаруживаются при вторичных эндодонтических инфекциях, чем при первичных. *Candida albicans* (CA) играет важную роль в несостоятельности эндодонтического лечения как наиболее значимый грибок, выделенный из системы корневых каналов. *C. albicans* ассоциируется с инфекциями корневых каналов, является мощным патогеном для инфицирования периапикальных тканей. Различные факторы вирулентности позволяют *C. albicans* прилипать к дентинным трубочкам и пенетрировать в него. Дрожжи неблагоприятно реагируют на консервативную терапию корневых каналов из-за резистентности всех пероральных видов *Candida* к широко используемому местному лекарственному средству – гидроксида кальция. Таким образом, для лечения стойких случаев апикального периодонтита требуются альтернативные терапевтические методы и другие препараты, способные к элиминации данного вида грибка. Изоляция с помощью раббердама является важным показателем в предотвращении контаминации корневых каналов слюной в дополнение к продолжительным контактам с ирригационными растворами.

Ключевые слова: дрожжи, *Candida albicans*, периапикальный периодонтит, хлоргексидин, Chlor-Xtra, гипоклин, MTAD, NaOCl, гипохлорит натрия, Tetra-clean.

Статья поступила: 01.03.2023; **исправлена:** 04.04.2023; **принята:** 05.04.2023.

Конфликт интересов: Авторы сообщают об отсутствии конфликта интересов.

Благодарности: Финансирование и индивидуальные благодарности для декларирования отсутствуют.

Для цитирования: Меджидов М.Н., Абакаров Т.А., Амиров Г.Н., Меджидов М.М., Магомедова М.Г., Гереева Р.М. Сравнительный анализ средств для ирригации корневых каналов при эндодонтическом лечении зубов с апикальным периодонтитом у пациентов с обсеменением системы корневых каналов грибами рода *Candida albicans*. Эндодонтия today. 2023; 21(1):49-55. DOI: 10.36377/1683-2981-2023-21-1-49-55.

Comparative analysis of root canal irrigation in endodontic treatment of apical periodontitis in patients with root canal systems contaminated with *Candida albicans*

© Medzhid N. Medzhidov, Tagir A. Abakarov, Gadzhi N. Amirov, Murad M. Medzhidov, Marziyat G. Magomedova, Raisat M. Gareeva

Dagestan Medical State University, Makhachkala, Russia

Abstract:

Apical periodontitis is an inflammatory process of the connective tissue complex forming the periodontal ligament (periodontum), localized around the apex of the tooth, caused by microbial invasion, located in the bacterial biofilm of the root canal system (RTS), with further progressive destruction of bone tissue, manifested on the X-ray lumens of different intensity.

The successful conservative treatment of the root canal depends on the availability of appropriate instruments, irrigation and root canal obturation. An important factor in the endodontic treatment of periodontitis is the removal of microbes, including fungi, from the complex three-dimensional root canal system. Various identification methods have revealed that fungi are more often found in secondary endodontic infections than in primary ones. *Candida albicans* (CA) plays an important role in endodontic treatment failure as the most significant fungus isolated from the root canal system. *C. albicans* is associated with root canal infections and is a potent pathogen for periapical tissue infection. Various virulence factors allow *C. albicans* to adhere to and penetrate the dentinal tubules. The yeast responds unfavorably to conservative root canal therapy because of the resistance of all oral *Candida* species to the commonly used topical medication, calcium hydroxide. Thus, the treatment of persistent cases of apical periodontitis requires alternative therapeutic methods and other drugs capable of elimination of this fungus species. Isolation with rubber dam is important in preventing root canal contamination with saliva, in addition to prolonged contact with irrigation solutions.

Keywords: yeast, *Candida albicans*, periapical periodontitis, chlorhexidine, Chlor-Xtra, hypochlorite, MTAD, NaOCl, sodium hypochlorite, Tetra-clean

Received: 01.03.2023; **revised:** 04.04.2023; **accepted:** 05.04.2023.

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

Acknowledgments: There are no funding and individual acknowledgments to declare.

For citation: Medzhid N, Medzhidov, Tagir A. Abakarov, Gadzhi N. Amirov, Murad M. Medzhidov, Marziyat G. Magomedova, Raisat M. Gareeva. Comparative analysis of root canal irrigation in endodontic treatment of apical periodontitis in patients with root canal systems contaminated with *Candida albicans*. *Endodontics today*. 2023; 21(1):49-55. DOI: 10.36377/1683-2981-2023-21-1-49-55.

ВВЕДЕНИЕ

Дрожжи принадлежат к отдельному царству живых организмов – грибам, которые являются чрезмерно распространенными условно-патогенными микроорганизмами в полости рта. Дрожжи присутствуют в различных участках человеческого организма, как представители нормальной микрофлоры. В полости рта созданы подходящие условия окружающей среды для колонизации дрожжами. Оральные дрожжи относятся к подразделению Ascomycota и классу Endomycetes, который далее подразделяется на четыре семейства: Saccharomycetaceae, Endomycetaceae, Dipodascaceae, and Lipomycetaceae. Клинически наиболее важные грибы принадлежат к семейству Saccharomycetaceae и к роду *Candida*. Из более чем 200 видов патогенных и сапрофитных для человека видов *Candida* следующие, имеющие важное медицинское значение: *C. albicans*, *C. glabrata*, *C. kefyr*, *C. krusei*, *C. parapsilosis* и *C. tropicalis*. Из них *C. albicans* на сегодняшний день является самым распространенным видом и основным возбудителем кандидозных инфекций полости рта. Кандидозные микроорганизмы повсеместно распространены в окружающей среде, и бессимптомное носительство *Candida* признано в течение многих лет. *C. albicans* способны к адаптации в ритических диапазонах pH, низкому содержанию кислорода в питательной среде. Способность проникать в дентинные каналы посредством прикрепления к гидам и связываться с коллагенами I и IV типа. Грибы рода *Candida* обладают способностью продуцировать секретируемые аспартилпротеазы, коллагеназы, гиалуронидазы, кислые и щелочные фосфатазы, помогающие ферментировать различные коллагены дентина и другие внеклеточные белки. Кандидоз полости рта является распространенным заболеванием у пациентов с ослабленным иммунитетом. Ослабленная иммунная система может увеличить риск

грибковой инфекции в системе корневых каналов. Их оппортунистическая патогенность зависит от местных и системных предрасполагающих факторов, влияющих на человеческий организм. Грибковые инфекции часто поражают слизистые оболочки полости рта, но существуют также ряд исследований, которые указывают на критическую роль *Candida* в патогенезе эндодонтических инфекций. Дрожжи, будучи микроаэрофильными эукариотами могут приспосабливаться к различному диапазону pH, изменять экспрессию генов в ответ на условия окружающей среды, прилипать к различным поверхностям, вырабатывать гидролизующие ферменты и изменять морфологические формы, чтобы избежать пагубного действия иммунной системы, то есть обладают метаболическим арсеналом, необходимым для выживания в суровой корневой экосистеме. Несколько исследователей показали, что *C. albicans* могут использовать сам дентин в качестве источника питания *in vitro*, в отсутствие других посторонних пищевых добавок, и колонизировать стенки каналов, а также дентинные каналы. В одном эксперименте было показано, что *in vivo* проникновение *C. albicans* в дентинные каналы облегчается наличием смазанного слоя полученного с помощью инструментов Защищенная жизнь дрожжей в каналах, вне досягаемости инструментов и дезинфицирующих средств, также, вероятно, увековечивает хронические эндодонтические инфекции. Различные методы идентификации (такие как культивирование, молекулярная генетика и электронная микроскопия *in situ*) показали, что грибки чаще встречаются при вторичных эндодонтических инфекциях, чем при первичных, и основными факторами, связанными с эндодонтической неудачей, являются сохранение микробной инфекции в системе корневых каналов. Целью любого эндодонтического лечения является предотвращение образования апикального периодонтита. Важным фактором

при успешном эндодонтическом лечении является качественное устранение внутриканальной микрофлоры, некротизированного содержимого, органической составляющей канала(пульпы) из сложной трехмерной системы корневых каналов. Все этапы механической обработки должны в полной мере сопровождаться обильной и грамотной ирригацией. Эффективная дезинфекция СКК предполагает под собой оптимальный выбор ирригационных растворов, которые должны сочетать в себе антимикробное свойство, растворение органического и неорганического содержимого канала, лизирование биопленки и смазанного слоя, биоинертный эффект, смазывание рабочей части инструментов, механическое удаление микробов и остатков пульпы и дентина, а также обладать минимальной цитотоксичностью и низким поверхностным натяжением. Однако, ни один из используемых сегодня растворов не является идеальным и не отвечает всем требованиям. Многочисленные исследования демонстрируют определенное преимущество гипохлорита натрия, но также существуют и ряд недостатков. Именно по этой причине, современные ирригационные протоколы предполагают сочетание и комбинирование нескольких ирригантов.

Целью этого обзора литературы является сравнительный анализ средств для ирригации корневых каналов для эндодонтического лечения зубов тремя концентрациями гипохлорита натрия (NaOCl) (0,5, 2,5 и 6%), двумя концентрациями хлоргексидина (CHX) (0,2% и 2%), MTAD, Tetraclean, Hypoclean и Chlor-Xtra на зубах с периапикальным периодонтитом у людей с обсеменением системы корневых каналов грибами *Candida albicans* (*C. albicans*).

Два исследователя выполнили электронный поиск в MEDLINE / PubMed, SCOPUS, ISI Web of Science и Cochrane Central без каких-либо языковых ограничений, опубликованных с 2010 года. Серая литература была найдена для соответствующих статей с помощью OpenGrey и Greylist. Был выполнен ручной поиск по всем выпускам, опубликованным с 2000 года в журнале "Журнал эндодонтии", Международном журнале по эндодонтии и хирургии полости рта, хирургии полости рта, медицине полости рта, патологии полости рта, радиологии полости рта. Кроме того, списки литературы всех включенных статей были проверены на наличие статей, которые необходимо оценить для включения в исследование. Окончательный электронный поиск был выполнен 6 октября 2022 года. Наше исследование было сосредоточено на относительно недавних литературных источниках.

Гипохлорит натрия (NaOCl) (Таблица 1)

Гипохлорит натрия - широко используемый раствор для ирригации, известный многим как бытовой отбеливатель. Применение гипохлорита натрия для ирригации СКК является золотым стандартом современного эндодонтического лечения. Многочисленные исследования демонстрируют определенное первенство NaOCl перед другими ирригантами и объясняют это его уникальной способностью сочетать в себе высочайшую антимикробную активность с широким спектром действия, способность растворять органические витальные и некротизированные ткани пульпы, смазывающее свойство для механической обработки канала, органические компоненты дентинной стенки, матрикс биопленки (в высоких концентрациях), так как является окислителем и гидролизующим агентом. Гипохлорит натрия является дезинфектантом, а также удовлетворяет большинству

характеристик ирриганта. Гипохлорит натрия быстро уничтожает вегетирующие и споровые формы бактерий, грибов, простейших а также вирусы [30]. Большинство микроорганизмов погибает после определенного по времени контакта с гипохлоритом натрия. Механизм действия гипохлорита связан с тем что при контакте с белками некротизированных пульпарных тканей происходит выделение хлорноватистой кислоты (HClO) которая вступает в связь с тканями, выделяя хлор приводит к разрыву пептидных связей и пептиды распадаются на многочисленные аминокислоты, позволяя водороду в аминогруппе ($-\text{NH}-$) заместиться на хлор ($-\text{NCl}-$) до образования хлорамина обладающий антимикробными свойствами. Гипохлорит натрия (NaOCl) является наиболее распространенным средством для орошения корневых каналов, обладающим как антибактериальными, так и тканерастворимыми свойствами [3]. Было продемонстрировано, что 0,5% NaOCl убивает *C. albicans* в течение 10-секундного времени контакта [3]. Однако одним из основных недостатков NaOCl в системе корневых каналов является его высокое поверхностное натяжение, что ограничивает его проникновение в дентинные канальцы и неровности системы корневых каналов [4].

Чтобы преодолеть высокое поверхностное натяжение NaOCl , были введены два средства для орошения корневых каналов на основе NaOCl . Chlor-Xtra представляет собой сочетание 6% NaOCl с мощными смачивающими агентами и запатентованными модификаторами поверхности. Для увеличения электрической емкости раствора также были добавлены алкилирующие агенты. [5] Утверждается, что Chlor-Xtra обладает в 2,5 раза большей смачиваемостью и значительно большей растворяющей ткани активностью, чем стандартный NaOCl . Кроме того, он значительно более стабилен и разлагается не так быстро, как NaOCl , потому что обычный NaOCl остается на поверхности белковой молекулы и быстро превращается в HCl , тогда как Chlor-Xtra проникает и не превращается в HCl . [5]

До сих пор в доказательной медицине отсутствует единое мнение об оптимальной концентрации, которую необходимо использовать. В литературе можно найти, что NaOCl можно применять в концентрации от 0,5 до 6%. Стандартная концентрация приравнивается к 2,5%, что снижает вероятность токсического действия, но при этом сохраняет растворяющую ткани и антимикробную активность [32] [33]. В клинических исследованиях Bystrom и Sundqvist оценивали антимикробный эффект ирригации инфицированных корневых каналов раствором гипохлорита натрия в концентрации 0.5% и 5%. При этом эти авторы не выявили статистический различий

Таблица 1. Препараты на основе гипохлорита натрия

Table 1. Solutions based on sodium hypochlorite

№	Название препарата	Фирма Производителя
1	Гипохлорит натрия 3% раствор	ВладМиВа; TehnoDent (Россия)
2	Гипохлоран-3 3,25% раствор	Омега-Дент (Россия)
3	Гипохлоран-5 5% раствор	Омега-Дент (Россия)
4	Parcan 3% раствор	Septodont (Франция)
5	Chlor-Xtra 6% раствор	VistaDentalProducts (США)
6	Hypoclean	OGNA (Италия)
7	Белодез 3% раствор	ВладМиВа (Россия)

между ними [16]. В 2000 году F Siqueira и соавт. [15] проанализировали степень уменьшения числа микроорганизмов в корневых каналах после инструментальной обработки и ирригации раствором NaOCl с концентрацией 1%, 2,5% и 5,25%, однако указанные авторы также не установили существенных различий при сравнении полученных результатов. А для нивелирования разницы концентраций данными авторами было рекомендовано чаще заменять раствор и использовать его в максимально возможном объеме. Также, в исследованиях Clegg и соавт. [17] было доказано, что 3% – 6 % NaOCl были единственным агентом, способным, помимо всего прочего, физически разрушать биопленку корневого канала. Однако, только лишь 6% раствор NaOCl смог полностью (!) предотвратить повторный рост биопленки. По результатам исследования применение 3 % и 6 % растворов NaOCl показало отсутствие биопленки, 1 % раствор NaOCl – лишь разрушение биопленки, а 2 % раствор NaOCl – полностью интактную биопленку.

Таким образом было доказано, что более низкие и более высокие концентрации раствора NaOCl одинаково эффективны в снижении количества бактерий в инфицированной системе корневых каналов [15, 16], но эффект протеолитического растворения тканей, время активной фазы раствора и воздействие на биопленку все же напрямую связано с концентрацией [18]. Считается, что максимальную свою активность раствора гипохлорита натрия проявляется в течении 2 минут и далее распадается на воды и инертные ионы, причем, чем меньше концентрация раствора, тем меньше будет «активная фаза» [Endodontic Irrigation – Bettina Basrani]. NaOCl в более высоких концентрациях равен в своей эффективности с меньшей концентрацией гипохлорита натрия, однако концентрации свободных молекул хлора снижено, что должно быть компенсировано использованием раствора в большем объеме. Подогревание раствора также может увеличить эффективность ирригации. Высокие концентрации раствора NaOCl более гистотоксичны, чем низкие. По этой причине высокие концентрации следует или не допускать, или использовать с огромной осторожностью, чтобы раствор не попал в конъюнктиву глаз пациента и не был выведен за апикальное отверстие, что может вызвать тяжёлое раздражение ткани. Также, на основании небольшого числа исследований было принято мнение, что общее время воздействия раствора NaOCl на ткани должно быть не менее 30 минут. В течении этого времени, как уже говорилось ранее, необходимо часто менять раствор. Например, по результатам эксперимента Hesselgren и Svek, проводимого на некротизированной мышечной ткани, 0,5% раствор NaOCl без замены не до конца растворяет мышечную ткань даже через 12 дней, в то время, как та же самая концентрация при замене каждые 30 минут растворяет в течении 3 часов [19] [Michael Hülsmann /Edgar Schäfer | Problems in Endodontics].

Хлоргексидин (CHX) – высокоосновная молекула с рН 5,5-7, представляет собой катионный полигуанид с широким антимикробным спектром, который эффективен как против грамположительных, так и против грамотрицательных бактерий, а также дрожжевых грибов [7]. Соль хлоргексидина биглюконата хорошо растворима в воде и достаточно стабильна. CHX широко изучался как эндодонтическое ирригационное и внутриканальное средство, как *in vivo* (Barbosa, Linkgog, Manzur, Raquette, Malkhassian) так и *in vitro*. Хлоргексидин благодаря своим катионным зарядам может связываться с

отрицательно заряженными поверхностями бактерий, повреждая их клеточные стенки в виде перфораций.

In vivo, NaOCl имеет очевидное преимущество перед CHX. Хлоргексидин неспособен справляться с биопленкой и не имеет протеолитического действия, что делает его конкурентно неэффективным против гипохлорита и отменяет его использование, как основного ирригационного раствора. [20-23]

В контролируемом рандомизированном клиническом исследовании была проверена эффективность 2 % хлоргексидина против физиологического раствора, как финальных ирригантов. Все зубы были первоначально инструментированы и орошены с использованием 1 % раствора NaOCl, затем либо 2 % раствором CHX, либо физиологическим раствором, применяемых в качестве финишного ирриганта. Их результаты показали более качественную дезинфекцию корневых каналов с помощью CHX по сравнению с физиологическим раствором в качестве последнего ирриганта [24]

В недавнем исследовании антибактериальная эффективность 2 % CHX тестировали против 2,5 % NaOCl в зубах с апикальным периодонтитом. Бактериальную нагрузку оценивали с помощью количественной полимеразной цепной реакции в режиме реального времени (RTQ-ПЦР) и колониеобразующие единицы (КОЕ). Снижение количества бактерий в группе с использованием NaOCl было значительно больше, чем в группе применения CHX при измерении с помощью RTQ-ПЦР. На основе культурального метода бактериальный рост был обнаружен у 50 % группы CHX по сравнению с 25 % в группе NaOCl [25].

Доказано, что комбинация NaOCl и CHX дает изменение цвета и выпадение осадка. Реакция зависит от концентрации NaOCl, и чем она выше, тем больше осадка образуется при его совместном использовании с 2 % раствором CHX [26]

Hypoclean (Ogna Laboratori Farmaceutici, Муджио, Италия) – это еще один раствор на основе NaOCl, который состоит из 5,25% NaOCl и двух мощных средств [6]. Исследования Hypoclean очень ограничены. Была продемонстрирована его 28-дневная жизнеспособность. Другое исследование показало, что поверхностное натяжение Hypoclean было значительно ниже, чем NaOCl и Chlor-Xtra [4]. Клинический опыт многих исследователей показывает, что для повышения эффективности гипохлорита натрия, как растворителя инфицированной органики в корневом канале, можно в дополнение проводить временное пломбирование гидрооксидом кальция или использовать гипохлорит натрия в сочетании с другими биоцидами. Например, при сочетании перекиси водорода с NaOCl наблюдается эффект пенообразования, способствующий лучшему вымыванию debris из корневого канала. Как положительный фактор, можно отметить отбеливающий и дезинфицирующий эффект обоих растворов. В результате химической реакции между NaOCl и H₂O₂ образуется активный кислород, который обладает более выраженной антибактериальной активностью в отношении *Streptococcus* spp. и *Staphylococcus aureus*, чем чистая перекись водорода. Из всех используемых в настоящее время ирригантов NaOCl представляется наилучшим, поскольку он удовлетворяет большому числу 23 требований, предъявляемых к эндодонтическим ирригантам, чем любое другое известное соединение

Этилендиаминтетрауксусная Кислота – ЭДТА (CH16N2O8) (Таблица 2)

Этилендиаминтетрауксусная кислота, сокращенно как ЭДТА, – это аминокполикарбоновая кислота и предлагается в качестве хелатирующего ирриганта из-за ее способности качественно удалять минерализованную часть (неорганическую) смазанного слоя, путем связывания ионов кальция (Ca^{2+}), которую не в силах удалить гипохлорит натрия (NaOCl). Поэтому, необходимо грамотно сочетать его с хелатирующим агентом, таким как этилендиаминтетрауксусная (ЭДТА) и лимонная кислота. ЭДТА обычно используется в концентрации 17 % и может удалить смазанный слой при непосредственном контакте со стенками канала за 1 минуту [34]. Помимо очищающей способности, ЭДТА может отсоединять прилипшую к стенкам корневого канала биопленку [27]. Это объясняет, почему ирригация с ЭДТА оказалась намного эффективнее, чем с физиологическим раствором в снижении внутриканальной микробиоты, несмотря на тот факт, что его антисептическая способность относительно ограничена [27]. Хотя, некоторые исследования показали противогрибковую активность ЭДТА [28]. Деминерализация дентина при использовании ЭДТА и комбинации NaOCl + EDTA. Были высказаны опасения по поводу использования таких агентов, из-за их способности к деминерализации и протравливанию дентина. Особенно, чередование с высокими концентрациями NaOCl вызвало особое беспокойство, так как создание повторяющихся циклов деминерализации и депротеинизации увеличивает вероятность химического повреждения корневого дентина стенки и возникновения эрозий. Также известно, что сочетание ЭДТА с NaOCl сильно снижает антимикробную активность последнего [29]. Последовательность орошения стенки корневого канала влияет на уровень эрозивной деструкции дентина. В исследовании, опубликованном Qian et al, при использовании ЭДТА как финишного средства ирригации – эрозии не были обнаружены или были обнаружены в меньшей степени, в сравнении, когда финишным ирригантом в канале был 5,25% NaOCl . [Endodontic Irrigation – Bettina Basrani]

При взаимодействии с гипохлоритом натрия, ЭДТА сохраняет свою способность образовывать кальциевые комплексы, но одновременно снижает эффективность NaOCl полностью растворяя ткань, клинически это говорит о том, что ЭДТА и NaOCl следует использовать отдельно.

С целью уменьшения поверхностного натяжения и увеличения проникающей способности некоторые исследователи предпочитают растворы ЭДТА сочетать с четвертичной солью бромида аммония (цетримидом). Dupavant и др. (2006) сообщили, что при использовании препарата SmearClear, в состав которого входят 17% ЭДТА, цетримид, полиоксиэтилен (10) изооктил циклогексиловый эфир, отмечается увеличение антибактериальной способности по сравнению с традиционными

растворами ЭДТА (17-18%). Этот раствор обладает наиболее щадящим воздействием на дентин зуба.

Наряду с этим существует мнение, что, сочетание ЭДТА и соединения четвертичного аммония обладают такой же эффективностью в удалении смазанного слоя, как и традиционный раствор ЭДТА, но препарат становится более цитотоксичным [25]. Для удаления минерального компонента смазанного слоя и лечения облитерированных каналов аналогичным по действию ЭДТА является раствор лимонной кислоты в концентрации 10, 25 и 50%. Удаление смазанного слоя улучшает антибактериальное воздействие местных дезинфицирующих средств на глубокие слои дентина. В тоже время известно, что растворы ЭДТА и лимонной кислоты при контакте с NaOCl уменьшают содержание хлора в растворе, что приводит к снижению антибактериальной активности гипохлорита натрия. По мнению ряда авторов, целесообразно проводить ирригацию корневых каналов водными растворами ЭДТА или лимонной кислоты в течение 1-3 минут в конце инструментации и после раствора NaOCl . В тоже время имеются рекомендации после этого этапа промывать канал раствором NaOCl , чтобы нейтрализовать кислотное действие ЭДТА и дать возможность гипохлориту натрия погрузиться в широкие открытые дентинные каналы. Однако промывание раствором NaOCl после использования ЭДТА или лимонной кислотой может привести к значительной эрозии дентинных стенок канала. Это позволяет считать, что до получения новых данных следует с осторожностью использовать подобное сочетание растворов NaOCl и ЭДТА, либо ограничить заключительное промывание NaOCl несколькими секундами. Использование гелеобразных препаратов на основе ЭДТА («Canal+» Septodont; «Glyde» Dentsply; «RC-prep», «RC-lube» PremierDentalProd; «HPU IS» Spad), рекомендуется в начале инструментальной обработки корневого канала в качестве смазывающих веществ (эндолубрикантов), облегчающих продвижение и скольжение инструментов в канале. Препараты ЭДТА на гелевой основе нужно с осторожностью применять при обработке корневого канала роторными инструментами, особенно при наличии крупных фрагментов не удаленной пульпы.

На сегодняшний день, существует множество материалов, способных сочетать в себе несколько свойств, однако ни один из них не рекомендовано использовать как основной ирригант, а большинство рекомендуется для использования в виде финишного орошения [94] [Endodontic Irrigation – Bettina Basrani]

Представители:

- Tetraclean: 50 mg/mL doxycycline + polypropylene glycol + citric acid
- MTAD: 3 % doxycycline hyclate + 4.25 % citric acid + Tween 80
- QMiX: CHX + EDTA + detergent
- HEPB: NaOCl 2.5% + Etidronic acid 9%

Biopure MTAD (Mixture – Tetracyclin – Acid – Detergent) (Dentsply, Tulsa Dental, Талса, Оклахома, США) представляет собой ирригант с комбинированными хелатирующими и антибактериальными свойствами является смесью тетрациклина (доксциклина) 4,25%, кислоты (лимонной кислоты) и детергента (Твин 80) (MTAD означает смесь изомера тетрациклина, кислоты и детергента). Он может эффективно устранить наличие смазанного слоя [8]. Кроме того, его антибактериальная эффективность была продемонстрирована в нескольких исследованиях [9-11]. Однако существует только два исследования его противогрибковой активности [12,13].

Таблица 2. Препараты на основе ЭДТА

Table 2. EDTA-based solutions

№ п/п	Название препарата	Фирма-производитель
1	18% раствор ЭДТА	Ultradent
2	17% раствор ЭДТА	Vista Dental Products
3	Largalultra	Septodont
4	Edetatsolution	Pierre Holland
5	Endofree	Dencare
6	Канал Э	Радуга-Р

Tetraclean (Ogna Laboratori Farmaceutici, Муджио, Италия) также является другим ирригантом на основе антибиотиков. Как и MTAD, это смесь антибиотика, кислоты и двух детергентов (пропиленгликоля и цетримид). Однако концентрация антибиотика, доксицилина (50 мг/мл) и тип детергента (полипропиленгликоль и цетримид) отличаются от таковых у MTAD [14]. Существует только одно исследование противогрибкового действия Тетраклина [13]. Кроме того, нет никаких исследований противогрибковой активности Hypoclean и Chlor-Xtra.

QMix представляет собой безопасное сочетание на основе хлоргексидина, используется не только для удаления смазанного слоя, но и для обеспечения антибиопленочной активности. QMix состоит из запатентованной смеси хлоргексидина, ЭДТА и поверхностно-активного вещества. Ничего не известно о его влиянии на клинические исходы, но похоже, что удаление смазанного слоя подобно действию 17% ЭДТА. Тем не менее, по-прежнему требуется растворение ткани с предварительным формированием канала и использованием NaOCl.

Антибактериальный и фунгицидный эффект 2% NaOCl статистически не отличался от 1% NaOCl ни за 1, ни за 3 минуты; эффект 2% CHX был сравним с 1% и 2% NaOCl; CHX уничтожил 29% и 37% бактерий через 1 и 3 мин соответственно.

Гипохлорит, использованный в виде 6% раствора, был явно более эффективнее в своей антибактериальной и противогрибковой активности, чем более низкие концентрации NaOCl и 2% CHX; он уничтожил 43% и 62% *E. faecalis* за 1 и 3 минуты, соответственно. Просматривались мертвые бактерии во всей зоне глубиной 500 мкм, исследованной в 3-минутных пробах.

CHX не рекомендуется использовать, как основной ирригант, так как он не оказывает протеолитического действия и не способен разрушать биопленку, а его бактериоцидный и бактериостатический эффект не уступает такому же эффекту у гипохлорита натрия, а в

случае с использованием высоких концентраций NaOCl – наоборот уступает. На сегодняшний день существуют не много показаний для использования CHX, к ним относятся: 1) использование 2% раствора хлоргексидина в зубах с открытым апексом при риске неконтролируемой экструзии NaOCl в периадикулярную область, 2) когда желателен максимальный антимикробный эффект в качестве последнего полоскания после ЭДТА (вариативно).

6% NaOCl, 2% CHX и Chlor-Xtra были одинаково эффективны ($P > 0,05$) и значительно превосходили MTAD и Tetraclean ($P < 0,05$). Кроме того, эффективность Tetraclean и MTAD была значительно ниже, чем Hypoclean, NaOCl во всех концентрациях (6%, 2,6% и 0,5%), MTAD и 0,2% CHX ($P < 0,05$). Кроме того, Tetraclean был значительно более эффективен, чем MTAD ($P < 0,05$).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Микроорганизмы и грибки играют важное и первостепенное значение в этиопатогенезе воспалительных процессов периодонта. Ирриганты выполняют роль дезинфицирующих препаратов которые способны уничтожить грибки и микробы в системе корневых каналов. Дрожжи могут быть выделены из инфицированного канала в виде одной или же сочетанной с другими представителями микроорганизмов. Кандидозное заражение корневых каналов может быть причиной плохого эндодонтического лечения, что подчеркивает важность изоляции коффердамом и использования ирригационных средств с противогрибковыми свойствами в течение достаточного периода времени во время лечения. Противогрибковая активность различных препаратов достаточно вариабельно, что приводит к мысли к использованию средств для ирригации очень индивидуально. Фунгицидные свойства ирригантов: 6% NaOCl, Chlor-Xtra и 2% CHX оказалась значительно выше, чем у 2,5% NaOCl, 0,5% NaOCl, MTAD, 0,2% CHX Tetraclean.

ЛИТЕРАТУРА:

1. <https://www.rroij.com/open-access/endodontic-mycology-a-new-perspective-of-root-canal-infection-43-50.php?aid=34567>
2. Ashraf H, Samiee M, Eslami G, Ghodse Hosseini MR. Presence of Candida Albicans in Root Canal System of Teeth Requiring Endodontic Retreatment with and without Periapical Lesions. Iran Endod J. 2007 Spring;2(1):24-8.
3. Mohammadi Z. Sodium hypochlorite in endodontics: an updated review. Int Dent J. 2008;58(6):329-41.
4. Palazzi F, Moro M, Mohammadi Z, Grandini S, Giardino L. Comparison of surface tension of 52,5% sodium hypochlorite solution with three new endodontic irrigants based on sodium hypochlorite. Int Endod J. 2012;45(2): 129-35.
5. Waltimo T.M., Haapasalo M., Zander M., Meyer J. Clinical aspects related to endodontic yeast infections. Endodontic topics. 2004;9(1):66-78.
6. Mohammadi Z., Mombeinipour A., Giardino L., Shahriari S. Residual antibacterial activity of a new modified endodontic irrigation solution based on sodium hypochlorite. Int Endod J. 2009;42(4):288-302.
7. Torabinejad M., Ademi A.A., Babakhali J., Cho U., Johnson V.B., Bozhilov K., Kim J., Shabahang S. A new solution for removing the mask layer. Jay Endod. 2003;29(3):170-5.
8. Shabahang S., Poresmail M., Torabinejad M. Antimicrobial efficacy of MTAD and sodium hypochlorite In vitro. Jay Endod. 2003;29(7):450-2.
9. Shabahang S., Torabinejad M. The effect of MTAD on the infected Enterococcus faecalis root canals of human extracted teeth. Jay Endod. 2003;29(9):576-9.
10. Mohammadi Z., Shahriari S. Residual antibacterial activity of chlorhexidine and MTAD in human root dentin in vitro. J Oral science. 2008;50(1):63-7.
11. Raf ML, S. McClanahan.B., Babel B.S. Antifungal efficacy of four irrigants in laboratory conditions as the last rinse. Jay Endod. 2006;32(4):331-3.
12. Mohammadi Z., Giardino L., Palazzi F. Evaluation of antifungal activity of four solutions used as the last rinse in vitro. Aust Endod J. 2013;39(1):31-4.
13. Poggio C, Dana A, Colombo M, Rizzardi F, Chiesa M, Scribante A, Albert G. Decalcifying effect of various irrigation solutions of ethylenediaminetetraacetic acid and tetraclean on root canal dentin. J Endodontic. 2012;38(9):1239-43.
14. Siqueira JF Jr, Rôças IN, Favieri A, Lima KC. Chemomechanical reduction of the bacterial population in the root canal after instrumentation and irrigation with 1%, 2.5%, and 5.25% sodium hypochlorite. J Endod. 2000 Jun;26(6):331-4.
15. Clegg MS, Vertucci FJ, Walker C, Belanger M, Britto LR. The effect of exposure to irrigant solutions on apical dentin biofilms in vitro. J Endod. 2006;32: 434-7.
16. Grossman L, Meiman B. Solution of pulp tissue by chemical agent. J Am Dent Assoc. 1941;28:223.
17. Hasselgren G, Olsson B, Cvek M. Effects of calcium hydroxide and sodium hypochlorite on the dissolution of necrotic porcine muscle tissue. J Endod. 1988 Mar;14(3):125-7. Rasimick BJ.
18. Nekich M, Hladek MM, Musikant BL, Deutsch AS. Interaction between chlorhexidine digluconate and EDTA. J Endod. 2008;34:1521-3.
19. Ng YL, Mann V, Gulabivala K. A prospective study of the factors affecting outcomes of nonsurgical root canal treatment: part 1: periapical health. Int Endod J. 2011;44(7):583-609.
20. Vianna ME, Horz HP, Gomes BP, Contrads G. In vivo evaluation of microbial reduction after chemomechanical preparation of human root canals containing necrotic pulp tissue. Int Endod J. 2006; 39:484-92.
21. Ma J, Wang Z, Shen Y, Haapasalo M. A new noninvasive model to study the effectiveness of dentin disinfection by using confocal laser scanning microscopy. J Endod. 2011 Oct;37(10):1380-5.
22. Zamany A, Safavi K, Spangberg LSW. The effect of chlorhexidine as an endodontic disinfectant. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod. 2003;96:578-81.

23. Vianna ME, Horz HP, Gomes BP, Conrads G. In vivo evaluation of microbial reduction after chemomechanical preparation of human root canals containing necrotic pulp tissue. *Int Endod J.* 2006; 39:484–92.
24. Basrani BR, Manek S, Sodhi RN, Fillery E, Manzur A. Interaction between sodium hypochlorite and chlorhexidine gluconate. *J Endod.* 2007;33(8):966.
25. Gulabivala K, Patel B, Evans G, et al. Effects of mechanical and chemical procedures on root canal surfaces. *Endod Top.* 2005;10:103–22.
26. Sen B H, Akdeniz B G, Denizci A A. The effect of ethylenediamine-tetraacetic acid on *Candida albicans*. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2000; 90: 651–655.
27. Irrigation in endodontics M. Haapasalo,*1 Y. Shen,1 Z. Wang1,2 and Y. Gao

28. Tiburcio-Machado K.S., Michelon K.S., Zanata F.B., Gomez M.S., Marin Jabir approx. Global prevalence of apical periodontitis: a systematic review and meta-analysis. *Int Endod J.* (2021) 54:712-35. 10.1111
29. Rutala WA, Weber DJ. Uses of inorganic hypochlorite (bleach) in health-care facilities. *Clin Microbiol Rev.* 1997 Oct;10(4):597-610.
30. [Kandaswamy D, Venkateshbabu N. Root canal irrigants. *J Conserv Dent.* 2010 Oct;13(4):256-64. doi: 10.4103/0972-0707.73378.
31. Zehnder M, Schmidlin P, Sener B, Waltimo T. Chelation in root canal therapy reconsidered. *J Endod.* 2005 Nov;31(11):817-20.
32. Zehnder M, Kosicki D, Luder H, Sener B, Waltimo T. Tissue-dissolving capacity and antibacterial effect of buffered and unbuffered hypochlorite solutions. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2002 Dec;94(6):756-62.
33. Krell KV, Johnson RJ. Irrigation patterns of ultrasonic endodontic files. Part II. Diamond-coated files. *J Endod.* 1988 Nov;14(11):535-7.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ:

Меджидов М.Н. – доктор медицинских наук, доцент, заведующий кафедрой терапевтической стоматологии.
Абакаров Т.А. – к.м.н., доцент, декан стоматологического факультета.
Амиров Г.Н. – студент 3 курса стоматологического факультета.
Меджидов М.М. – студент 3 курса стоматологического факультета.
Магомедова М.Г. – студент 4 курса стоматологического факультета.
Гареева Р.М. – студент 3 курса стоматологического факультета.

Кафедра терапевтической стоматологии Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Дагестанский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации (ФГБОУ ВО ДГМУ Минздрава России), 367000, Российская Федерация, Республика Дагестан, город Махачкала, площадь им. Ленина, 1.

AUTHOR INFORMATION:

Medzhid N, Medzhidov – Doctor of Medical Sciences, Head of the Department of Therapeutic Dentistry, Honored Inventor of the Republic of Dagestan, doctor of the highest qualification category
Tagir A. Abakarov – Dean of the Faculty of Dentistry, Candidate of Medical Sciences, senior lecture.
Gadzhi N. Amirov – 3rd year student
Murad M. Medzhidov – 3rd year student
Marziyat G. Magomedova – 4th year student
Raisat M. Gareeva -3rd year student
 Department of Therapeutic Dentistry. Dagestan State Medical University. 1 Lenin sqr, Makhachkala, 367000, Russian Federation

ВКЛАД АВТОРОВ:

Меджидов М.Н. – существенный вклад заключался в выборе направления и дизайна исследования, анализе и обсуждении полученных данных, окончательное одобрение варианта статьи для опубликования.
Абакаров Т.А. – индивидуальный вклад в замысел и дизайн исследования, сбор и анализ данных, подготовка статьи.
Амиров Г.Н. – индивидуальный вклад автора заключался в статистической обработке информации, сбор данных, анализ и интерпретация данных, подготовка статьи.
Меджидов М.М. – индивидуальный вклад автора заключался в сборе данных, статистической обработке информации, формулировке выводов.
Магомедова М.Г. – индивидуальный вклад автора заключался в статистической обработке информации, сбор данных, анализ и интерпретация данных, подготовка статьи.
Гареева Р.М. – индивидуальный вклад автора заключался в сборе данных, статистической обработке информации, формулировке выводов.

AUTHOR'S CONTRIBUTION:

Medzhid N, Medzhidov – a significant contribution consisted in the choice of the direction and design of the study, analysis and discussion of the data obtained, the final approval of the version of the article for publication.
Tagir A. Abakarov – individual contribution to the idea and design of the study, data collection and analysis, preparation of the article.
Gadzhi N. Amirov – the author's individual contribution consisted in statistical processing of information, data collection, analysis and interpretation of data, preparation of the article.
Murad M. Medzhidov – the author's individual contribution consisted in data collection, statistical processing of information, and the formulation of conclusions.
Marziyat G. Magomedova – the author's individual contribution consisted in statistical processing of information, data collection, analysis and interpretation of data, preparation of the article.
Raisat M. Gareeva - the author's individual contribution consisted in data collection, statistical processing of information, and the formulation of conclusions.

Координаты для связи с авторами / Coordinates for communication with authors:
 Амиров Г.Н / Gadzhi N. Amirov

Влияние наркотических препаратов на интенсивность и распространенность стоматологических заболеваний у наркозависимых лиц

© Гиголаев Э.Т.

Российский университет дружбы народов (РУДН), Москва, Россия

Резюме:

Актуальность. Проблема наркомании является медицинской и социальной, так как употребление наркотических веществ наносит непоправимый урон здоровью наркозависимых лиц, подавляющая часть которых является молодыми людьми. Данные научных публикаций свидетельствуют о том, что прием наркотиков помимо воздействия на все системы и органы организма вызывает и усугубляет патологические процессы в полости рта. **Цель** – изучить влияние наркотических препаратов на интенсивность и распространенность стоматологических заболеваний у наркозависимых лиц, по данным литературы.

Материалы и методы. Авторами был проведен анализ научных статей, размещенных в базах данных PubMed, «e-library» и «Cyberleninka», и посвященных воздействию наркотических веществ на органы и ткани челюстно-лицевой области, а также проявлениям наркотической зависимости в полости рта. В поиск были включены статьи за последние 5 лет.

Результаты. Анализ научных публикаций, посвященных влиянию наркотиков на развитие и прогрессирование заболеваний полости рта, показал, что у наркозависимых пациентов в большинстве случаев выявляется неудовлетворительная гигиена полости рта, множественный кариес, заболевания пародонта, слизистой оболочки полости рта, слюнных желез, деструктивные изменения костной ткани верхней и нижней челюстей.

Выводы. Наркозависимые пациенты представляют собой непростую задачу для врачей-стоматологов не только ввиду тревожности на амбулаторном приеме, но и по причине нарастающей и зависящей от длительности употребления хронической интоксикации организма, вызывающей снижение уровня общего и местного иммунитета в полости рта, извращенную устойчивость к анестетикам, увеличение распространенности кариеса, быстро осложняющегося пульпитами и периодонтитами, а также воспалительные и дистрофические процессы в пародонте, слизистой оболочке полости рта, слюнных железах, костной ткани верхней и нижней челюстей.

Ключевые слова: наркотические вещества, стоматологические проявления наркотической зависимости, кариес и его осложнения, заболевания пародонта, заболевания слизистой оболочки полости рта, заболевания слюнных желез.

Статья поступила: 17.01.2023; **исправлена:** 27.02.2023; **принята:** 3.03.2023.

Конфликт интересов: Авторы сообщают об отсутствии конфликта интересов.

Благодарности: финансирование и индивидуальные благодарности для декларирования отсутствуют.

Для цитирования: Гиголаев Э.Т. Влияние наркотических препаратов на интенсивность и распространенность стоматологических заболеваний у наркозависимых лиц. Эндодонтия today. 2023; 21(1):56-61. DOI: 10.36377/1683-2981-2023-21-1-56-61.

Influence of narcotic drugs on the intensity and prevalence of dental diseases in drug dependent persons

Eduard T. Gigolaev

RUDN University, Moscow, Russia

Abstract:

Relevance. The problem of drug addiction is medical and social, since the use of drugs causes irreparable damage to the health of drug addicts, the vast majority of whom are young people. The data of scientific publications indicate that taking drugs, in addition to affecting all systems and organs of the body, causes and exacerbates pathological processes in the oral cavity.

Aim. To study the effect of narcotic drugs on the intensity and prevalence of dental diseases in drug addicts, according to the literature.

Materials and methods. The authors analyzed scientific articles posted in the databases PubMed, "e-library" and "Cyberleninka", and devoted to the effects of drugs on the organs and tissues of the maxillofacial region, as well as manifestations of drug addiction in the oral cavity. The search included articles from the last 5 years.

Results. An analysis of scientific publications on the effect of drugs on the development and progression of diseases of the oral cavity showed that in most cases drug addicted patients have poor oral hygiene, multiple caries, periodontal disease, oral mucosa, salivary glands, and destructive changes in the bone tissue of the upper and lower jaws.

Conclusions. Drug-addicted patients present a difficult task for dentists, not only because of anxiety at outpatient appointments, but also because of the increasing and duration-dependent chronic intoxication of the body, which causes a decrease in the level of general and local immunity in the oral cavity, perverse resistance to anesthetics, an increase in the prevalence of caries, rapidly complicated by pulpitis and periodontitis, as well as inflammatory and degenerative processes in the periodontium, oral mucosa, salivary glands, bone tissue of the upper and lower jaws.

Keywords: narcotic substances, dental manifestations of drug addiction, caries and its complications, periodontal diseases, diseases of the oral mucosa, diseases of the salivary glands.

Received: 17.01.2023; **revised:** 27.02.2023; **accepted:** 03.03.2023.

Conflict of interests: The authors declare no conflict of interests

Acknowledgments: there are no funding and individual acknowledgments to declare.

For citation: Eduard T. Gigolaev. Influence of narcotic drugs on the intensity and prevalence of dental diseases in drug dependent persons. 2023; 21 (1): страницы. Endodontics today. 2023; 21(1):56-61. DOI: 10.36377/1683-2981-2023-21-1-56-61.

ВВЕДЕНИЕ

Распространенность наркотической зависимости по всей планете вызывает не только медицинские и социальные, но и экономические проблемы. Влиянию наркотических веществ посвящено множество научных исследований, публикаций, статей и монографий. Подавляющее большинство этих работ выполнено наркологами, терапевтами, психиатрами и иммунологами и описывает психологический статус пациентов с наркотической зависимостью, состояние их нервной, сердечно-сосудистой, пищеварительной систем, а также внутренних органов [6]. Это обусловлено тем, что употребление наркотических веществ инициирует тяжелые патологические изменения как на системном, так и на органном и тканевом уровнях, затрагивая все процессы, протекающие в организме человека. Помимо этого, прием наркотических веществ зачастую приводит к ранней манифестации заболеваний, что усугубляет состояние здоровья и течение уже имеющихся заболеваний и таких пациентов.

В связи с изложенным, у таких пациентов неизменно возникают заболевания в полости рта, что является следствием того колоссального урона, который наносится организму наркотическими веществами. Анализ научных публикаций, посвященных проблеме наркотической зависимости, показал, что действие наркотических веществ на стоматологический статус наркозависимых пациентов изучено недостаточно, что оказывает несомненное влияние на уровень нарконастороженности врачей-стоматологов. Врач-стоматолог на амбулаторном приеме должен уметь распознавать признаки употребления наркотических веществ, что поможет ему, учитывая все возможные осложнения, корректно спланировать лечение такого пациента.

ЦЕЛЬ

Изучить влияние наркотических препаратов на интенсивность и распространенность стоматологических заболеваний у наркозависимых лиц, по данным литературы.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

При написании данного литературного обзора были использованы научные публикации из баз данных PubMed (научные статьи на английском языке), «e-library» и «Cyberleninka» (научные статьи на русском языке), посвященные воздействию наркотических веществ на органы и ткани челюстно-лицевой области, а также клиническим проявлениям наркотической зависимости в полости рта. Для данного исследования были проанализированы полнотекстовые статьи за последние 5 лет. Из анализа были исключены информационные письма.

Поиск публикаций осуществлялся по следующим поисковым запросам: на английском языке – «narcotic substances», «dental manifestations of drug addiction», «caries and its complications», «periodontal diseases», «diseases of the oral mucosa», «diseases of the salivary glands», на русском языке – «наркотические вещества», «стоматологические проявления наркотической зависимости», «кариес и его осложнения», «заболевания пародонта», «заболевания слизистой оболочки полости рта», «заболевания слюнных желез».

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Проблема наркотической зависимости не перестает быть актуальной многие десятилетия. Оказание медицинской помощи наркозависимым пациентам, в частности, на стоматологическом амбулаторном приеме, всегда сопровождается различными отягощающими факторами и чревато развитием осложнений вплоть до летального исхода.

Известно, что на распространенность и тяжесть течения заболеваний органов и тканей челюстно-лицевой области у наркозависимых пациентов влияет нежелание таких пациентов соблюдать личную гигиену полости рта, а также посещать стоматолога для санации и профессиональной гигиены полости рта, ввиду часто встречающегося среди них расстройства личности и асоциального поведения, обусловленного приемом наркотиков. Также огромную роль имеет токсичность употребляемых наркотических веществ.

Данный контингент пациентов попадает на амбулаторный прием к врачу-стоматологу в большинстве случаев для оказания экстренной помощи при обострении хронических заболеваний полости рта (как правило, при развитии гнойных осложнений, таких как абсцессы, флегмоны, лимфадениты, тромбозы вен и т.д.) или же по направлению из наркологического диспансера.

Стоматологическая помощь наркозависимым пациентам включает в себя некоторые особенности, такие как тщательный подбор лекарственных препаратов (например, для местной анестезии ввиду наличия адреналина в растворе), так как неправильно подобранный препарат может оказать пагубное влияние на нервную систему пациента. Также распространенной проблемой является устойчивость наркозависимых пациентов к местным анестетикам. Причем степень устойчивости находится в прямой связи с длительностью употребления наркотических веществ. По этой причине обычные дозировки местных анестетиков являются не эффективными, не обеспечивают должного обезболивания и легко допускаются передозировки местными анестетиками с развивающимися на этом фоне интоксикациями.

Также известно, что некоторые наркотические вещества влияют на действие местных анестетиков, что осложняет проведение вмешательства такими проявлениями как: снижение артериального давления, а в более тяжелых случаях могут вызвать судорожный синдром.

Для снижения рисков возникновения подобных осложнений при проведении местной анестезии лицам с наркотической зависимостью необходимо тщательно подбирать препараты, желательно с низким содержанием адреналина, так как его введение также может спровоцировать возникновение судорог [6].

Лица с длительным стажем употребления наркотических веществ как правило имеют психические расстройства, отягощающие консультацию и лечение у врача-стоматолога [2]. Среди них можно выделить: проявление тревоги или депрессии на приеме; неадекватное восприятие медицинских работников; настрой на негативные результаты стоматологической помощи вплоть до обращения к юристам; неспособность пребывать в одном положении сидя или лежа в стоматологическом кресле [6, 10].

Данные, полученные в ходе сбора и анализа научных статей о результатах исследований влияния наркотических веществ на стоматологический статус наркозависимых пациентов, показали, что неудовлетворительное состояние полости рта наблюдается практически у всех лиц, употребляющих наркотические вещества. Распространенность кариеса, воспалительных заболеваний пародонта, слизистой оболочки полости рта, и слюнных желез у данного контингента пациентов также является очень высокой.

Даже однократный прием наркотических веществ вызывает патологические изменения в организме человека, длительное же употребление приводит к дисбалансу всех органов и систем, а также процессов, протекающих в них. Более того, чем дольше прием наркотиков, тем сильнее хроническая интоксикация [6].

У лиц, принимающих наркотические вещества, усиливается работа иммунной системы, но вместе с тем, эффективность ее снижается по причине уменьшения уровня содержания нейтрофилов в крови, а также угнетения их фагоцитарной активности. Местный иммунитет полости рта также подвергается изменениям, что играет несомненную роль в развитии заболеваний пародон-

та, слизистой оболочки полости рта, костных тканей верхней и нижней челюстей и слюнных желез, так как исследования показали, что микрофлора полости рта в таких случаях играет вторичную роль. Значительное влияние на развитие этих заболеваний у наркозависимых пациентов оказывает общее состояние организма и угнетенный иммунитет [5]. Наркозависимые пациенты в большинстве своем отмечают длительность регенерации повреждений слизистой оболочки полости рта.

При пероральном приеме наркотических веществ, в частности в виде курительных смесей или же при вдыхании их в виде порошка в первую очередь поражается слизистая оболочка полости рта и верхних дыхательных путей. По этой причине частой жалобой наркозависимых пациентов бывает кашель и першение в горле [13]. Также могут наблюдаться симптомы фарингита. Язык, как правило, обложен, покрыт налетом (чаще желтого цвета), сосочки языка могут быть гипертрофированы. Часто наблюдается отечность языка с отпечатками зубов на боковых поверхностях [5].

Слизистая оболочка полости рта у таких пациентов часто бледная. Гистологическое исследование выявляет повышение секреции слизистых клеток, их десквамацию, деструктивные изменения в базальной мембране, отек интерстиция. При осмотре полости рта наркозависимых пациентов врач-стоматолог может диагностировать афтозные стоматиты и очаги лейкоплакии.

При стоматологическом осмотре можно отметить стереотипии – своеобразные двигательные реакции [4]. Помимо них врач-стоматолог может определить снижение жевательной активности и непроизвольное сокращение челюстных мышц.

Кариозный процесс у наркозависимых пациентов протекает в два раза интенсивнее по сравнению с лицами, не употребляющими наркотические вещества [5]. Несмотря на то, что кариозное поражение твердых тканей зубов отличается безболезненным и вялым течением (что является очень специфичным для пациентов с наркотической зависимостью), оно гораздо чаще осложняется пульпитами и периодонтитами. Деминерализация эмали приводит к развитию пришеечного кариеса. Также по этой причине у лиц, принимающих наркотические вещества, отмечается патологическое стирание твердых тканей зубов. Довольно распространенной картиной среди лиц, длительно употребляющих наркотики, является полное отсутствие коронковой части зубов на верхней и нижней челюсти, не сопровождающееся какими-либо жалобами со стороны пациента [16].

При гистологическом исследовании пульпы отмечается выраженная дистрофия сосудисто-нервного пучка. При экстирпации даже витальной пульпы наблюдается ее бледность.

Степень поражения тканей пародонта находится в прямой зависимости от длительности приема наркотических веществ. Если стаж наркотической зависимости небольшой – чаще выявляются хронические гингивиты средней тяжести. При длительном приеме наркотических веществ в подавляющем большинстве встречаются пародонтиты различной степени тяжести [10]. Как правило, они имеют вялотекущее течение, но тем не менее, процессы воспаления, склерозирования и атрофии в тканях пародонта у таких пациентов прогрессируют. Конечно же, на тяжесть этих процессов влияет и сопутствующая соматическая патология. В тяжелых случаях эти воспалительные заболевания приводят к гнойно-воспалительным осложнениям, таким как одон-

тогенные и неонтогенные абсцессы и флегмоны. Они также отличаются вялым и затяжным течением, почти безболезненны, имеют диффузный характер, инфильтрируя подлежащие ткани. Часто сопровождаются образованием множественных свищевых ходов. Развиваются гнойно-некротические очаги. Данные осложнения плохо поддаются терапии.

Наркотические вещества вкупе с несоблюдением личной гигиены полости рта и вторичным иммунодефицитом наносят урон и микробиоценозу полости рта. У наркозависимых пациентов снижается количество сапрофитной микрофлоры на фоне повышения условно-патогенной и патогенной. В частности, преобладают кокки (*Streptococcus* spp, *Staphylococcus* spp.), анаэробы (*Neisseria* spp, *Klebsiella* spp) и грибки (*Candida* spp) и *Proteus*. При длительном употреблении наркотических веществ обнаруживаются пиогенные кокки (*St. Pyogenes* и *Staph. Aureus*), а также *Klebsiella* и *Escherichia coli* [5]. Не оставляет сомнений факт того, что дисбиотические нарушения также в свою очередь снижают иммунитет полости рта.

Большая часть наркотических веществ не выводится полностью из организма, и они имеют свойство накапливаться в костной ткани, вызывая в ней деструктивные изменения. По этой причине для пациентов, длительно употребляющих наркотические вещества, характерно нарушение процесса регенерации костной ткани – остеогенеза, что очень осложняет проведение хирургических манипуляций, от дентальной имплантации до банального удаления зуба, ввиду риска развития осложнений вплоть до остеонекроза [8]. Инициация остеонекроза может произойти по причине обострения хронической одонтогенной инфекции, травматического удаления зуба, а также увеличение сапрофитной микрофлоры ввиду иммунодефицита, вызванного употреблением наркотических веществ [4]. Поэтому стоматолог-хирург должен понимать, что дентальная имплантация у данного контингента пациентов весьма рискованна ввиду высокой вероятности постимплантационных осложнений. Рациональным методом предупреждения подобных осложнений является костная пластика в месте запланированного оперативного вмешательства [9, 17].

На рентгенологических снимках наркозависимых пациентов наблюдаются расширение периодонтальной щели с образованием костных карманов, снижение плотности костной ткани в области межальвеолярных перегородок, неравномерное снижение их высоты, а также их разрушение. Межзубные контакты также бывают нарушены [5].

При ортопедическом лечении несъемными протезами у пациентов данного контингента пациентов врачу-стоматологу необходимо тщательно осмотреть планируемые опорные зубы, так как нарушение остеогенеза приводит к остеопорозу, и, как следствие их расшатыванию и потере [8]. Препарирование твердых тканей зубов с последующим несъемным протезированием необходимо проводить с минимальным снятием твердых тканей зубов.

Нарушение остеогенеза зачастую приводит к развитию патологической подвижности зубов, их миграции и последующей утрате.

У пациентов с наркотической зависимостью также по причине остеопороза часто возникают переломы челюстей, которые, ввиду сниженного иммунитета и контаминации условно-патогенной микрофлоры, осложняются остеомиелитами и периоститами [8]. Указанные

осложнения также имеют вялотекущее или умеренно выраженное течение. Характерным является то, что слизистая оболочка переходной складки и альвеолярного отростка при перистостите становится рыхлой, застойной и синюшной. В костной ткани при рентгенологическом исследовании обнаруживаются очаги остеопороза. Остеомиелиты в подавляющем большинстве являются хроническими и обширными. Костная ткань альвеолярного отростка во всех случаях обнажена [12]. Грануляционная ткань отсутствует. Мягкие ткани в зоне поражения не утолщены, мало болезненны, гиперемия не наблюдается или слабо выражена. Терапия этих осложнений не оказывает необходимого эффекта, ввиду плохого заживления послеоперационных ран. Более того, нередки случаи развития осложнений в виде абсцессов и флегмон.

Одним из органов-мишеней при употреблении наркотических веществ являются слюнные железы. Ввиду хронической интоксикации меняет свой состав слюнная жидкость [15], что приводит к нарушению всех выполняемых ею функций. В частности, понижается уровень pH, уровень неорганического фосфора, коэффициент поверхностного натяжения слюны, повышается ее вязкость, количество осадка, уровень кальция, Ca/P-коэффициент и количество белка. Так называемое «закисление» слюнной жидкости сильно понижает минерализующие свойства, тем самым увеличивая скорость разрушения твердых тканей зубов посредством развития как кариозного процесса, так и некариозных поражений (эрозия эмали, клиновидные дефекты). В то же время ощелачивание слюнной жидкости влечет за собой образования зубного камня [5, 10, 14].

По причине воздействия наркотических веществ на адренергические рецепторы уже первое употребление наркотических веществ приводит к спазму сосудов, из-за чего уменьшается объем секретируемой слюнной жидкости [11]. При осмотре слюнных желез на данном этапе врач-стоматолог не выявит никаких изменений, но на тканевом уровне даже при коротком периоде употребления наркотических веществ начинаются патологические изменения. Регулярный прием наркотиков приводит к снижению скорости выделения слюнной жидкости практически в два раза. В тканях слюнных желез запускаются процессы атрофии, склероза, дистрофии, начинается процесс замещения железистой ткани жировыми клетками. Это приводит к выходу воспалительного процесса за границы органа. Все это обуславливает высокий риск развития сиалоаденитов, сиалодохитов, сиалозов [5, 15].

Развивающаяся на этом фоне ксеростомия (сухость в полости рта) является одной из самых распространенных среди наркозависимых пациентов жалоб. На начальной стадии ксеростомии пациенты жалуются на сухость и жжение в полости рта после длительного разговора. Если стимулировать слюнную железу, слюнная жидкость выделится в нормальном объеме. В состоянии покоя наступает компенсация выделения слюнной железы. При клинически выраженной стадии ксеростомии пациенты ощущают сухость в полости рта уже при приеме пищи. При осмотре полости рта врач-стоматолог может наблюдать слабо увлажненную слизистую оболочку. Стимулирование слюнных желез вызывает выделение капель слюнной жидкости. Поздняя стадия ксеростомии характеризуется постоянной сухостью в полости рта. Даже активная стимуляция слюнных желез не вызывает выделения слюнной жидкости. [3]. На данной стадии у наркозависимых пациентов на-

блюдается постоянная жажда (полидипсия), которая может ощущаться даже ночью. При осмотре полости рта врач-стоматолог может отметить атрофичную, сухую слизистую полости рта [7]. Одной из жалоб является «слипание» губ при разговоре.

Как следствие ксеростомии у пациентов с наркотической зависимостью возникает дисгевзия, проявляющаяся снижением и извращением вкусовой чувствительности [11]. Поверхность языка покрывается мелкими трещинами, а слизистая оболочка полости рта – эрозиями. Также у таких пациентов ксеростомия приводит к воспалительным заболеваниям пародонта и хейлитам [1; 14]. Ввиду присутствия сапрофитной микрофлоры в полости рта указанные процессы зачастую осложняются стоматитом, глосситом, кандидозом.

У пациентов с наркотической зависимостью отмечается развитие хейлитов вследствие того, что попадающие на слизистую оболочку антигены, входящие в состав наркотических веществ, вызывают патологические изменения, приводящие к воспалению или аллергической реакции. Красная кайма губ зачастую покрыта чешуйками, корочками, трещинами. Чаще всего встречаются срединная трещина нижней губы и ангулярный хейлит. Все это приводит к затруднению приема пищи, а также снижает эстетику нижней трети лица, что влияет на самооценку и настроение, особенно у женщин [14].

У пациентов, принимающих наркотические вещества, довольно часто бывает поражена свертывающая система крови, что может привести к грозным осложнениям ввиду развития постоперационных кровотечений. По этой причине таким пациентам не рекомендуется проводить обширные хирургические вмешательства, например, как ретракция нескольких зубов одномоментно, а также проводить физиотерапевтические процедуры. Для профилактики данных осложнений рекомендуется наложение хирургических швов на десневой край и использование кровоостанавливающих средств с последующим наложением фиксирующей каппы.

Данная категория пациентов отмечает кровоточивость десен, что обусловлено как, в первую очередь,

воспалительными заболеваниями пародонта, так и нарушениями в свертывающей системе крови.

У наркозависимых пациентов даже при коротком периоде употребления наркотических веществ наблюдаются характерные качественно-количественные изменения электровозбудимости пульпы здоровых зубов (повышение показателей электроодонтодиагностики (в 9-18 раз)). Болевая, тактильная и температурная чувствительность слизистой оболочки десны бывает снижена. (в среднем в 2,5-3 раза). Данный факт является причиной развития устойчивости к препаратам для местной анестезии [5].

ВЫВОДЫ

Стоматологический статус пациентов с наркотической зависимостью характеризуется высокой степенью распространенности и интенсивности кариозного процесса, быстро осложняющимся пульпитами и периодонтитами, заболеваниями пародонта, слизистой оболочки полости рта, слюнных желез, деструктивными изменениями в костной ткани верхней и нижней челюстей. Этому способствует неудовлетворительная гигиена полости рта, нежелание посещать врача-стоматолога из-за нарушений личности, предвзятого отношения к медицинским работникам и боязни боли. Колоссальную роль в развитии всех этих нарушений помимо собственно приема наркотических веществ играет снижение уровня как общего, так и местного иммунитета в полости рта.

Таким пациентам рекомендуется проводить максимально возможное количество манипуляций в течение стоматологического приема, сокращая количество посещений, так как данные пациенты не склонны к полной санации полости рта и при даже временном облегчении с большой вероятностью прекратят терапию.

При завершении лечения пациентов необходимо предупредить о необходимости профилактических осмотров не реже одного посещения в четыре месяца. Такая частота обусловлена хронической интоксикацией организма пациента и нарастанием деструктивных изменений как в органах, так и в тканях полости рта.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Антонова И.Н., Григорьянц А.П., Матина В.Н., Григорьянц А.А., Израйлов А.М., Самодуров А.С. Клинические особенности проявления ксеростомии (обзор литературы). Институт стоматологии. 2021;2(91):92-93.
2. Беленова И.А., Митронин А.В., Азарова О.А., Подоприсора А.В., Кудрявцев О.А. Конфликтология в стоматологии. Эндодонтия today. 2020;18(2):51-55.
3. Большедворская Н.Е., Казанкова Е.М., Тирская О.И. Ксеростомический синдром. Основные причины возникновения, клинические проявления. Национальная школа челюстно-лицевой хирургии и имплантологии в Иркутске: сборник научных трудов по материалам XII Всероссийской научно-практической конференции. 2021:56-60.
4. Гиглаев Э.Т., Хабазде З.С., Зорян А.В., Макеева М.К., Омарова Х.О., Геворкян А.А. Стоматологический статус и особенности оказания стоматологической помощи у наркозависимых пациентов, принимающих синтетические наркотические вещества. Проблемы стоматологии. 2022;18(3): 14-22.
5. Евстратенко В.В. Стоматологический статус у наркозависимых пациентов, принимающих героин и метадон: дис. к.м.н. М.2018:127.
6. Евстратенко В.В., Севбитов А.В., Платонова В.В. Особенности оказания стоматологической помощи наркозависимым пациентам. Российский стоматологический журнал. 2018;1(22):55-57.
7. Лебедев М.В., Захарова И.Ю., Керимова К.И. Ксеростомия (синдром сухого рта). Вестник Пензенского государственного университета. 2018;3(23):19-22.
8. Márquez-Grant N, Baldini E, Jaynes V, Biehler-Gomez L, Aoukhiyad L, Passalacqua NV, Giordano G, Di Candia D, Cattaneo C. Implications for Forensic Anthropology. Biology (Basel). 2022;11(4):524. DOI: 10.3390/biology11040524.
9. Medeiros De F. C. F. L., G. A. H. Kudo, B. G. Leme et al. Dental implants in patients with osteoporosis: a systematic review with meta-analysis. International journal of oral and maxillofacial surgery. 2018;47(4):480-491. DOI: 10.1016/j.ijom.2017.05.021
10. Muhammad Mahmoud Al Bush. An oral cavity profile in illicit-drug abusers. // J Indian Soc Periodontol. 2019;23(6):517-524. DOI:10.4103/jisp.jisp_716_18
11. Nestler, E.J. The Molecular basis of drug addiction: linking epigenetic to synaptic and circuit mechanisms / E.J. Nestler, C. Lüscher // Neuron. – 2019;102(1):48–59. DOI: 10.1016 / j.neuron.2019.01.016
12. Павленко М.Ю. Современный взгляд на проблему клиники диагностики и лечения токсического остеомиелита костей лицевого скелета у наркозависимых пациентов (обзор литературы). Архив клинической и экспериментальной медицины. 2021;30(2):181-187.
13. Прилуцкая М.В., Молчанов С.Н. Острые эффекты новых психоактивных веществ в клинической практике. Обзор литературы. Наука и здравоохранение. 2018;1(20):131-152.
14. Saki F, Cheraghi M, Mohamadian H, Ghorbanyjavadvpour F. Oral health-related quality of life among narcotic and stimulant users referred to maintenance methadone therapy centers in Ahvaz City: Iran. Front Public Health. 2022;10:850550. DOI: 10.3389 / fpubh.2022.850550
15. Sevbitov A.V., Dorofeev A.E., Kuznetsova M.Yu., Timoshin A.V., Ershov K.A. Comparative characteristics of the crystallogram of the oral fluid in patients who use heroin and methadone. Periodico Tche Quimica. 2019;16(33):94-101.
16. Sevbitov A.V., Timoshin A.V., Dorofeev A.E., Davidyants A.A., Ershov K.A., Kuznetsova M.Yu. Comparative characteristics of the state of hard dental tissues in drug-dependent patients who use heroin, and methadone as replacement therapy. Periodico Tche Quimica. 2020;17(34):135-146. <http://www.deboni.he.com.br/Periodico34.pdf>

17. Цициашвили А.М., Панин А.М., Забаровский А.В., Юнина Д.В., Габидулина В.Р. Антибактериальная терапия при лечении пациентов с применением дентальных имплантатов в условиях

ограниченного объема альвеолярной кости. *Эндодонтия today*. 2019;17(4):21-24.

REFERENCES:

1. Antonova I.N., Grigoryants A.P., Matina V.N., Grigoryants A.A., Izrayilov A.M., Samodurov A.S. Clinical features of the manifestation of xerostomia (literature review). *Institute of Dentistry*. 2021;2(91):92-93.
2. Belenova I.A., Mitronin A.V., Azarova O.A., Podoprigora A.V., Kudryavtsev O.A. Conflict management in dentistry. *Endodontics today*. 2020;18(2): 51-55. (In Russ.) DOI: 10.36377/1683-2981-2020-18-2-51-55.
3. Bolshedvorskaya N.E., Kazankova E.M., Tirkaya O.I. Xerostomy syndrome, the main causes of occurrence, clinical manifestations. The National School of Maxillofacial Surgery and Implantology in Irkutsk: a collection of scientific papers based on the materials of the XII All-Russian Scientific and Practical Conference. 2021:56-60. (In Russ.)
4. Gigolaev E.T., Khabadze Z.S., Zoryan A.V., Makeeva M.K., Omarova H.O., Gevorkyan A.A. Dental status and features of dental care in drug-dependent patients taking synthetic narcotic substances. *Problems of dentistry*. 2022;18(3): 14-22. (In Russ.) <https://doi.org/10.18481/2077-7566-2022-18-3-14-22>.
5. Evstratenko V.V. Dental status in drug-dependent patients taking heroin and methadone: dis. Ph.D. M.2018:127.
6. Evstratenko V.V., Sevbitov A.V., Platonova V.V. Features of providing dental care to drug-addicted patients. *Rossiyskii stomatologicheskii zhurnal*. 2018;1(22):55-57. <http://dx.doi.org/10.18821/1728-2802-2018-22-1-55-57>
7. Lebedev M.V., Zakharova I.Yu., Kerimova K.I. Xerostomia (dry mouth syndrome). *Bulletin of Penza State University*. 2018;3(23):19-22. (In Russ.)
8. Márquez-Grant N, Baldini E, Jaynes V, Biehler-Gomez L, Aoukhiyad L, Passalacqua NV, Giordano G, Di Candia D, Cattaneo C. Implications for Forensic Anthropology. *Biology (Basel)*. 2022;11(4):524. DOI: 10.3390/biology11040524
9. Medeiros De F. C. F. L., G. A. H. Kudo, B. G. Leme et al. Dental implants in patients with osteoporosis: a systematic review with meta-

analysis. *International journal of oral and maxillofacial surgery*. 2018;47(4):480-491. DOI: 10.1016/j.ijom.2017.05.021

10. Muhammad Mahmoud Al Bush. An oral cavity profile in illicit-drug abusers. *J Indian Soc Periodontol*. 2019;23(6):517-524. DOI:10.4103/jisp.jisp_716_18

11. Nestler, E.J. The Molecular basis of drug addiction: linking epigenetic to synaptic and circuit mechanisms / E.J. Nestler, C. Lüscher // *Neuron*. – 2019;102(1):48–59. DOI: 10.1016 / j.neuron.2019.01.016

12. Pavlenko M.Yu. Modern view on the problem of the clinic of diagnosis and treatment of toxic osteomyelitis of the bones of the facial skeleton in drug-dependent patients (literature review). *Archive of Clinical and Experimental Medicine*. 2021;30(2):181-187. (In Russ.)

13. Prilutskaya M. V., Molchanov S. N. Acute effects of novel psychoactive substances in clinical practice: a literature review. *Nauka i zdavookhranenie*. 2018;1(20):131-152. (In Russ.)

14. Saki F, Cheraghi M, Mohamadian H, Ghorbanyjavadvpour F. Oral health-related quality of life among narcotic and stimulant users referred to maintenance methadone therapy centers in Ahvaz City: Iran. *Front Public Health*. 2022;10:850550. DOI: 10.3389 / fpubh.2022.850550

15. Sevbitov A.V., Dorofeev A.E., Kuznetsova M.Yu., Timoshin A.V., Ershov K.A. Comparative characteristics of the crystallogram of the oral fluid in patients who use heroin and methadone. *Periodico Tche Quimica*. 2019;16(33):94-101.

16. Sevbitov A.V., Timoshin A.V., Dorofeev A.E., Davidyants A.A., Ershov K.A., Kuznetsova M.Yu. Comparative characteristics of the state of hard dental tissues in drug-dependent patients who use heroin, and methadone as replacement therapy.

17. Tsitsiasvili A.M., Panin A.M., Zabarovsky A.V., Yunina D.V., V.R. Gabidullina. Antibacterial therapy in the treatment of patients using dental implants in the limited alveolar bone volume conditions. *Endodontics today*. 2019;17(4):21-24. (In Russ.)

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ:

Гиголаев Э.Т. – Аспирант кафедры терапевтической стоматологии, ORCID ID 0000-0003-3306-6973.

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Российский университет дружбы народов» (РУДН), 117198, Россия, г.Москва, ул. Миклухо-Маклая, 6

AUTHOR INFORMATION:

Eduard T. Gigolaev – Postgraduate student of the Department of Therapeutic Dentistry, ORCID ID 0000-0003-3306-6973. Peoples' Friendship University of Russia" (RUDN University). 6 Miklukho-Maklaya st., Moscow, 117198, Russia

ВКЛАД АВТОРОВ:

Гиголаев Э.Т. – существенный вклад в замысел и дизайн исследования; сбор данных; окончательное одобрение варианта статьи для опубликования.

AUTHOR'S CONTRIBUTION:

Eduard T. Gigolaev – a significant contribution to the idea and design of the article; data collection; final approval of the version of the article for publication.

Координаты для связи с авторами/ Correspondent author:

Гиголаев Э.Т. / Eduard T. Gigolaev, Email: dr.gigolaev@mail.ru, Tel: +7 (918) 701-00 -33.

Микроэлементный состав ротовой жидкости пациентов с хронической ишемией головного мозга

© Митронин А.В.¹, Максимова М.Ю.^{1,2}, Останина Д.А.¹, Антонова О.А.¹

¹«Московский государственный медико-стоматологический университет», Москва, Россия

²«Научный центр неврологии», Москва, Россия

Резюме:

Актуальность. На сегодняшний день, ввиду появления новых и усовершенствования уже существующих методов лабораторной диагностики, все большее внимание исследователей направлено на изучение состава и свойств ротовой жидкости человека, имеющего в анамнезе соматические заболевания.

Цель. Изучить микроэлементный состав ротовой жидкости пациентов с хронической ишемией головного мозга и сопоставить полученные данные с клиническими параметрами.

Материалы и методы. В работе представлены результаты клинико-лабораторного исследования 26 пациентов с хронической ишемией головного мозга. В ходе объективного обследования были проведены: определение индекса КПУ, гигиенического индекса Greene-Wermillion, скорости саливации и pH ротовой жидкости. Концентрацию микроэлементов в ротовой жидкости изучали методом эмиссионного спектрального анализа (ИСП-АЭС), активность щелочной фосфатазы-методом конечной точки по Бессею-Лоури-Броку. Статистическую обработку результатов проводили с помощью компьютерной программы Statistica 10.0.

Результаты. По результатам исследования в ротовой жидкости пациентов с хронической ишемией головного мозга установлено изменение концентрации пяти микроэлементов. Установлено повышение количества Ca ($87,19 \pm 2,45$, $p < 0,001$), K ($1283,73 \pm 79,36$, $p < 0,001$) и Mo ($0,007 \pm 0,0005$, $p < 0,001$) и снижение уровня Na ($672,30 \pm 47,30$, $p < 0,05$) и Fe ($0,23 \pm 0,07$, $p < 0,05$) в сравнении с пациентами группы сравнения. Кроме того, выявлено достоверное повышение активности щелочной фосфатазы в ротовой жидкости пациентов с хронической ишемией головного мозга.

Выводы. Полученные результаты клинико-лабораторного исследования подтверждают, что при хронической ишемии головного мозга у пациентов отмечаются изменения микроэлементного состава ротовой жидкости, что приводит к развитию патологических процессов в ротовой полости.

Ключевые слова: хроническая ишемия головного мозга, ротовая жидкость, микроэлементный состав, стоматологический статус

Статья поступила: 20.01.2023; **исправлена:** 28.02.2023; **принята:** 01.03.2023.

Конфликт интересов: Митронин А.В. является членом редакционной коллегии, однако, это было нивелировано в процессе двойного слепого рецензирования.

Благодарности: Финансирование и индивидуальные благодарности для декларирования отсутствуют.

Для цитирования: Митронин А.В., Максимова М.Ю., Останина Д.А., Антонова О.А. Микроэлементный состав ротовой жидкости пациентов с хронической ишемией головного мозга. *Эндодонтия today*. 2023; 21(1):62-66. DOI: 10.36377/1683-2981-2023-21-1-62-66.

Microelement composition of oral fluid in patients with chronic cerebral ischemia

© Alexander V. Mitronin¹, Marina Yu. Maksimova^{1,2}, Diana A. Ostanina¹, Olesya A. Antonova¹

¹"Moscow State University of Medicine and Dentistry", Moscow, Russia

²"Scientific Center of Neurology", Moscow, Russia

Abstract:

Relevance. Today, due to the emergence of new and improvement of existing methods of laboratory diagnostics, more and more attention of researchers is directed to the study of the composition and properties of the oral fluid of a person with a history of somatic diseases.

Aim. To study the microelement composition of the oral fluid of patients with chronic cerebral ischemia and compare the obtained data with clinical parameters.

Materials and methods. The paper presents the results of a clinical and laboratory study of 26 patients with chronic cerebral ischemia. In the course of an objective examination, the following were carried out determination of the KPU index, Greene-Wermillion hygienic index, salivation rate and pH of the oral fluid. The concentration of microelements in the oral fluid was studied by the method of emission spectral analysis (ICP-AES), the activity of alkaline phosphatase activity was studied by

the Bessie-Lowry-Brock endpoint method. Statistical processing of the results was carried out using the computer program Statistica 10.0.

Results. According to the results of the study in the oral fluid of patients with chronic cerebral ischemia, a change in the concentration of five microelements was established. An increase for Ca (87.19 ± 2.45 , $p < 0.001$), K (1283.73 ± 79.36 , $p < 0.001$) and Mo (0.007 ± 0.0005 , $p < 0.001$) and a decrease in the level of Na (672.30 ± 47.30 , $p < 0.05$) and Fe (0.23 ± 0.07 , $p < 0.05$) in comparison with patients of the control group. In addition, a significant increase in ALP activity in the oral fluid of patients with chronic cerebral ischemia was revealed.

Conclusions. The obtained results of clinical and laboratory studies confirm that in patients with chronic cerebral ischemia, changes in the microelement composition of the oral fluid are noted, which leads to the development of pathological processes in the oral cavity.

Keywords: chronic cerebral ischemia, oral fluid, microelement composition, dental status.

Received: 20.01.2023; **revised:** 28.02.2023; **accepted:** 01.03.2023.

Conflict of interests: Alexander V. Mitronin and Michael A. Wolgin are the members of the editorial board, however, it was excluded in the double-blind peer review process.

Acknowledgments: There are no funding and individual acknowledgments to declare

For citation: Alexander V. Mitronin, Marina Yu. Maksimova, Diana A. Ostanina, Olesya A. Antonova. Microelement composition of oral fluid in patients with chronic cerebral ischemia. *Endodontics today*. 2023; 21(1):62-66. DOI: 10.36377/1683-2981-2023-21-1-62-66.

ВВЕДЕНИЕ

За последнее десятилетие все большее внимание со стороны исследователей уделяется изучению взаимосвязи соматической патологии со стоматологическими заболеваниями [1-4]. Известно, что все патологические процессы, протекающие в человеческом организме, сопровождаются метаболическими сдвигами и нарушением минерального обмена и, как следствие, приводят к дисбалансу гомеостаза полости рта [5, 6]. На сегодняшний день сосудистые заболевания головного мозга, занимающие ведущее место в структуре заболеваемости и смертности всех стран мира, являются одной из главных проблем современной медицины [7]. Группа цереброваскулярных заболеваний занимает третье место и уступает лишь сердечно-сосудистой патологии и онкологическим процессам. Кроме того, стоит отметить, что цереброваскулярные заболевания сопровождаются развитием тяжелых осложнений и являются наиболее распространенной причиной инвалидности и смертности населения всего мира, в связи с чем данной патологии уделяется особое внимание [8, 9].

В отечественной и зарубежной литературе можно встретить незначительное количество работ, посвященных изучению стоматологического статуса пациентов с цереброваскулярными заболеваниями. В связи с развитием когнитивных нарушений на фоне хронической ишемии головного мозга у больных отмечается снижение двигательной функции верхней и нижней губы, языка, низкоэффективное жевание и, как следствие, отсутствие возможности пациентов эффективно очищать полость рта от остатков пищи [10]. В связи с чем у пациентов с хроническим нарушением мозгового кровообращения отмечается повышенный уровень зубного налета, что инициирует развитие заболеваний твердых тканей зубов, тканей пародонта и является причиной потери зубов [11]. Кроме того, у пациентов с хронической ишемией головного мозга отмечаются нарушение функции жевательных мышц и височно-нижнечелюстного сустава [12]. Однако, исследований, связанных с изучением макро- и микроэлементов смешанной слюны пациентов с хронической ишемией головного мозга мы не встретили.

Методы исследования патологических состояний с использованием современных достижений приборостроения и науки в целом позволяют дать объективную оценку в диагностике и лечении сопутствующих заболеваний и их проявлений в ротовой полости [13, 14]. На сегодняшний день основными диагностическими биологическими жидкостями являются плазма и сыворотка крови. Однако, за последнее десятилетие ротовая жидкость все чаще рассматривается как высокоинформативный диагностический материал ввиду ее многообразия биохимического состава [15, 16]. В связи с чем, анализ ротовой жидкости пациентов с хронической ишемией головного мозга является актуальным направлением современной медицины.

ЦЕЛЬ

Изучить микроэлементный состав ротовой жидкости пациентов с хронической ишемией головного мозга и сопоставить полученные данные с клиническими параметрами.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Для реализации поставленной цели нами было проведено обследование 47 пациентов, которые были распределены на две исследуемые группы в соответствии с поставленным диагнозом. Основную группу исследования составило 26 пациентов с диагнозом по МКБ-10 I67.8 «Хроническая ишемия головного мозга» в стадии декомпенсации, которые находились на лечении в стационаре 2-го неврологического отделения Научного центра неврологии г. Москвы. В контрольную группу вошли 21 пациент без соматической патологии в анамнезе, находящиеся на лечении на кафедре кардиологии и эндодонтии ФГБОУ ВО МГМСУ им. А.И. Евдокимова. Все пациенты получили памятку о проводимом исследовании и подписали добровольное информированное согласие.

В план клинического обследования входило: сбор анамнеза, внешний осмотр и осмотр полости рта с использованием стандартного набора одноразовых стоматологических инструментов. Для оценки стоматологического статуса был использован индекс КПУ, а также индекс гигиены полости рта ИГР-У (упрощенный индекс

гигиены рта) по Greene-Vermillion. Образцы смешанной слюны собирали в градуированные пластиковые пробирки типа «Эппендорфа» объемом 15 мл в течение 5-7 минут в утренние часы (9-11 часов) натощак, методом сплевывания. Для определения объема нестимулированной смешанной слюны использовали мерную шкалу пробирки. Скорость саливации рассчитывали путем деления полученного объема смешанной слюны на время забора образца. С целью измерения водородного показателя (pH) ротовой жидкости использовали портативный электронный pH-метр «Hanna». Для получения достоверного результата измерение pH каждого образца проводили трижды с фиксацией среднего значения. Полученные образцы ротовой жидкости до начала лабораторного исследования замораживали при -4°C , затем медленно размораживали при комнатной температуре. Концентрацию микроэлементов в ротовой жидкости изучали методом эмиссионного спектрального анализа (ИСП-АЭС), активность щелочной фосфатазы методом конечной точки по Бессею-Лоури-Броку. Статистическую обработку результатов проводили с помощью компьютерной программы Statistica 10.0. Статистически значимыми считались различия при $p < 0,001$ и $p < 0,05$.

РЕЗУЛЬТАТЫ

По результатам проведенного нами клинического обследования было установлено, что 69,4% пациентов с хронической ишемией головного мозга имели сглаженность правой или левой носогубной складки с опущением одноименного угла рта и девиацию языка при выведении его из полости рта. При осмотре ротовой полости были выявлены обширные дефекты зубов и зубных рядов. У пациентов основной исследуемой группы частичная адентия зубных рядов была установлена у 40,3%, причем у 16,2% исследуемых отмечалась полная вторичная адентия верхней и нижней челюстей. Среди пациентов контрольной группы у 25,4% пациентов была выявлена частичная адентия и у 11,3% – полное отсутствие зубов. По данным расчета индекса КПУ обеих групп были получены следующие результаты. Значения индекса КПУ основной исследуемой группы равны $14,7 \pm 1,12$ и соответствуют высокому уровню интенсивности кариозного процесса, в то время как в группе сравнения отмечается средний уровень интенсивности ($\text{КПУ}=11,3 \pm 1,07$) (Табл.1).

Существенные межгрупповые различия были выявлены по результатам расчёта индекса гигиены полости рта ИГР-У (упрощенный индекс гигиены рта) по Greene-Vermillion. Было установлено, что у пациентов основной исследуемой группы превалирует число пациентов с неудовлетворительным уровнем гигиены, в то время как в контрольной группе большая часть пациентов имела удовлетворительный уровень гигиены. Анализ тканей пародонта показал, что у 43,6% пациентов с хронической ишемией головного мозга отмечались пародонтальные карманы от 4мм и более, в то время

как всего лишь у 21,7% пациентов группы сравнения были выявлены пародонтальные карманы.

Полученные результаты исследования физических параметров образцов ротовой жидкости пациентов с хронической ишемией головного мозга свидетельствуют о достоверном снижении скорости ($p < 0,001$) саливации. По данным pH-метрии ротовой жидкости пациентов основной исследуемой группы отмечается смещение значений в щелочную сторону, в сравнении с группой контроля, где значения находятся в пределах нормы (Табл.2).

В результате проведенного эмиссионного спектрального анализа (ИСП-АЭС) ротовой жидкости установлено, что концентрация микроэлементов у пациентов с хронической ишемией головного мозга отличается от значений контрольной группы (Табл. 3).

Исследование концентрации микроэлементов ротовой жидкости показало достоверную разницу ($p < 0,001$, $p < 0,05$) между основной и контрольной группами для пяти химических элементов: Ca, K, Fe, Na и Mo. У пациентов с хронической ишемией головного мозга установлено повышение количества Ca ($87,19 \pm 2,45$, $p < 0,001$), K ($1283,73 \pm 79,36$, $p < 0,001$) и Mo ($0,007 \pm 0,0005$, $p < 0,001$) и снижение уровня Na ($672,30 \pm 47,30$, $p < 0,05$) и Fe ($0,23 \pm 0,07$, $p < 0,05$) в сравнении с пациентами группы сравнения.

При изучении активности щелочной фосфатазы (ЩФ) ротовой жидкости были получены следующие данные. У пациентов с хронической ишемией головного мозга отмечается достоверное ($p < 0,001$) повышение активности ЩФ ($545,16 \pm 23,93$) в сравнении с группой

Таблица 2. Показатели ротовой жидкости пациентов основной и контрольной групп

Table 2. Indicators of the oral fluid of patients of the main and control groups

Группы/ Показатели (ед.изм)	Основная группа (n= 40)	Контрольная группа (n= 35)
pH	$8,64 \pm 0,62$	$6,95 \pm 0,31$
Vsal(мл/мин)	$0,24 \pm 0,02$	$0,45 \pm 0,03$

Таблица 3. Сравнительная характеристика концентрации микроэлементов в ротовой жидкости пациентов основной и контрольной групп (достоверные отличия при * $p < 0,001$, ** $p < 0,05$ по отношению к контрольной группе)

Table 3. Comparative characteristics of the concentration of trace elements in the oral fluid of patients of the main and control groups (significant differences at * $p < 0,001$, ** $p < 0,05$ in relation to the control group)

Микроэлементы ротовой жидкости	Концентрация микроэлементов в ротовой жидкости (мкг/мл)	
	Основная группа	Контрольная группа
Ca	$87,19 \pm 2,45^*$	$72,69 \pm 3,13$
K	$1283,73 \pm 79,36^*$	$836,75 \pm 62,15$
Mg	$9,82 \pm 1,12$	$10,23 \pm 1,32$
Fe	$0,23 \pm 0,07^{**}$	$0,40 \pm 0,03$
Zn	$0,422 \pm 0,04$	$0,497 \pm 0,06$
Cu	$0,037 \pm 0,01$	$0,042 \pm 0,04$
Se	$0,024 \pm 0,02$	$0,027 \pm 0,03$
Co	$0,002 \pm 0,01$	$0,019 \pm 0,02$
Mo	$0,007 \pm 0,0005^*$	$0,003 \pm 0,0002$
Na	$672,30 \pm 47,30^{**}$	$836,40 \pm 65,23$

Таблица 1. Показатели КПУ пациентов основной и контрольной групп

Table 1. Data of the DMF index in the experimental and control groups

Группы	n	Компоненты индекса (n)			Индекс КПУ (M $\pm$ m)
		K	P	У	
Основная	26	84	54	149	$14,7 \pm 1,12$
Контрольная	21	56	84	49	$11,3 \pm 1,07$

Таблица 4. Корреляционный анализ показателей ротовой жидкости и клинических данных (Значения корреляционного анализа по Spearman Rank Order достоверны при $p < 0,05$)

Table 4. Correlation analysis of oral fluid parameters and clinical data (Values of correlation analysis according to Spearman Rank Order are significant at $p < 0.05$)

R&r	КПУ	ИГ	Пародонтальные карманы
ЩФ	-0,34	0,51	0,47
Ca	0,51	0,42	0,51
K	0,55	0,39	0,53

здоровых пациентов ($384,57 \pm 27,70$). Таким образом, повышение уровня ионов Ca и K, а также высокая активность щелочной фосфатазы свидетельствуют об инвазии патогенных микроорганизмов, что приводит к повышенному образованию твердых зубных отложений на поверхности зубов, что коррелирует ($p < 0,05$) с полученными данными клинического обследования пациентов (Табл.4).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ямалетдинова Г. Ф., Духовская Н. Е., Островская И. Г. Исследование показателей смешанной слюны у пациентов с артериальной гипертензией на фоне сахарного диабета второго типа. Биохимия в медицинской практике. 2019;85-88.
2. Авакова Д. Р. и др. Анализ факторов местной защиты в полости рта у больных ревматоидным артритом (сравнительное клинико-иммунологическое и биохимическое исследование). Эндодонтия today. – 2017;15(4):19-23.
3. Тардов М., Болдин А., Митронин А.В., Заушников Т.С. Современный взгляд на этиологию и особенности патогенеза синдрома Костена. Cathedra-Кафедра. Стоматологическое образование. 2019;69:24-28.
4. Гаффаров С., Митронин А.В., Беленова И.А., Яриева О. Значение медико-социальных факторов этиологии кариозных и некариозных заболеваний среди детей и подростков. Cathedra-Кафедра. Стоматологическое образование. 2019;69:62-66.
5. Holmstrup P. et al. Comorbidity of periodontal disease: two sides of the same coin? An introduction for the clinician. Journal of oral microbiology. 2017; (9):1 DOI:10.1080/20002297.2017.1332710.
6. Духовская Н. Е. и др. Состояние тканей полости рта при различных заболеваниях. Биохимия в медицинской практике. 2019;27-29.
7. Пирадов М. А., Максимова М. Ю., Танашян М. М. Инсульт: пошаговая инструкция. 2019.
8. Танашян М. М. и др. Хронические формы нарушений мозгового кровообращения и нейропротекция: клиническая эффективность применения мельдония (Милдронат). Журнал неврологии и психиатрии им. СС Корсакова. 2020; 120(10):14-21. DOI: 10.17116/jnevro202012010114.
9. Mozaffarian D, Benjamin EJ, Go AS, Arnett DK. et al. Executive Summary: Heart Disease and Stroke Statistics--2016 Update: A Report

REFERENCES:

1. Yamaletdinova G. F., Dukhovskaya N. E., Ostrovskaya I. G. The study of mixed saliva indices in patients with arterial hypertension on the background of type 2 diabetes mellitus. Biochemistry in medical practice. 2019;85-88.
2. Avakova DR, et al. Analysis of local defense factors in the oral cavity in patients with rheumatoid arthritis (comparative clinical-immunological and biochemical study). Endodontics today. – 2017;15(4):19-23.
3. Tardov M, Boldin A, Mitronin AV, Zaushnikova TS Modern view on the etiology and features of pathogenesis of Costen's syndrome. Cathedra-Cathedra. Dental Education. 2019;69:24-28.
4. Gaffarov S, Mitronin AV, Belenova IA, Yarieva O. The significance of medico-social factors in the etiology of carious and non-carious diseases among children and adolescents. Cathedra-Cathedra. Dental education. 2019;69:62-66.
5. Holmstrup P. et al. Comorbidity of periodontal disease: two sides of the same coin? An introduction for the clinician. Journal of oral microbiology. 2017; (9):1 DOI:10.1080/20002297.2017.1332710.
6. Dukhovskaya N. E. et al. The state of oral tissues in various diseases. Biochemistry in medical practice. 2019;27-29.

Вывод. Полученные результаты клинико-лабораторного исследования подтверждают, что при хронической ишемии головного мозга у пациентов отмечаются изменения микроэлементного состава ротовой жидкости, что приводит к развитию патологических процессов в ротовой полости. Установлено достоверное ($p < 0,001$) увеличение уровня Ca, K и Mo и повышение активности щелочной фосфатазы в ротовой жидкости пациентов с хронической ишемией головного мозга. Выявлено достоверное ($p < 0,05$) снижение уровня Na и Fe. В ходе исследования также установлена прямая корреляционная связь ($p < 0,05$) между неудовлетворительной гигиеной полости рта, образованием пародонтальных карманов, высоких значений КПУ ($14,7 \pm 1,12$) и изменениями параметров ротовой жидкости пациентов с хронической ишемией головного мозга. В связи с чем в комплексный план обследования и лечения пациентов с хронической ишемией головного мозга необходимо включить консультацию врача-стоматолога с целью раннего выявления заболеваний твердых и мягких тканей ротовой полости и назначения адекватного стоматологического лечения и профилактических мероприятий.

From the American Heart Association. Circulation 133: 447-54. DOI: 10.1161/CIR.0000000000000366.

10. Ruoxi Dai, Otto L.T. Lam, Edward C.M. Lo, Leonard S.W.Li, Yifeng Wen, Colman McGrath. A systematic review and meta-analysis of clinical, microbiological, and behavioural aspects of oral health among patients with stroke. Journal of Dentistry 2015; 43(2):171-180. DOI: 10.1016/j.jdent.2014.06.005.

11. Шоломов И. И., Коннов В. В., Степанова Я. Ю. Дисфункция височно-нижнечелюстного сустава и ее роль в возникновении хронической ишемии головного мозга Успехи современной науки. 2016; 3(9): 20-23.

12. Анисимова Я. Ю., Артемова А. В. Клинические аспекты нарушений зубочелюстной системы у пациентов с хроническим нарушением мозгового кровообращения. Бюллетень медицинских интернет-конференций. Общество с ограниченной ответственностью «Наука и инновации». 2015; 5(10): 1176-1176.

13. Митронин А. В. и др. Спектроскопия высокого разрешения ЯМР ^1H ротовой жидкости молодых пациентов с клиновидными дефектами зубов. Эндодонтия Today. 2020;18(4): 20-25. DOI: 10.36377/1683-2981-2020-18-4-20-25.

14. Давыдов В. В. и др. Карбонильный стресс и его роль в патогенезе стоматологических заболеваний. Cathedra-Кафедра. Стоматологическое образование. 2019;70: 34-39.

15. Kaczor-Urbanowicz K. E. et al. Saliva diagnostics—Current views and directions. Experimental Biology and Medicine. 2017; 242 (5): 459-472. DOI:10.1177/15353702166815.

16. Вавилова Т. П. Биохимия тканей и жидкостей полости рта. 2019.

7. Piradov MA, Maksimova MA, Tanashyan MM. Stroke: a step-by-step guide. 2019.

8. Tanashyan M. M. et al. Chronic forms of cerebral circulation disorders and neuroprotection: clinical efficacy of meldonium (Mildronate). Journal of Neurology and Psychiatry. SS Korsakov. 2020; 120(10):14-21. DOI: 10.17116/jnevro202012010114.

9. Mozaffarian D, Benjamin EJ, Go AS, Arnett DK. et al. Executive Summary: Heart Disease and Stroke Statistics--2016 Update: A Report From the American Heart Association. Circulation 133: 447-54. DOI: 10.1161/CIR.0000000000000366.

10. Ruoxi Dai, Otto L.T. Lam, Edward C.M. Lo, Leonard S.W.Li, Yifeng Wen, Colman McGrath. A systematic review and meta-analysis of clinical, microbiological, and behavioral aspects of oral health among patients with stroke. Journal of Dentistry 2015; 43(2):171-180. DOI: 10.1016/j.jdent.2014.06.005.

11. Scholomov I. I., Konnov V. V., Stepanova Y. Yu. Dysfunction of the temporomandibular joint and its role in the occurrence of chronic cerebral ischemia Advances in Modern Science. 2016; 3(9): 20-23.

12. Anisimova Ya. Yu, Artemova A. V. Clinical aspects of dental-mandibular system disorders in patients with chronic impaired cerebral circulation. Bulletin of Medical Internet Conferences. Science and Innovations Limited Liability Company. 2015; 5(10): 1176-1176.

13. Mitronin A. V. et al. High resolution ^1H NMR spectroscopy of oral fluid of young patients with wedge-shaped dental defects. Endodontics Today. 2020;18(4): 20-25. DOI: 10.36377/1683-2981-2020-18-4-20-25.

14. Davydov V.V. et al. Carbonyl stress and its role in the pathogenesis of dental diseases. Cathedra-Cathedra. Dental Education. 2019;70: 34-39.

15. Kaczor-Urbancowicz K. E. et al. Saliva diagnostics—Current views and directions. Experimental Biology and Medicine. 2017; 242 (5): 459-472. DOI:10.1177/15353702166815

16. Vavilova T.P. Biochemistry of tissues and oral fluids. 2019.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ:

*Митронин А.В.*¹ — профессор, доктор медицинских наук, декан стоматологического факультета, заведующий кафедрой кариесологии и эндодонтии, Заслуженный врач РФ; ORCID ID: 0000-0002-3561-6222.

Максимова М.Ю.^{1,2} — профессор, доктор медицинских наук, заведующая 2-м неврологическим отделением; ORCID ID: 0000-0002-7682-6672.

*Останина Д.А.*¹ — кандидат медицинских наук, доцент кафедры кариесологии и эндодонтии, ORCID ID: 0000-0002-5035-5235.

*Антонова О.А.*¹ — ассистент кафедры кариесологии и эндодонтии; ORCID ID: 0000-0003-4732-0493.

¹Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«Московский государственный медико-стоматологический университет имени А.И. Евдокимова» Министерства здравоохранения Российской Федерации. 27473, Российская Федерация, Москва, ул. Делегатская, д. 20, стр. 1

²Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Научный центр неврологии». 125080, Российская Федерация, Москва, Волоколамское шоссе д.1, к.

AUTHOR INFORMATION:

*Alexander V. Mitronin*¹ — Professor, Doctor of Medical Sciences, Dean of the Faculty of Dentistry, Head of the Department of cariology and endodontics, Honored Doctor of Russian Federation; ORCID ID: 0000-0002-3561-6222.

Marina Yu. Maksimova^{1,2} — professor, Doctor of Medical Sciences, Head of the 2nd neurological department of the Federal State Budget Scientific Institution of Science; ORCID ID: 0000-0002-7682-6672.

*Diana A. Ostanina*¹ — Candidate of Medical Sciences, Associate Professor of the Department of cariology and endodontics; ORCID ID: 0000-0002-5035-5235.

*Olesya A. Antonova*¹ — Assistant of of the Department of cariology and endodontics; ORCID ID: 0000-0003-4732-0493.

¹A.I. Yevdokimov Moscow State University of Medicine and Dentistry. 20c1, Delegatskaya st, Moscow, 27473, Russian Federation.

²"Scientific Center of Neurology". 1, k, Volokolamskoe highway, Moscow, 125080, Russian Federatio

ВКЛАД АВТОРОВ:

Митронин А.В. — существенный вклад в замысел и дизайн исследования, критический пересмотр статьи в части значимого интеллектуального содержания; окончательное одобрение варианта статьи для опубликования.

Максимова М.Ю. — существенный вклад в замысел и дизайн исследования, критический пересмотр статьи в части значимого интеллектуального содержания;

Останина Д.А. — подготовка статьи, ее критический пересмотр в части значимого интеллектуального содержания;

Антонова О.А. — сбор данных, анализ и интерпретация данных, подготовка статьи.

AUTHOR'S CONTRIBUTION:

Alexander V. Mitronin — has made a substantial contribution to the concept or design of the article; revised the article critically for important intellectual content; approved the version to be published;

Marina Yu. Maksimova — has made a substantial contribution to the concept or design of the article; revised the article critically for important intellectual content;

Diana A. Ostanina — drafted the article, revised the article critically for important intellectual content;

Olesya A. Antonova — the acquisition, analysis, or interpretation of data for the article; drafted the article.

Координаты для связи с авторами/ Correspondent author:

Антонова О.А. / Olesya A. Antonova, E-mail: khvorostenkoolesia@gmail.com, +79169461332

Применение ультразвуковой денситометрии для оценки состояния костной ткани пародонта у лиц с физиологической окклюзией (экспериментально-клиническое исследование)

© Текучева С.В., Фокина А.А., Ермолев С.Н., Персин Л.С.

«Московский государственный медико-стоматологический университет», Москва, Россия

Резюме:

Цель Совершенствовании методов оценки состояния костной ткани челюстей на основе применения ультразвуковой теневой денситометрии.

Материалы и методы. В качестве метода исследования применялась новейшая разработка – велосиметрический ультразвуковой денситометр с оригинальным программным обеспечением, ультразвуковыми датчиками и электронным позиционером. Материалом экспериментального исследования послужили макропрепараты животного вида «Свинья домашняя», где выделялось губчатое и кортикальное вещество костной ткани, и оценивалась скорость прохождения ультразвука (СУЗ) через них. В клинической части исследования проводилась ультразвуковая диагностика альвеолярной кости зубов верхней и нижней челюстей у 38 человек с физиологической окклюзией в различных анатомо-функциональных зонах.

Результаты. Экспериментальной части исследования показали, что максимальная СУЗ отмечалась через кортикальное вещество костной ткани с оральной стороны, а минимальная – через губчатое вещество. В клинической части исследования регистрация измерений СУЗ через альвеолярную кость выявила статистически значимые различия и показала, что наибольшая плотность костной ткани определялась во фронтальном отделе нижней челюсти слева и справа. Наименьшая плотность костной ткани определялась в боковых отделах верхней челюсти слева и справа.

Выводы. На основании проведенных исследований была разработана диагностическая карта ультразвуковой плотности костной ткани пародонта, которая может дополнить протокол стоматологического обследования пациента. Полученные результаты прохождения СУЗ через костную ткань в различных анатомо-функциональных зонах верхней и нижней челюстей у лиц с физиологической окклюзией могут быть приняты за нормированные показатели в оценке плотности костной ткани. Ультразвуковая денситометрия показала себя как информативный, безопасный, неинвазивный метод, который возможно применять для исследования плотности костной ткани челюстей in vivo.

Ключевые слова: Ультразвуковая денситометрия, костная ткань, плотность, физиологическая окклюзия, эксперимент, клиническое исследование.

Статья поступила: 21.02.2023; **исправлена:** 29.03.2023; **принята:** 30.03.2023.

Конфликт интересов: Авторы сообщают об отсутствии конфликта интересов.

Благодарности: Финансирование и индивидуальные благодарности для декларирования отсутствуют.

Для цитирования: Текучева С.В., Фокина А.А., Ермолев С.Н., Персин Л.С. Применение ультразвуковой денситометрии для оценки состояния костной ткани пародонта у лиц с физиологической окклюзией (экспериментально-клиническое исследование). *Эндодонтия today*. 2023; 21(1):67-74. DOI: 10.36377/1683-2981-2023-21-1-67-74.

The application of ultrasonic densitometry for assessing the state of periodontal bone tissue in persons with physiological occlusion (experimental clinical study)

© È Svetlana V. Tekucheva, Alexandra A. Fokina, Sergey N. Ermoljev, Leonid S. Persin

Moscow State University of Medicine and Dentistry», Moscow, Russia

Abstract:

Aim. To improve the methods for assessing the state of the jaw bone tissue based on the use of ultrasonic shadow densitometry.

Materials and methods. As a research method, there was used the latest development – velocimetric ultrasonic densitometer with an original software, ultrasonic sensors and an electronic positioner. The material of the experimental study were the macropreparations of the animal species "Domestic Pig", where the spongy and cortical substance of the bone tissue was isolated, and the speed of passage of ultrasound (SUS) through them was estimated. In the clinical part of the study, ultrasound diagnostics of bone tissue was performed in 38 people with physiological occlusion in various anatomical and functional areas.

Results. Part of the study showed that the maximum SUS was observed through the cortical bone tissue from the oral side, and the minimum – through the spongy substance. In the clinical part of the study, the registration of SUS measurements through the bone tissue revealed statistically significant differences and showed that the highest bone density was determined in the anterior left and right parts of the mandible. The lowest bone density was determined in the lateral left and right sections of the upper jaw.

Conclusions. Based on the conducted studies, there was developed a diagnostic map of the ultrasonic density of the periodontal bone tissue, which can complement the protocol of the patient's dental examination. The obtained results of SUS passage through the bone tissue in various anatomical and functional zones of the upper and lower jaws in examined persons with physiological occlusion can be taken as normalized indicators in assessing bone density. Ultrasound densitometry has proven to be a safe, non-invasive method that can be used to study jaw bone density in vivo.

Keywords: Ultrasonic densitometry, bone tissue, density, physiological occlusion, experiment, clinical study.

Received: 21.02.2023; **revised:** 29.03.2023; **accepted:** 30.03.2023.

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

Acknowledgments: There are no funding and individual acknowledgments to declare.

For citation: Svetlana V. Tekucheva, Alexandra A. Fokina, Sergey N. Ermoljev, Leonid S. Persin. The application of ultrasonic densitometry for assessing the state of periodontal bone tissue in persons with physiological occlusion (experimental clinical study). *Endodontics today*. 2023; 21(1):67-74. DOI: 10.36377/1683-2981-2023-21-1-67-74.

ВВЕДЕНИЕ

В современной стоматологии изучение состояния костной ткани пародонта человека является одной из наиболее актуальных задач, о чем свидетельствуют данные о глобальной распространенности стоматологических заболеваний, в патогенез которых вовлечена костная ткань [3, с. 55; 8, с. 112]. Костная ткань челюстей никогда не пребывает в состоянии метаболического покоя. Являясь динамичной структурой, она обладает высокой пластичностью и находится в состоянии постоянной перестройки матрикса по линиям механического напряжения. Развитие скелета и его функционирование в течение жизни обеспечиваются процессами моделирования и ремоделирования [5, с. 27; 17, с. 54].

В процессе ортодонтического лечения происходят значительные изменения в структуре костной ткани челюстей. Объективные данные о физико-механических характеристиках костной ткани необходима врачу-ортодонт для выбора оптимальной нагрузки при перемещении зубов, выбора оптимальной зоны инсталляции ортодонтических имплантатов, что обеспечивает качественное планирование ортодонтического лечения, а также позволяет проводить мониторинг ретенционного периода [3, с. 154].

Для оценки структурно-функционального состояния альвеолярной кости применяются различные физические и лучевые методы исследования. Наиболее часто используемым является рентгенологический. По результатам проводимых ранее исследований, помимо наличия ионизирующего излучения, стоит отметить следующие недостатки рентгенологических методов: значительное влияние толщины объекта на результат исследования, влияние яркости и контрастности рентгеновской аппаратуры на объективную интерпретацию получаемых результатов [5, с. 28; 15, с. 11]. С метрологи-

ческой точки зрения стандартные рентгенологические признаки деминерализации костной ткани определяются только на этапах активного развития деструктивного процесса, тогда как ранние этапы патологических изменений не имеют визуальных рентгеновских признаков [1, с. 65].

Современные научные работы, посвященные изучению патологических изменений структуры костной ткани, связаны с микроскопическими исследованиями – поляризационная, электронная и трансмиссионная микроскопия, гистоморфометрия, радиоизотопное сканирование, микрорадиография [9, с. 70]. Большинство вышеуказанных исследований являются лабораторными, использование которых в полости рта не представляется возможным.

Методы ультразвукового (УЗ) исследования, применяемые ранее для изучения структурно-функциональных особенностей костной ткани челюстей оценки состояния костной ткани (эхостеометрия и ультрасонометрия), имели ряд недостатков: внеротовой способ исследования и значительное влияние мягких тканей на результаты измерений, а также технические трудности при проведении исследования челюстно-лицевой области (ЧЛО) [1, с. 66; 4, с. 89]. Таким образом, поиск и разработка внутриротовых, эргономичных, неинвазивных, точных методов изучения альвеолярной кости являются актуальными.

На сегодняшний день среди ультразвуковых методов диагностики, применяемых для оценки структурно-функционального состояния альвеолярной кости, самым современным и безопасным методом, в основе которого лежит способность УЗ упругих колебаний распространяться в твердых и мягких телах, создавая акустическую тень, является ультразвуковая теневая денситометрия. Метод еще не нашел широкого приме-

нения в стоматологии, чем объясняется отсутствие в современной литературе нормированных ультразвуковых показателей и описания нормальной ультразвуковой анатомии костной ткани челюстей [1, с. 65; 5, с. 30; 6, с. 82; 12, с. 785].

Ультразвуковая теневая денситометрия является высокоинформативным методом, исключает воздействие лучевой нагрузки на организм и предназначена для диагностики структурного и функционального состояния костной ткани за счет определения изменений ультразвуковых характеристик в зависимости от степени минеральной плотности и деструкции костных структур [6, с. 82; 11, с. 244]. Диагностика основана на расчете скорости прохождения ультразвука через исследуемый участок альвеолярной кости [7, с. 32; 16, с. 277]. Помимо применения данного метода в ортодонтии, он также может применяться в терапевтической стоматологии, детской стоматологии, хирургической стоматологии для качественного планирования лечения и наблюдения за динамикой изменений как в костной ткани пародонта, так и в твердых тканях зуба в течение лечебного процесса. Высокая информативность метода обеспечивает должный уровень диагностики патологических процессов, а возможность применения непосредственно у кресла пациента позволяет вовремя провести профилактику и лечение [5, с. 33; 6, с. 82; 9, с. 72].

ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ

Совершенствование методов оценки состояния костной ткани челюстей на основе применения ультразвуковой теневой денситометрии.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В рамках гранта МГМСУ им. А.И. Евдокимова совместно с Национальным исследовательским университетом «МЭИ» для исследования костной ткани пародонта использовался разработанный нами прибор «ВУД 01.00.22» – велосиметрический ультразвуковой

денситометр на базе высокопроизводительного процессора с ультразвуковыми преобразователями (датчиками) с рабочей поверхностью в 1 мм и частотой зондирующего сигнала 5 МГц (рис. 1). Для точности измерения применялся электронный позиционер-штангенциркуль для УЗ преобразователей и адаптационные акустические манжеты для обеспечения оптимального прилегания датчиков к рельефу исследуемого участка и локализации геля для ультразвукового исследования [2]. Для денситометрического исследования было разработано оригинальное программное обеспечение «Denta.32» (рис. 2). В автоматическом режиме вычислялись амплитудно-частотные показатели и скорость прохождения УЗ (СУЗ) сигнала через исследуемый объ-

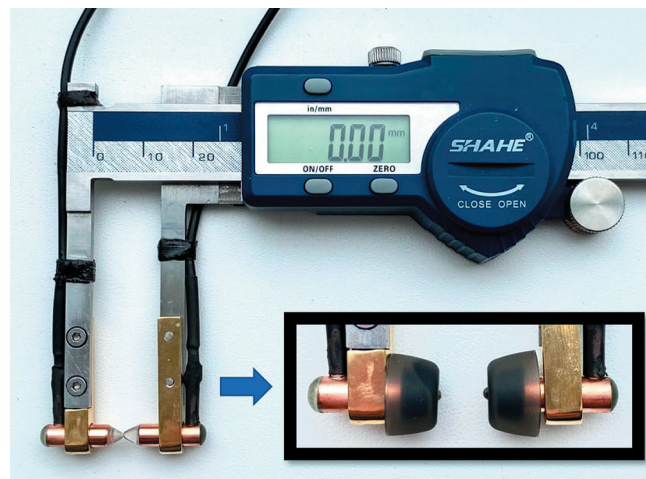


Рис. 1. Электронный позиционер-штангенциркуль с ультразвуковыми преобразователями (датчиками) и адаптационными акустическими манжетами.

Fig. 1. Electronic positioner-caliper with ultrasonic transducers (sensors) and adaptive acoustic cuffs.

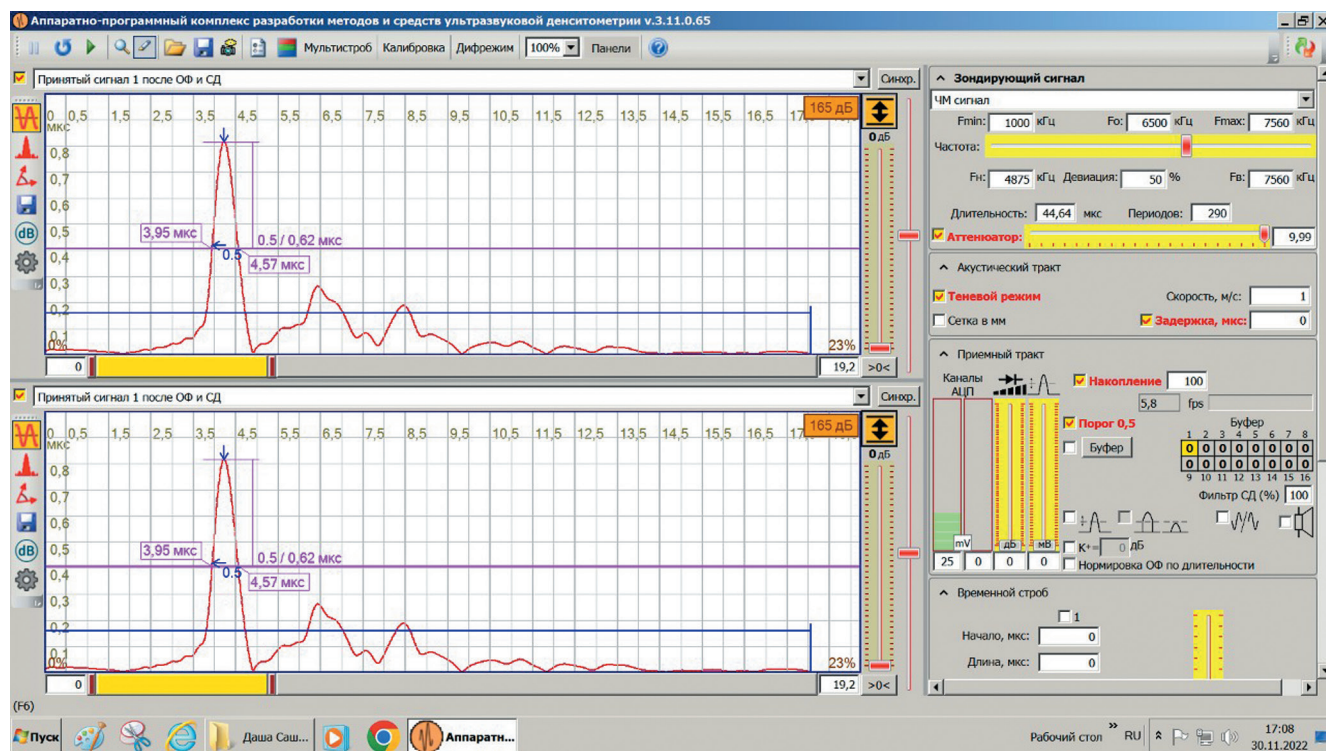


Рис. 2. Интерфейс программы «Denta.32» с ровными эпюрами ультразвуковых сигналов.

Fig. 2. The interface of the program "Denta.32" with smooth plots of ultrasonic signals.

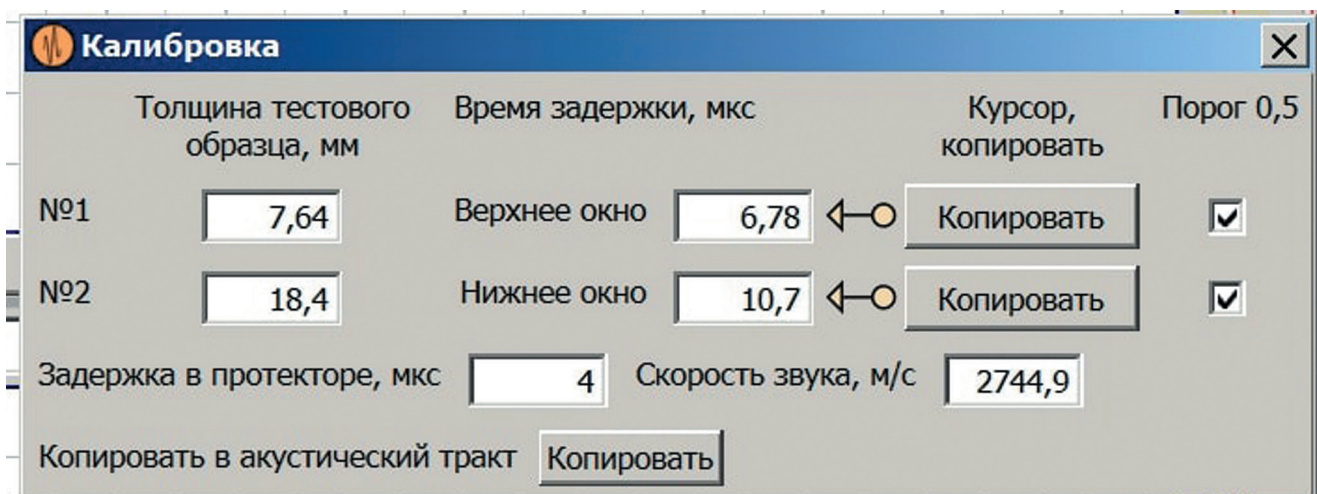


Рис. 3. Окно калибровки в программе «Denta.32» для настройки прибора «ВУД 01.00.22».

Fig. 3. Calibration window in the program "Denta.32" for setting up the device "VUD 01.00.22".

ект. Расчет скорости прохождения УЗ производится по формуле $V = (L/H) \times 1000$, где V – скорость распространения ультразвука в метрах в секунду (м/с), L – толщина исследуемого участка кости в миллиметрах (мм), H – время прохождения ультразвука на этом участке кости в микросекундах (мкс). Измерение плотности костной ткани определяли по скорости прохождения УЗ волны в м/с [5, с. 29; 6, с. 82; 12, с. 789]. Для анализа полученных данных применяли методы дескриптивной статистики. Оценка статистической значимости различий групповых средних ультразвуковой плотности костной ткани с дифференцировкой по полу и анатомо-функциональным зонам производилась с применением t-критерия Стьюдента в программном обеспечении «STATISTICA 12».

Для реализации задач исследования были запланированы два этапа: экспериментальный и клинический. Перед проведением исследования были получены одобрения Межвузовского комитета по этике (выписка из протокола № 02 от 17.02.2022 и №12-22 от 15.12.22).

Для настройки прибора «ВУД 01.00.22» и работы УЗ преобразователей в программе «Denta.32» проводилась калибровка путем регистрации показателей скорости прохождения ультразвукового сигнала через стандартный эталонный шаблон из органического стекла (рис. 3).

В экспериментальной части исследования для оценки плотности костной ткани *in vitro* исследовались 2 макропрепарата нижней челюсти парнокопытного животного вида «Свинья домашняя» (*Sus scrofa domestica*). При помощи турбинного наконечника с пиковидным бором проводилось выделение фрагмента альвеолярной части нижней челюсти макропрепарата. Для дифференцированной оценки плотности губчатого и кортикального вещества с помощью сепарационного диска во фрагменте костного блока с вестибулярной и оральной стороны выделяли кортикальные и губчатую части, где проводилась регистрация денситометрических параметров (рис. 4).

В клинической части исследования измеряли плотность костной ткани в межальвеолярных перегородках на уровне пришеечной трети корней зубов: 1.6/1.5, 1.2/1.1, 2.1/2.2, 2.5/2.6, 3.5/3.6, 3.1/3.2, 4.1/4.2, 4.5/4.6 у 38 добровольцев (20 женщин и 18 мужчин) с физиологической окклюзией в возрастном диапазоне от 18 до 25 лет, что соответствовало этапу сформированной окклюзии

постоянных зубов (рис. 5 а, б). Критериями для включения добровольцев в исследование явились: нейтральное смыкание боковых зубов; наличие скученности зубов во фронтальном отделе нижней челюсти не более 4 мм; подписанное информированное добровольное согласие (ИДС) на проведение исследования. Критериями не включения добровольцев в исследование послужили: наличие в анамнезе ортодонтического лечения; наличие тяжелой сопутствующей соматической, системной патологии; наличие сопутствующих заболеваний костной ткани (остеопороз, остеопения); наличие заболеваний височно-нижнечелюстных суставов, бруксизма, парафункции жевательных мышц; наличие врожденных пороков развития ЧЛО. Добровольцы, отказавшиеся подписывать ИДС, исключались из исследования.

РЕЗУЛЬТАТЫ

При регистрации денситометрических показателей скорости прохождения ультразвуковой волны через губчатое и кортикальное вещество с оральной и вестибулярной сторон нижней челюсти экспериментального животного были получены следующие результаты: максимальная скорость прохождения ультразвука отмечалась через кортикальное вещество костной ткани с оральной стороны и составила 4563 м/с, а минималь-

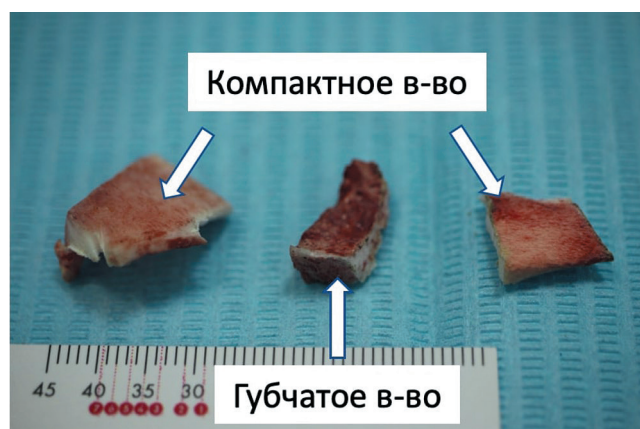


Рис. 4. Фрагмент костной ткани макропрепарата, дифференцированный на губчатое и кортикальное вещество.

Fig. 4. Fragment of bone tissue of a macropreparation, differentiated into spongy and cortical substance.

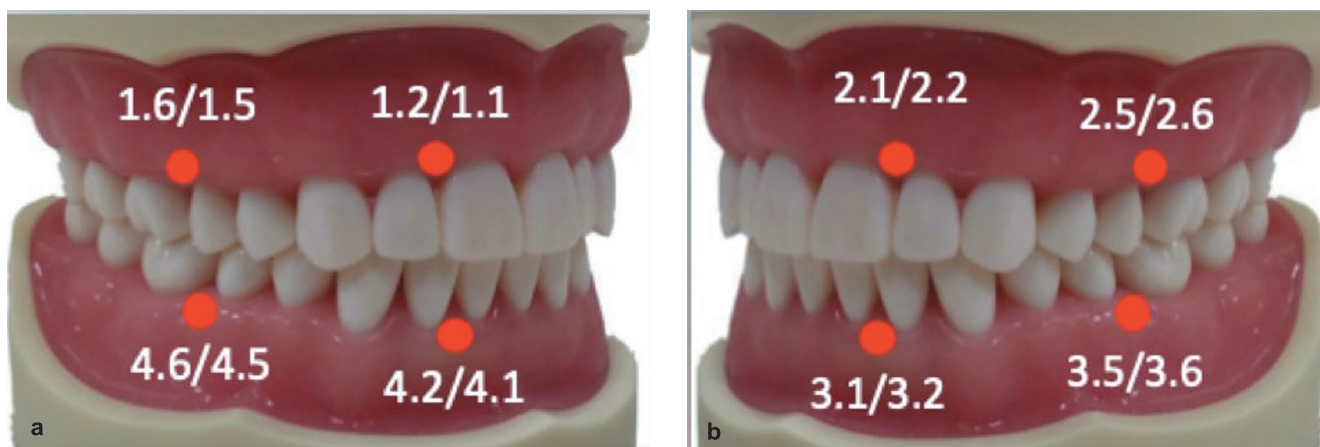


Рис. 5 а,б. Анатомо-функциональные зоны исследования костной ткани челюстей.

Fig. 5 a, b. Anatomical and functional zones of the study of the bone tissue of the jaws.

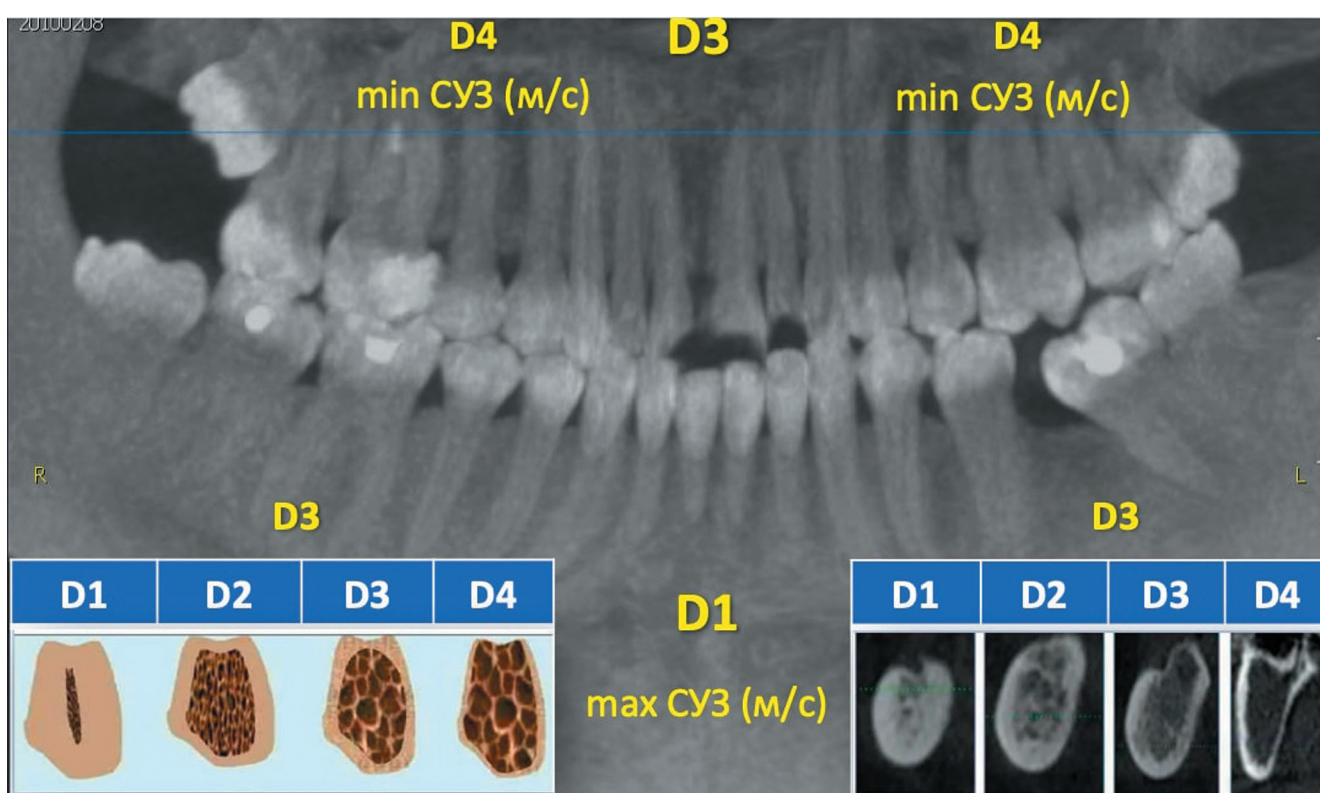


Рис. 6. Сравнение результатов УЗ денситометрии со структурой костной ткани по классификации Misch (1992).

Fig. 6. Comparison of the results of ultrasound densitometry with the structure of bone tissue according to the classification of Misch (1992).

ная – через губчатое вещество – 2204 м/с. СУЗ через кортикальную пластинку с вестибулярной стороны составила 2765 м/с.

Средний возраст добровольцев мужского пола составил 20 ± 2 лет, женского пола – $22,5 \pm 2,5$ года. Регистрация измерений СУЗ через костную ткань у добровольцев как мужского, так и женского пола с физиологической окклюзией в установленных анатомо-функциональных зонах показала, что наибольшая плотность костной ткани определялась во фронтальном отделе нижней челюсти в зонах 3.2/3.1, 4.1/4.2 (у мужчин 2313 ± 13 и 2355 ± 17 м/с, у женщин 3392 ± 12 и 2998 ± 18 м/с соответственно), наименьшая – в боковых отделах верхней челюсти в зонах 1.6/1.5, 2.5/2.6 (у мужчин 1488 ± 8 и 1579 ± 18 м/с, у женщин 1520 ± 9 и 1499 ± 7 м/с соответ-

ственно). Отличительной особенностью у лиц женского пола явилось наличие минимального значения СУЗ также в боковом отделе справа на нижней челюсти (1499 ± 9 м/с) (табл. 1).

Результатами исследования выявили гендерные различия в показателях СУЗ через альвеолярную кость во всех исследованных областях ($p < 0,05$). Наибольшие различия между показателями СУЗ среди лиц мужского и женского пола наблюдались в области резцов на верхней и нижней челюстях: 1.2/1.1, 2.1/2.2, 3.2/3.1, 4.1/4.2 ($p = 0,02, 0,03, 0,01, 0,02$ соответственно).

ОБСУЖДЕНИЕ

Полученные данные СУЗ через эталонный шаблон свидетельствовали о том, что получаемые значения не

Таблица 1. Средние значения СУЗ у обследованных добровольцев в исследуемых анатомо-функциональных зонах ($M \pm m$) (м/с).

Table 1. The average values of the SUS in the examined volunteers in the studied anatomical and functional areas ($M \pm m$) (m/s).

Средние значения СУЗ у обследованных добровольцев ($M \pm m$) (м/с)			
Области исследования	Мужчины	Женщины	p*
1.6/1.5	1579 $\pm$ 18	1499 $\pm$ 7	< 0,05
1.2/1.1	2061 $\pm$ 13	2544 $\pm$ 13	0,02
2.1/2.2	1937 $\pm$ 12	2390 $\pm$ 16	0,03
2.5/2.6	1488 $\pm$ 8	1520 $\pm$ 9	< 0,05
3.6/3.5	1800 $\pm$ 16	1685 $\pm$ 15	< 0,05
3.2/3.1	2313 $\pm$ 13	3392 $\pm$ 12	0,01
4.1/4.2	2355 $\pm$ 17	2998 $\pm$ 18	0,02
4.5/4.6	1748 $\pm$ 16	1499 $\pm$ 9	< 0,05

* p – уровень значимости различий

зависят от толщины исследуемого объекта в отличие от рентгеновской денситометрии (рис. 3).

В экспериментальной части исследования, анализируя данные прохождения СУЗ через кортикальную пластинку, наблюдалась большая разница в значениях с оральной и вестибулярной стороны, что связано с анатомо-топографическими особенностями: вестибулярная сторона тоньше и менее минерализована, в отличие от оральной стороны, которая, напротив, наиболее утолщенная и плотная, что является результатом специфического распределения жевательной нагрузки [3, с. 124; 8, с. 235]. Губчатое вещество неоднородно по своей структуре за счет наличия лакун, костномозговых пространств и запустевших сосудов, которые приводят к задержке прохождения ультразвуковой волны [11, с. 325].

Результаты клинической части исследования свидетельствуют о наличии закономерности полученных значений СУЗ в различных анатомо-функциональных зонах вне зависимости от половой принадлежности, что может быть связано со спецификой распределения жевательной нагрузки по зубным рядам. Это подтверждается анатомическими данными о морфофункциональной особенности строения челюстей [10, с. 409; 13, с. 195]. Наиболее известная классификация структуры костной ткани по Misch, включающая 4 класса кости, где D1 – наиболее плотная кость, представленная почти полностью гомогенным компактным слоем, а D4 – наименее плотная, с превалированием губчатого слоя, совпадает с результатами нашего исследования по данным ультразвуковой теневой денситометрии [14, с. 1263] (рис. 6). Боковая группа зубов на верхней челюсти выполняет жевательную функцию с долговременным амортизирующим эффектом, поэтому плотность костной ткани в области данной группы адаптивно снижается. Фронтальная группа зубов на нижней челюсти в большей степени предназначена для разрезания и откусывания пищи; такая особенность обеспечивает наибольшую плотность опорной

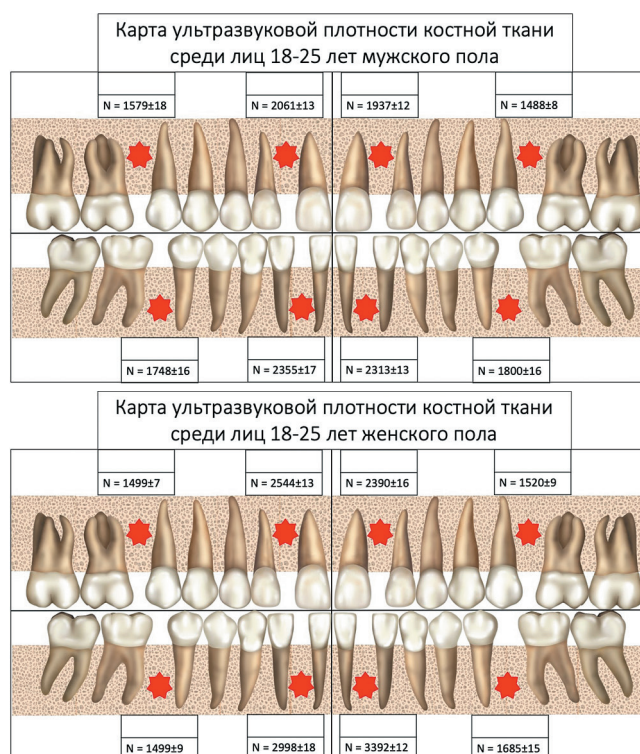


Рис. 7. Диагностическая карта ультразвуковой плотности костной ткани пародонта у лиц мужского (а) и женского пола (б).

Fig. 7. Diagnostic map of ultrasonic density of periodontal bone tissue in male (a) and female (b) persons.

костной ткани за счет высокой и кратковременной нагрузки [8, с. 433; 10, с. 410; 13, с. 195].

На основании проведенных исследований была разработана диагностическая карта ультразвуковой плотности костной ткани пародонта для регистрации и оценки денситометрических показателей у лиц 18-25 лет мужского и женского пола, которая может дополнить протокол стоматологического обследования пациента (рис. 7 а, б).

ВЫВОДЫ

Ультразвуковая денситометрия – неинвазивный и безопасный метод в оценке плотности костной ткани челюстей in vivo. Результаты экспериментального исследования установлены различия в показателях СУЗ через губчатое и кортикальное вещество костной ткани. По скорости прохождения УЗ волны через костную ткань возможно оценивать её плотность и другие физико-механические параметры. Полученные результаты прохождения скорости ультразвука через костную ткань межальвеолярных перегородок в различных анатомо-функциональных зонах верхней и нижней челюстей у лиц с физиологической окклюзией коррелируют с данными клинической анатомии и морфофункциональными особенностями строения челюстей и могут быть приняты за нормированные показатели в оценке плотности костной ткани. Разработанная диагностическая карта ультразвуковой плотности костной ткани пародонта может применяться на клиническом приеме и дополнить протокол стоматологического обследования пациента.

Таким образом, метод ультразвуковой теневой денситометрии, применяемый для исследования состояния костной ткани пародонта, может служить актуаль-

ным дополнением к комплексу лечебно-диагностических мероприятий в практике врача-стоматолога, однако, необходимо проведение дальнейших исследований для научно-обоснованного подтверждения интерпретации получаемых результатов о плотности костной

ткани в различных анатомо-функциональных зонах, в том числе, для изучения патологических процессов и закономерных изменений костной ткани при ортодонтическом лечении.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Ермолев С.Н., Надточий А.Г., Седова М.С., Гунько М.В., Крылова О.В. Метод количественной ультразвукометрии в стоматологии: Новая медицинская технология. Функциональная диагностика. 2008;3:64-68.
2. Патент на изобретение №2790947 «Способ ультразвуковой вельсиметрии для оценки состояния твердых тканей зубов».
3. Персин Л.С. Ортодонтия. Диагностика и лечение зубочелюстных аномалий: Руководство для врачей – М.: ОАО «Издательство «Медицина», 2004. – 360 с.: ил. – ISBN 5-225-04819-6
4. Смирнов В.Г., Янушевич О.О., Митронин А.В. Клиническая анатомия челюстей. – М.: Издательство БИНОМ, 2014 – 232с.: ил. ISBN 978-5-9518-0570-6
5. Текучева С.В., Шокурова И.С., Ермолев С.Н., Лежнев Д.А., Петровская В.В. Экспериментальное исследование состояния костной ткани челюстей с применением метода ультразвуковой теневой денситометрии – М.: Ортодонтия №4 (92), 2020 – С. 26-34
6. Фокина А.А., Шокурова И.С., Текучева С.В., Ермолев С.Н. Разработка метода ультразвуковой теневой микроденситометрии для оценки состояния костной ткани челюстей и твердых тканей зубов – М.: Ортодонтия 3(95), 2021 – С. 82
7. Хофер М. Ультразвуковая диагностика. Базовый курс: – М.: Мед. лит., 2006. – 104 с: ил. ISBN 5-89677-046-4
8. Янушевич О. О. Пропедевтика стоматологических заболеваний: учебник – Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2020. – 800 с. ISBN 978-5-9704-5433-6
9. Banu B Kalpakcioglu, Saam Morshed, Klaus Engelke, Harry K Genant Advanced imaging of bone macrostructure and microstructure in bone fragility and fracture repair. J Bone Joint Surg Am. 2008 Feb; 90 Suppl 1:68-78. DOI: 10.2106/JBJS.G.01506.

REFERENCES:

1. Ermoliev S.N., Nadtochiy A.G., Sedova M.S., Gunko M.V., Krylova O.V. Method of quantitative ultrasonometry in dentistry: New medical technology. – M.: Functional diagnostics №3, 2008 – P. 64-68. (In Russ.).
2. Patent for invention №2790947 "Method of ultrasonic velosymmetry for assessing the condition of hard tissues of teeth" (In Russ.).
3. Persin L.S. Orthodontia. Diagnosis and treatment of dentition anomalies: Manual for physicians. Meditsina Publishers.2004:360.
4. Smirnov V.G., Yanushevich O.O., Mitronin A.V. Clinical anatomy of the jaws. Publishing house BINOM.2014:232.
5. Tekucheva S.V., Shokurova I.S., Ermoliev S.N., Lezhnev D.A., Petrovskaya V.V. Experimental study of the state of the bone tissue of the jaws using the method of ultrasonic shadow densitometry.Orthodontics. 2020: 4 (92):26-34 (In Russ.).
6. Fokina A.A., Shokurova I.S., Tekucheva S.V., Ermoliev S.N. Development of a method of ultrasonic shadow microdensitometry for assessing the state of the jaw bone tissue and hard tissues of the teeth. Ortodontiya.2021; 3 (95): 82 (In Russ.).
7. Hofer M. Ultrasonic diagnostics. Basic course. Med. Lit.2006: 104.
8. Yanushevich, O. O. Propaedeutics of dental diseases. GEOTAR-Media. 2020: 800.
9. Banu B Kalpakcioglu, Saam Morshed, Klaus Engelke, Harry K Genant Advanced imaging of bone macrostructure and microstructure in bone fragility and fracture repair. J Bone Joint Surg Am. 2008 Feb; 90 Suppl 1:68-78. DOI: 10.2106/JBJS.G.01506.
10. Benjamin J. D. Le Révérend, Lisa R. Edelson, and Chrystel Loret Anatomical, functional, physiological and behavioural aspects of the development of mastication in early childhood. Br J Nutr. 2014 Feb 14; 111(3): 403–414. DOI: 10.1017/S0007114513002699

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ:

Текучева С. В. – доцент кафедры ортодонтии, кандидат медицинских наук. ORCID ID: 0000-0002-4628-7372

Фокина А.А. – аспирант кафедры ортодонтии, ORCID ID: 0000-0003-0522-2860.

Ермолев С. Н. – профессор кафедры пародонтологии, доктор медицинских наук, ORCID ID: 0000-0002-4219-3547.

Персин Л.С. – профессор, доктор медицинских наук, член-корр. РАН, заведующий кафедрой ортодонтии, Заслуженный деятель науки РФ.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«Московский государственный медико-стоматологический университет имени А.И. Евдокимова» Министерства здравоохранения Российской Федерации. 27473, Российская Федерация, Москва, ул. Делегатская, д. 20, стр. 1

10. Benjamin J. D. Le Révérend, Lisa R. Edelson, and Chrystel Loret Anatomical, functional, physiological and behavioural aspects of the development of mastication in early childhood. Br J Nutr. 2014 Feb 14; 111(3): 403–414. DOI: 10.1017/S0007114513002699

11. Eroschenko, Victor P, and Mariano S. H. di Fiore. Di Fiore's Atlas of Histology with Functional Correlations. 11th ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2008. 532 p. ISBN: 978-0-7817-7057-6. DOI: 10.1111/j.1469-7580.2008.00956

12. Iyad Al Haffar, Frédéric Padilla, Raphael Nefussi, Sami Kolta, Jean-Michel Foucart, Pascal Laugier Experimental evaluation of bone quality measuring speed of sound in cadaver mandibles. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod. 2006 Dec; 102(6): P. 782-791 DOI: 10.1016/j.tripleo.2005.12.026.

13. Luciano Jose Pereira, Maria Beatriz Duarte Gaviao & Andries Van Der Bilt (2006) Influence of oral characteristics and food products on masticatory function, Acta Odontologica Scandinavica, 64:4, 193-201, DOI: 10.1080/00016350600703459

14. Misch K.A., Yi E.S., Sarment D.P. Accuracy of cone beam computed tomography for periodontal defect measurements. J Periodontol. 2006 Jul;77(7):1261-66. DOI: 10.1902/jop.2006.050367.

15. Regine Gradl, Irene Zanette, Maite Ruiz-Yaniz, Martin Dierolf, Alexander Rack, Paul Zaslansky, Franz Pfeiffer Mass Density Measurement of Mineralized Tissue with Grating-Based X-Ray Phase Tomography. PLoS One. 2016 Dec 21; 11(12): e0167797. DOI: 10.1371/journal.pone.0167797

16. Rohn Truell, Charles Elbaum, Bruce B. Chick. Ultrasonic Methods in Solid State Physics. Academic press New York and London. 1969 – 478 p. DOI: 10.1016/C2013-0-12565-2

17. Wolff J. The law of bone remodeling. Springer. Verlag Berlin Heidelberg. 1986 – 126 p. DOI: 10.1007/978-3-642-71031-5

11. Eroschenko, Victor P, and Mariano S. H. di Fiore. Di Fiore's Atlas of Histology with Functional Correlations. 11th ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2008. 532 p. ISBN: 978-0-7817-7057-6. DOI: 10.1111/j.1469-7580.2008.00956

12. Iyad Al Haffar, Frédéric Padilla, Raphael Nefussi, Sami Kolta, Jean-Michel Foucart, Pascal Laugier Experimental evaluation of bone quality measuring speed of sound in cadaver mandibles. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod. 2006 Dec; 102(6): P. 782-791 DOI: 10.1016/j.tripleo.2005.12.026.

13. Luciano Jose Pereira, Maria Beatriz Duarte Gaviao & Andries Van Der Bilt (2006) Influence of oral characteristics and food products on masticatory function, Acta Odontologica Scandinavica, 64:4, 193-201, DOI: 10.1080/00016350600703459

14. Misch K.A., Yi E.S., Sarment D.P. Accuracy of cone beam computed tomography for periodontal defect measurements. J Periodontol. 2006 Jul;77(7):1261-66. DOI: 10.1902/jop.2006.050367.

15. Regine Gradl, Irene Zanette, Maite Ruiz-Yaniz, Martin Dierolf, Alexander Rack, Paul Zaslansky, Franz Pfeiffer Mass Density Measurement of Mineralized Tissue with Grating-Based X-Ray Phase Tomography. PLoS One. 2016 Dec 21; 11(12): e0167797. DOI: 10.1371/journal.pone.0167797

16. Rohn Truell, Charles Elbaum, Bruce B. Chick. Ultrasonic Methods in Solid State Physics. Academic press New York and London. 1969 – 478 p. DOI: 10.1016/C2013-0-12565-2

17. Wolff J. The law of bone remodeling. Springer. Verlag Berlin Heidelberg. 1986 – 126 p. DOI: 10.1007/978-3-642-71031-5

AUTHOR INFORMATION:

Svetlana V. Tekucheva – associate professor of the Department of orthodontics, Candidate of Medical Sciences, ORCID ID: 0000-0002-4628-7372.

Alexandra A. Fokina – graduate student of the Department of orthodontics, ORCID ID: 0000-0003-0522-2860.

Sergey N. Ermoliev – professor of the Department of periodontology, Doctor of Medical Sciences, ORCID ID: 0000-0002-4219-3547.

Leonid S. Persin – professor, doctor of medical sciences, corresponding member of RAS, Head of the Department of orthodontics, Honored Worker of Science of the Russian Federation.

A.I. Yevdokimov Moscow State University of Medicine and Dentistry. 20c1, Delegatskaya st, Moscow, 27473, Russian Federation.

ВКЛАД АВТОРОВ:

Текучёва С.В. – подготовка статьи и ее критический пересмотр в части значимого интеллектуального содержания.

Фокина А.А. – сбор данных, анализ и интерпретация данных.

Ермольев С.Н. – существенный вклад в замысел и дизайн исследования.

Персин Л.С. – окончательное одобрение варианта статьи для опубликования.

AUTHOR'S CONTRIBUTION:

Svetlana V. Tekucheva – drafted the article and revised it critically for important intellectual content.

Alexandra A. Fokina – the acquisition, analysis and interpretation of data for the article.

Sergey N. Ermoliev – has made a substantial contribution to the concept and design of the article.

Leonid S. Persin – approved the version to be published.

Координаты для связи с авторами/ Correspondent author:

С.В. Текучёва/ S.V. Tekucheva, E-mail: tekuchevasv@yandex.ru, +7 (985) 991-90-47.

А.А. Фокина/ A.A. Fokina, E-mail: fokina.aleksandra@yandex.ru, +7 (917) 547-03-12,

Особенности микроэлементного состава слюны у пациентов пожилого возраста

© Иманов А.М.¹, Мазур Ю.А.¹, Какабадзе Э.М.²¹Частная стоматологическая практика, Россия²Российский университет дружбы народов (РУДН), Москва, Россия

Резюме:

Микроэлементы, содержащиеся в слюне человека, несмотря на их малое количество, выполняют ряд биологических функций и являются отражением процессов, происходящих в организме. Простота взятия пробы, неинвазивность метода определяют высокий интерес со стороны исследователей различных областей медицины к изучению диагностических возможностей слюнной жидкости как вспомогательного метода при оценке функционального состояния организма, наличии в нем патологических процессов, определении предпосылок к развитию отдельных заболеваний и разработке профилактических мер по их предупреждению. Особенно это актуально в диагностике пациентов пожилого возраста, вследствие увеличения риска возникновения и развития многих заболеваний, с одной стороны, и возможности многократного отбора пробы для анализа, с другой.

В работе проанализированы исследования, посвященные возможностям применения метода микроэлементного анализа слюны у пожилых пациентов в отношении таких патологических состояний, как развитие сердечно-сосудистых и нейродегенеративных заболеваний, снижение гуморального и местного иммунитета, включая развитие хронического иммунного воспаления как одного из гериатрических синдромов начальной астении, а также развитие периодонтита и сахарного диабета 2 типа. Отмечены предпосылки к использованию анализа слюны в качестве определения биомаркеров боли и биомаркеров болезни Альцгеймера для диагностики болевого синдрома и диагностики болезни Альцгеймера соответственно, что представляется особо актуальным у пожилых пациентов в состоянии деменции, страдающих когнитивными нарушениями и неспособных к общению. В ряде исследований выполнен анализ возрастных изменений микроэлементного состава слюны, в том числе изменения микроэлементного состава слюны женщин с постменопаузным остеопорозом.

Согласно результатам выполненного обзорного исследования, необходимо отметить перспективность изучения возможностей микроэлементного состава слюны у пациентов пожилого возраста как в качестве вспомогательного метода диагностики различных патологических состояний, так и при разработке алгоритмов по профилактике и лечению ряда заболеваний, а также в качестве метода оценки эффективности осуществляемых терапевтических процедур.

Ключевые слова: слюна, ротовая полость, микроэлементный состав, пожилой возраст, возрастные изменения слюны

Статья поступила: 01.03.2023; **исправлена:** 29.03.2023; **принята:** 30.03.2023.

Конфликт интересов: Авторы сообщают об отсутствии конфликта интересов.

Благодарности: Финансирование и индивидуальные благодарности для декларирования отсутствуют.

Для цитирования: Иманов А.М., Мазур Ю.А., Какабадзе Э.М. Особенности микроэлементного состава слюны у пациентов пожилого возраста. Эндодонтия today. 2023; 21(1):75-81. DOI: 10.36377/1683-2981-2023-21-1-75-81.

Features of the microelement composition of saliva in elderly patients

© Araz M. Imanov¹, Yuliya A. Mazur¹, Eliso M. Kakabadze²¹Private dental practice, Russia²"Peoples' Friendship University of Russia" (RUDN University), Moscow, Russia

Abstract:

Trace elements contained in human saliva, despite their small amount, perform a number of biological functions and are a reflection of the processes occurring in the body. The ease of sampling, the non-invasiveness of the method determine the high interest on the part of researchers from various fields of medicine in studying the diagnostic capabilities of salivary fluid as an auxiliary method in assessing the functional state of the body, the presence of pathological processes in it, determining the prerequisites for the development of certain diseases and developing preventive measures to prevent them. This is especially true in the diagnosis of elderly patients, due to the increased risk of occurrence and development of many diseases, on the one hand, and the possibility of multiple sampling for analysis, on the other.

The paper analyzes studies on the possibilities of using the method of microelement analysis of saliva in elderly patients in relation to such pathological conditions as the development of cardiovascular and neurodegenerative diseases, a decrease

in humoral and local immunity, including the development of chronic immune inflammation as one of the geriatric syndromes of initial asthenia, and also the development of periodontitis and type 2 diabetes. The prerequisites for the use of saliva analysis as the determination of pain biomarkers and Alzheimer's disease biomarkers for the diagnosis of pain syndrome and the diagnosis of Alzheimer's disease, respectively, are noted, which seems to be especially relevant in elderly patients with dementia, suffering from cognitive impairment and unable to communicate. A number of studies have analyzed the age-related changes in the microelement composition of saliva, including changes in the microelement composition of the saliva of women with postmenopausal osteoporosis.

According to the results of the review study, it should be noted that it is promising to study the possibilities of the microelement composition of saliva in elderly patients both as an auxiliary method for diagnosing various pathological conditions and in developing algorithms for the prevention and treatment of a number of diseases, as well as a method for evaluating the effectiveness of ongoing therapeutic procedures.

Keywords: saliva, oral cavity, microelement composition, old age, saliva age-related changes

Received: 01.03.2023; **revised:** 29.03.2023; **accepted:** 30.03.2023.

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

Acknowledgments: There are no funding and individual acknowledgments to declare.

For citation: Araz M. Imanov., Yuliya A Mazur., Eliso M. Kakabadze. Features of the microelement composition of saliva in elderly patients. *Endodontics today*. 2023; 21(1):75-81. DOI: 10.36377/1683-2981-2023-21-1-75-81.

Слюнная жидкость (слюна, ротовая жидкость) представляет собой экзогенный секрет, содержащий набор элементов, растворенных в воде, соотношение и концентрация которых может являться отражением разнообразных физиологических и патологических процессов, протекающих в организме. Слюна, помимо своего участия в пищеварении, помогает контролировать накопление зубного налета, защищает эмаль зубов. Белки слюны выполняют защитные антибактериальные функции, участвуют в репаративных процессах. Простота получения слюнной жидкости для анализа, неинвазивность процедуры, а также низкая стоимость затрат являются привлекательными в применении данного метода как при оценке состояния зубов и слизистой полости рта [6, 14, 15], так и для диагностики функционального состояния организма, включая мониторинг общего состояния здоровья, диагностику системных заболеваний, в качестве индикатора риска возникновения заболеваний и т.д., что определяется наличием тесной взаимосвязи между здоровьем полости рта и общими системными критериями здоровья организма [20].

Анализ микроэлементного состава слюнной жидкости в последние годы все более часто привлекает внимание со стороны исследователей в области здоровья человека и рассматривается как перспективный вспомогательный метод диагностики различных физиологических состояний человека. В пожилом возрасте, характеризующемся общей тенденцией нарастания количества системных и хронических заболеваний, оценка микроэлементного состава слюны как анализ возможных факторов риска развития патологических изменений представляет несомненную актуальность с точки зрения профилактики и непосредственно терапии многих заболеваний, влияющих на химический гомеостаз организма человека.

Слюнная жидкость выделяется тремя парами крупных слюнных желез (подъязычные, околоушные и подчелюстные) и множеством (примерно 450-750) мелких желез, расположенных на языке, слизистой оболочке щек и небе, за исключением передней части твердого неба и десен. В результате смешивания слюны, выделяемой из перечисленных желез, в ротовой полости присутствует так называемая смешанная ротовая жидкость, или слюна, в состав которой также входят бак-

терии ротовой полости и продукты их жизнедеятельности, продукты распада, компоненты плазмы крови, жидкость из десневой борозды, а также следы лекарств или химических продуктов. Это сложнокомпонентная жидкость. При этом состав и количество выделяемой слюны подвержены регулированию со стороны различных факторов, включая циркадианные ритмы организма, особенности диеты, возраст человека, прием лекарственных препаратов и наличие заболеваний [31].

По химическому составу слюнная жидкость, состоящая примерно на 99% из воды, содержит многочисленные электролиты (натрий, калий, кальций, магний, хлориды, фосфаты, бикарбонаты) и белки, представленные иммуноглобулинами, ферментами и другими антимикробными факторами, а также гликопротеидами слизистой оболочки. В минимальных количествах в слюне могут присутствовать альбумины, олигопептиды и полипептиды, а также глюкоза и азотистые продукты (аммиак и мочевины), которые в совокупности определяют различные функции, выполняемые слюной [23]. Неорганические компоненты слюны находятся в виде растворенных в ней катионов (Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+}) и анионов макроэлементов – хлоридов, бромидов, фосфатов, иодидов, бикарбонатов, сульфатов, роданидов. При этом все минеральные макро- и микроэлементы находятся в слюне как в виде простых ионов, так и в составе соединений – белков, солей, хелатных комплексов [8].

Микроэлементы, содержащиеся в слюне вместе с электролитами и органическими молекулами в количестве 0,5%, регулируют различные биологические процессы. Так, медь, цинк, марганец и селен являются важными компонентами системы антиоксидантных ферментов. Цинк и медь действуют как кофакторы в регуляции функций супероксиддисмутазы, основного антиокислительного фермента в защите от свободных радикалов. Цинк играет важную роль в регуляции роста, дифференцировке и делении клеток. Высокие уровни содержания меди проявляют защитный эффект в случае химической индукции. Железо, в свою очередь, присутствует как составной элемент в пероксидазах, кариостатических ферментах. Кроме того, железо активирует окислительные ферменты, вырабатывающие энергию, и играет важную роль в синтезе

ДНК, РНК-антител и коллагена. Оно также отвечает за образование оксида азота в результате окислительно-восстановительной реакции между нитритом и ионами железа, оказывающего разрушающее воздействие на ДНК, клеточные белки и липиды, что может привести к гибели клеток и повреждению тканей [19].

В слюне выявляется до 40 фракций белков, в число которых входят некаталитические белки (муцин, саливопротеин и др.), ферменты (амилаза, пероксидаза и др.), иммуноглобулины и др. Амилаза слюны является одним из наиболее важных компонентов слюны, отвечающих за запуск процесса переваривания крахмала во рту, слюнная липаза инициирует переваривание жиров, а мальтаза расщепляет мальтозу до глюкозы. Комплекс иммуноглобулинов (IgG, IgM и IgA) и лизоцим определяют антибактериальные свойства слюнной жидкости, ингибируя бактериальную колонизацию ротовой полости. Пероксидаза ингибирует рост и выработку микроорганизмами кислот, угнетая тем самым их метаболизм. Муцины также обладают антибактериальными свойствами за счет избирательной адгезии и создания защитного барьера, и др. [7]. Диагностика микроэлементного состава слюнной жидкости может способствовать лучшему пониманию общего состояния здоровья человека и, следовательно, подбору более эффективных методов терапии и улучшению прогноза его состояния.

Гомеостаз внутренней среды организма предусматривает необходимость поддержания на физиологическом уровне качественного и количественного содержания минеральных веществ в тканях органов, и дефицит одного из микроэлементов может привести к дисбалансу других микроэлементов. При этом сами микроэлементы могут проявлять иммуномодулирующее действие и быть эссенциальными либо иммуноотоксичными. К эссенциальным микроэлементам (незаменимые микроэлементы, необходимые для обеспечения нормального функционирования иммунной системы) относятся железо, цинк, йод, кобальт, медь, селен, хром, марганец, молибден, литий). В число иммуноотоксичных микроэлементов (микроэлементы, угнетающие иммунобиологическую резистентность организма) входят мышьяк, алюминий, никель, бор, свинец, кадмий, ртуть и др. В исследовании Г. Р. Рувиной (2019) был выполнен анализ микроэлементного состава слюны у пожилых пациентов с нейродегенеративными заболеваниями, в частности, с болезнью Паркинсона. В своем исследовании автор исходила из того факта, что обмен микроэлементов в организме человека и его отдельных тканях регулируется центральной нервной системой, а величина и специфика этого обмена определяется активностью центральной и вегетативной нервной системы, процессами их возбуждения и торможения. При болезни Паркинсона, относящейся к группе нейродегенеративных заболеваний и характеризующейся постепенно нарастающей атрофией соответствующих отделов головного и/или спинного мозга, закономерно происходят изменения в их активности вследствие явления дегенерации нигростриарных дофаминергических нейронов. В сравнительном исследовании микроэлементного состава смешанной слюны, взятой у пожилых пациентов с болезнью Паркинсона и пациентов пожилого возраста, не страдающих данным заболеванием, обнаружено наличие достоверной разницы (в сторону увеличения содержания) у пациентов с болезнью Паркинсона таких микроэлементов, как барий, стронций, свинец, цинк, кальций, магний. Установлено превыше-

ние содержания в группе пациентов с болезнью Паркинсона относительно результатов, полученных в группе сравнения, токсичных металлов алюминия, кадмия, свинца, бария, никеля и мышьяка. При этом отмечено, что такие элементы, как свинец, кадмий и алюминий не обнаружены ни в одном из контрольных образцов. В отношении оценки содержания эссенциальных микроэлементов в ротовой жидкости пожилых пациентов с болезнью Паркинсона и пациентов из контрольной группы в группе с болезнью Паркинсона был выявлен относительный недостаток железа, хрома и селена при одновременном увеличении содержания цинка. Также было выявлено достоверное уменьшение содержания стронция и достоверное увеличение содержания кальция в ротовой жидкости у пациентов с болезнью Паркинсона относительно результатов контрольной группы. Автор подчеркивает тот факт, что стронций может замещать кальций в ациарных клетках слюнных желез, при этом не способен включаться в механизм накопления вместо кальция. Также установлено недостоверное снижение уровня натрия и увеличение уровня калия в слюне пациентов пожилого возраста с болезнью Паркинсона, с наличием критериев позитивной тенденции [12].

При анализе слюнной жидкости необходимо учитывать ее высокую динамическую активность вследствие воздействия разнообразных факторов внешней и внутренней среды. Так, например, показаны изменения в составе слюны (уровень иммуноглобулинов, гормонов, белков, электролитов), происходящие под действием физических упражнений [26], выявлена взаимосвязь между содержанием фермента альфа-амилазы в слюне и развитием микроразностных нарушений в кишечнике, в частности – наличием декомпенсированного дисбиоза кишечника [16]. Ряд таких показателей, как pH ротовой жидкости, ее буферная емкость, количество общего белка в слюне, предлагаются в качестве дополнительных критериев при оценке эффективности ряда терапии патологических состояний, например, при красном плоском лишае [1]. Кроме того, дисфункция слюнных желез, а, соответственно, и микроэлементный состав слюны, могут происходить в процессе старения организма [28]. Отмечается, что возраст оказывает значительное влияние на все параметры слюноотделения. В ряде исследований, посвященных анализу микробиологического состава слюны у пожилых людей, отмечены специфические изменения, происходящие по мере увеличения возраста человека. Так, согласно исследованиям Mosca et al. (2018), с возрастом происходит увеличение в слюне концентрации белка, возрастают амилазная и липолитическая активность ротовой жидкости, при снижении общей скорости слюноотделения [27]. Отмечается, что уменьшаемая с возрастом секреторная активность слюнной жидкости напрямую взаимосвязана с увеличением случаев развития кариеса, вследствие снижения скорости саливации. Согласно исследованию Ж. А. Ризаева и соавт. (2018), прогрессирующее снижение кислотности слюны с увеличением возраста пожилых людей объясняется наличием физиологических отклонений гомеостаза от нормы в период старения, что, в свою очередь, вызывает закисление полости рта и является причиной процессов деминерализации зубной эмали и увеличения патологических изменений твердых тканей зубов. Кроме того, обнаружено снижение величины буферной емкости слюны у лиц пожилого возраста, что также провоцирует возникновение кариеса и некариозных поражений зубов, заболевания пародонта. Элементный состав

слюны пожилых людей характеризовался увеличением концентрации в ротовой жидкости ряда минеральных компонентов: кальция, фосфора [11]. В исследовании Э. М. Павленко (2017) установлено возрастное снижение активности пируваткиназы, лимитирующей скорость гликолиза и увеличение активности фруктозоdifосфатазы как развитие компенсаторного механизма при возникновении явлений метаболического ацидоза [9].

Микроэлементный анализ слюны рассматривается как возможный метод в исследовании изменений гуморального иммунитета у пожилых людей. В ряде исследований отмечается снижение с возрастом выработки маркеров иммунной защиты (иммуноглобулины, интерлейкины), вследствие чего у пожилых пациентов увеличивается риск развития воспалительных и аутоиммунных процессов в ротовой полости [8]. Так, в исследовании И. С. Пинелеса и соавт. (2020) показано различие в показателях общего и местного иммунитета у пациентов пожилого и старческого возраста, установлена подавленность комплементарной активности и активация гуморального иммунитета с избыточным синтезом всех иммуноглобулинов, присутствующих в слюне, в случае развития хронического генерализованного пародонтита у пожилых пациентов [10]. Отмечается, что в случае развития периодонтита в слюнной жидкости увеличена концентрация кальция, меди, натрия и марганца, снижена концентрация ионов лития, а данные различных исследований относительно содержания цинка имеют противоречивые результаты [17, 30].

Маркеры развития хронического иммунного воспаления в слюне как одного из гериатрических синдромов, инициирующих развитие синдрома начальной астении, были изучены в работе В. А. Борозенцевой и соавт. (2020). Авторы исходили из предположения, что в слюне, одной из функций которой является обеспечение антибактериальной защиты и обеспечение местного иммунитета, можно выделить определенные маркеры для обнаружения иммунного воспаления при начальной стадии развития синдрома начальной астении. В исследовании слюны, отобранной от двух групп пациентов старше 70 лет без синдрома старческой астении и с синдромом старческой астении, посредством иммунологических и биохимических тестов определяли уровень провоспалительных цитокинов. Согласно полученным результатам авторы пришли к выводу, что посредством анализа слюнной жидкости пожилых пациентов уже на ранних стадиях развития синдрома старческой астении вследствие развития хронической иммунной воспалительной болезни обнаруживается снижение антибактериальной и противовирусной защиты, что проявляется в достоверном уменьшении уровней ФНО-альфа, интерлейкина-1-бета, интерлейкина-6 и интерлейкина-8 [2].

В исследовании Cantón-Nabas et al. (2019) были обнаружены корреляционные связи между биомаркерами боли в слюне (секреторный IgA и растворимый рецептор фактора некроза опухоли II типа) и величине уровня боли по шкале прогрессирующей деменции у пожилых людей с когнитивными нарушениями и неспособностью к общению. Авторы подчеркивают, что возможность определения биомаркеров боли в слюне представляет собой перспективный неинвазивный и недорогой дополнительный метод диагностики болевого синдрома и степени его выраженности, что в перспективе позволит улучшить качество жизни пожилых пациентов, страдающих когнитивными нарушениями, посредством эффективного купирования испытываемых ими боле-

вых ощущений, а также разрабатывать эффективные клинические рекомендации с более высоким уровнем доказательности [18].

Учитывая увеличивающуюся распространенность сахарного диабета, в том числе диабета 2 типа, более характерного для лиц старшего возраста, актуальными представляются исследования микроэлементного состава слюны с целью выделения маркеров данного заболевания. Известно, что в случае развития сахарного диабета в слюне изменяется содержания кальция (в сторону увеличения) и фосфора (в сторону снижения), что вызывает нарушение ряда функций ротовой жидкости (очищающей, минерализующей, защитной) и преобладанию процессов деминерализации над реминерализацией. Так, в поперечном обсервационном клиническом исследовании Martínez et al. (2018) был выполнен анализ содержания Mg, Ca и Zn в слюне здоровых людей и больных сахарным диабетом 2 типа. В данном случае микроэлементы оценивали в нестимулированной слюне посредством метода масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой. Дополнительно отмечали ряд социально-демографических, антропометрических, метаболических и диабетологических маркеров. Согласно результатам выполненного исследования авторы обнаружили, что содержание уровня магния в слюне может быть использовано в качестве маркера высокого сердечно-сосудистого риска, обусловленного абдоминальным ожирением у мужчин. Уровень цинка в слюне, в свою очередь, предлагается рассматривать в качестве маркера сахарного диабета 2 типа как ко-маркера инсулина и его связи с углеводным обменом в организме [24]. В другом, аналогичном исследовании, выполненном Mozaffari et al. (2019), отмечается возможность для скрининга, диагностики и мониторинга диабета 2 типа исследование содержания в слюне уровня кальция, фосфора, мочевины и общего белка [25].

В исследовании Ogawa et al. (2018) авторы исследовали микроэлементный и микробиотный состав слюны в образцах здоровых и ослабленных пожилых людей, при этом группа здоровых пожилых людей рассматривалась как контрольная, а группа ослабленных пожилых людей была отобрана из людей, проживающих в домах престарелых. Согласно результатам выполненного исследования, авторы пришли к выводу о наличии взаимосвязи между микроэлементным и бактериальным составом слюны и состоянием общей слабости пациентов [27].

В исследовании Е. А. Запрудновой и соавт. (2021) при анализе возрастных изменений состава слюны обнаружено увеличение концентрации кальция в пожилом возрасте наряду со снижением концентрации хлоридов, что свидетельствует о возрастном снижении ферментативной активности слюнной жидкости [3].

Ряд исследований посвящен изучению возможностей исследования микроэлементного состава слюны при оценке риска развития заболеваний сердечно-сосудистой системы у пожилых пациентов. Так, И. М. Кветной с соавт. (2021) при анализе возможностей микроэлементного исследования слюны в диагностике возраст-ассоциированной дилатационной кардиомиопатии обнаружили значимое снижение в слюне лиц пожилого и старческого возраста с дилатационной кардиомиопатией концентрации мелатонина и регулируемого им сертуина 3, а также интерлейкинов 1β и 6, что предлагается применять в качестве молекулярной диагностики наличия дилатационной кардиомиопатии в анализируемой возрастной группе [4]. В исследовании

Г. Б. Сараева и соавт. (2019), посвященном изучению в слюне сигнальных молекул при диагностике развития гипертонической болезни, обнаружено, что у пожилых пациентов с гипертонической болезнью, в отличие от пациентов с гипертонической болезнью среднего возраста, отмечается увеличение в слюне уровня экспрессии интерлейкина-8, фактора некроза опухоли-альфа, матриксных металлопротеиназ 8 и 9, а также белка p16 [13].

Актуальным представляется также анализ возможностей применения микроэлементного анализа слюны с целью определения возможных биомаркеров болезни Альцгеймера. Данное направление имеет высокую медицинскую и социальную значимость, поскольку известно, что гистопатологические изменения при болезни Альцгеймера могут обнаруживаться за десятилетия до начала клинических проявлений заболеваний. Так, в исследовании Gleerup et al. (2019) выполнен обзор исследований, посвященных поиску биомаркеров болезни Альцгеймера в слюне. Согласно результатам данного исследования, авторы выделили наличие статистически значимых различий таких биомаркеров, как бета-амилоид и тау-белки, которые предложили к дальнейшему изучению в клинических исследованиях [18]. В исследовании А. Е. Пухальской и соавт. (2020), согласно полученным результатам, предложено в качестве дополнительного метода прижизненной неинвазивной диагностики болезни Альцгеймера у пациентов пожилого возраста оценивать в слюнной жидкости изменение (снижение) концентрации сиртуина 6 как маркера оценки скорости старения организма [29].

Концентрацию сиртуинов в слюне предлагается оценивать также в качестве диагностического критерия при диагностике ишемической болезни сердца и темпа старения организма. Так, в исследовании Н. С. Линьковой и соавт. (2021) выявлено перспективное исследование концентрации сиртуинов 1, 6 и 7 в слюне здоровых людей среднего и пожилого возраста (их снижение) при осуществлении комплексной оценки развития процессов биологического старения [8].

Простота микроэлементного анализа слюнной жидкости как возможного диагностического критерия для различных заболеваний способствует значительному количеству исследований, посвященных поиску возможных корреляций между микроэлементным составом слюнной жидкости и различными видами патологий. Так, в исследовании Kerschman-Schindl et al. (2020)

были проанализированы возможные корреляционные взаимосвязи между маркерами костного метаболизма в слюне и минеральной плотностью костей у женщин с постменопаузным остеопорозом и здоровых женщин того же возраста. Дополнительно оценивались маркеры костного обмена в сыворотке крови. В исследовании в сыворотке крови и стимулированной слюне определяли уровни остеокальцина, N-концевого пропептида коллагена I типа, костно-специфической щелочной фосфатазы и сшитого C-телопептида коллагена I типа. Согласно результатам исследования, авторы обнаружили, что в слюне остеокальцин и сшитый C-телопептид коллагена I типа достигали обнаруживаемых уровней, в отличие от таких маркеров костной ткани, как N-концевой пропептид коллагена I типа и щелочная фосфатаза, которые оказались близкими к порогу обнаружения либо ниже этого порога. При этом показано, что определение маркеров костной ткани в сыворотке крови оказалось более результативным [22].

Возможность развития диагностических технологий микроэлементного состава слюны рассматривается как перспективное клиническое направление, позволяющее осуществлять одновременную диагностику нескольких заболеваний в режиме реального времени. Таким образом, слюна является идеальной биологической жидкостью для изучения возрастных изменений физиологического состояния человека, а также диагностики ряда заболеваний. Возможность применения микроэлементного состава слюны в ряде диагностических процедур позволит получить простой и недорогой метод отбора проб, доставляющий минимально возможный дискомфорт пожилому пациенту, а также располагать точной, портативной и простой в использовании диагностической платформой.

Таким образом, возможность анализа микроэлементов, содержащихся в слюне, их возрастные изменения может представлять собой вспомогательный метод оценки функционального состояния организма лиц пожилого возраста. Возможность исследования микроэлементного состава слюны у пожилых людей может представлять интерес при диагностике пожилого пациента в норме и при развитии различных патологических состояний, использоваться при разработке алгоритма по профилактике и лечению ряда заболеваний, распространенных в гериатрии, а также служить методом оценки эффективности осуществляемых терапевтических процедур.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Анисимова И. В., Золотова Л. Ю., Ломиашвили Л. М., Симонян Л. А. Характеристика данных актирования, микрокристаллизации и лабораторных показателей ротовой жидкости у пациентов с красным плоским лишаем. Проблемы стоматологии. 2018. 14(1): 5-10.
2. Борозенцева В. А., Силутина М. В., Коршун Е. И., Фесенко Э. В., Борозенцев В. Ю., Матевосян С. И. Особенности ротовой жидкости при возрастных изменениях полости рта. Современные проблемы здравоохранения и медицинской статистики. 2020; 3: 492-502.
3. Запруднова Е. А., Азова Н. Р. Возрастные изменения ферментативной активности слюны. Экология речных бассейнов : Труды 10-й Международной научно-практической конференции. 2021; 430-434.
4. Кветной И. М., Линькова Н. С., Пухальская А. Э., Козлов К. Л., Гурко Г. И., Пальцев М. А. Инфламэйджинг: роль в патогенезе и молекулярной диагностике возраст-ассоциированной дилатационной кардиомиопатии. Патогенез. 2021; 19(2): 67-72. DOI 10.25557/2310-0435.2021.02.67-72.
5. Линькова Н. С., Пухальская А. Э., Ильницкий А. Н., Новак-Бобарыкина У. А., Осипова О. А., Рождественская О. А., Козлов К. Л. Концентрация сиртуинов в слюне: перспективы применения для диагностики ишемической болезни сердца и темпа старения организма.

Молекулярная медицина. 2021; 19(6): 37-42. DOI 10.29296/24999490-2021-06-06.

6. Македонова Ю. А., Александрова Е. С., Дьяченко С. В., Афанасьева О. Ю., Куркина О. Н. Анализ кристаллограмм ротовой жидкости в динамике лечения пациентов с патологией слизистой полости рта. Эндодонтия Today. 2022; 20(1): 64-71. DOI 10.36377/1726-7242-2022-20-1-64-71.

7. Микаелян Н. П., Комаров О. С., Давыдов В. В., Мейснер И. С. Биохимия ротовой полости в норме и при патологии. М. : Издательство ИКАР. 2017; 64. ISBN 978-5-7974-0574-0.

8. Митронин А. В., Антонова О. А. Биомаркеры смешанной слюны как индикаторы состояния организма. Российская стоматология. 2022; 15(1): 61-62. DOI 10.17116/rosstomat20221501125.

9. Павленко Э. М. Метаболические изменения в ротовой полости у лиц пожилого и старческого возраста при генерализованном пародонтите. Вісник проблем біології і медицини. 2017; (2): 382-386.

10. Пинелис И. С., Пинелис Ю. И., Малеев М. С., Ушницкий И. Д. Показатели врожденного и адаптивного иммунитета при хроническом генерализованном пародонтите у больных пожилого и старческого возраста. Якутский медицинский журнал. 2020; 1(69): 63-67.

11. Ризаев Ж. А., Асадуллаев Н. С., Абдувакилов Ж. У. Динамика возрастных показателей физико-химического состава ротовой

жидкости у лиц пожилого и старческого возраста. Вісник проблем біології і медицини. 2018; 1(3 (145)): 382-385.

12. Рувинская Г. Р. Исследование микроэлементов ротовой жидкости у пациентов с нейродегенеративными заболеваниями. Международная научно-практическая конференция «Актуальные вопросы медицинской профилактики, диагностики и лечения стоматологических заболеваний». Минск, 2019; 154-162.

13. Сараев Г. Б., Миронова Е. С., Линькова Н. С., Бунин В. А., Пальцев М. А., Кветной И. М. Исследование сигнальных молекул в слюне: перспективы применения для диагностики инфаркта миокарда и темпа старения людей разного возраста. Успехи геронтологии. 2019; 32(3): 364-369.

14. Сметанина О. А., Казарина Л. Н., Гордеев А. С., Красникова О. В. Ранняя диагностика хронического катарального гингивита с использованием метода инфракрасной спектроскопии биологических жидкостей полости рта. Эндодонтия Today. 2018.; 4: 60-63. DOI 10.25636/PMP.2.2018.4.14.

15. Успенская О. А., Трефилова О. В., Шевченко Е. А. Изменение уровня органических кислот в ротовой жидкости при отбеливании. Эндодонтия Today. 2018; 2: 22-24. DOI 10.25636/PMP.2.2018.2.5.

16. Шулятникова О. А., Годовалов А. П., Рогожников Г. И., Яковлев М. В., Батог К. А., Леушина Е. А. Активность альфа-амилазы слюны и уровень гигиены ротовой полости при некоторых клинических состояниях. Проблемы стоматологии. 2021; 17(1): 172-176.

17. Baima G., Iaderosa G., Corana M., Romano F., Citterio F., Giacomino A., Berta G. N., Aimetti M. Macro and trace elements signature of periodontitis in saliva: a systematic review with quality assessment of ionomics studies. Journal of periodontal research, 2022; 57(1): 30-40. DOI: 10.1111/jre.12956. PMID: 34837226. PMCID: PMC9298699.

18. Cantón-Habas V., Carrera-González M. D. P., Moreno-Casbas M. T., Quesada-Gómez J. M., Rich-Ruiz M. Correlation between biomarkers of pain in saliva and PAINAD scale in elderly people with cognitive impairment and inability to communicate: descriptive study protocol. BMJ Open. 2019; 10(9(11)):e032927. doi: 10.1136/bmjopen-2019-032927. PMID: 31712347; PMCID: PMC6858249.

19. Celik N., Gul P., Karakoc A., Akgul N. Trace Element Levels in Saliva in Subjects With Composite Filling. Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi. 2021; 31(1): 59-64. DOI:10.17567/ataunidd.814181.

20. Fatima S., Rehman A., Shah K. U., Kamran M., Maschal S., Rustam S. A., Sabir M. W., Nayab A., Muzammal M. Composition and function of

saliva: a review. World journal of pharmacy and pharmaceutical sciences. 2020; 9(6): 1552-1567. DOI:10.20959/wjpps20206-16334.

21. Gleerup H. S., Hasselbalch S. G., Simonsen A. H. Biomarkers for Alzheimer disease in saliva: a systematic review. Disease markers. 2019. Article ID 4761054 | <https://doi.org/10.1155/2019/4761054>.

22. Kerschhan-Schindl K., Boschitsch E., Marculescu R., Gruber R., Pietschmann P. Bone turnover markers in serum but not in saliva correlate with bone mineral density. Scientific reports. 2020; 10(1):11550. doi: 10.1038/s41598-020-68442-z.

23. Krahel A., Hernik A., Dmitrzak-Weglaz M., Paszynska E. Saliva as diagnostic material and current methods of collection from oral cavity. Clinical laboratory. 2022; 68(10). DOI:10.7754/Clin.Lab.2022.211224.

24. Martínez L. M., Pagán D. M., Jornet P. L. Trace elements in saliva as markers of type 2 diabetes mellitus. Biological trace element research. 2018; 186(2): 354-360. doi: 10.1007/s12011-018-1326-x.

25. Mozaffari H. R., Sharifi R., Raygani A. V., Sadeghi M., Nikray S., Naseri R. Salivary profile in adult type 2 diabetes mellitus patients: a case-control study. The journal of the Pakistan medical association. 2019; 69(2): 190-194. PMID: 30804582.

26. Ntovas P., Loumpiris N., Maniatakis P., Margaritidi L., Rahiotis C. The effects of physical exercise on saliva composition: a comprehensive review. Dentistry journal. 2022; 10(1): 7. DOI: 10.3390/dj10010007.

27. Ogawa T., Hirose Y., Honda-Ogawa M., Sugimoto M. Composition on salivary microbiota in elderly subjects. Scientific reports. 2018; 8(1). DOI:10.1038/s41598-017-18677-0.

28. Proctor G. B., Shaalan A. M. Disease-induced changes in salivary gland function and the composition of saliva. Journal of dental research. 2021; 100(11): 002203452110048. DOI:10.1177/00220345211004842.

29. Pukhalskaia A. E., Dyatlova A. S., Linkova N. S., Kozlov K. L., Kvetnaia T. V., Koroleva M. V., Kvetnoy I. M. Sirtuins as possible predictors of aging and Alzheimer's disease development: verification in the hippocampus and saliva. Bulletin of experimental biology and medicine. 2020; 169(6): 821-824. doi: 10.1007/s10517-020-04986-4. PMID: 33098511.

30. Romano F., Castiblanco A., Spadotto F., Di Scipio F., Malandrino M., Berta G. N., Aimetti M. ICP-Mass-Spectrometry Ionic Profile of Whole Saliva in Patients with Untreated and Treated Periodontitis. Biomedicines. 2020; 8(9): 354. doi: 10.3390/biomedicines8090354. PMID: 32942752; PMCID: PMC7555328.

31. Uchida H., Ovitt C. Novel impacts of saliva with regard to oral health. The journal of prosthetic dentistry. 2021; 127. DOI:10.1016/j.prosdent.2021.05.009.

REFERENCES:

1. Anisimova I. V., Zolotova L. Yu., Lomiashvili L. M., Simonyan L. A. Characteristics of questionnaire data, microcrystallization and laboratory parameters of oral fluid in patients with lichen planus. Problems of dentistry. 2018. 14(1): 5-10.

2. Borozentseva V. A., Silyutina M. V., Korshun E. I., Fesenko E. V., Borozentsev V. Yu., Matevosyan S. I. Features of the oral fluid in age-related changes in the oral cavity. Modern problems of public health and medical statistics. 2020; 3:492-502.

3. Zaprudnova E. A., Azova N. R. Age-related changes in the enzymatic activity of saliva. Ecology of river basins: Proceedings of the 10th International Scientific and Practical Conference. 2021; 430-434.

4. Kvetnoy I. M., Linkova N. S., Pukhalskaya A. E., Kozlov K. L., Gurko G. I., Paltsev M. A. Inflammaging: a role in the pathogenesis and molecular diagnosis of age-associated dilated cardiomyopathy. Pathogenesis. 2021; 19(2): 67-72. DOI 10.25557/2310-0435.2021.02.67-72.

5. Linkova N. S., Pukhalskaya A. E., Ilitsky A. N., Novak-Bobarykina U. A., Osipova O. A., Rozhdestvenskaya O. A., Kozlov K. L. Concentration of sirtuins in saliva: prospects for the diagnosis of coronary heart disease and the rate of aging of the body. Molecular medicine. 2021; 19(6): 37-42. DOI 10.29296/24999490-2021-06-06.

6. Makedonova Yu. A., Alexandrina E. S., Dyachenko S. V., Afanas'eva O. Yu., Kurkina O. N. Analysis of crystallograms of oral fluid in the dynamics of treatment of patients with pathology of the oral mucosa. Endodontics Today. 2022; 20(1): 64-71. DOI 10.36377/1726-7242-2022-20-1-64-71.

7. Mikaelyan N. P., Komarov O. S., Davydov V. V., Meisner I. S. Biochemistry of the oral cavity in health and disease. M.: Publishing house IKAR. 2017; 64. ISBN 978-5-7974-0574-0.

8. Mitronin A. V., Antonova O. A. Biomarkers of mixed saliva as indicators of the state of the organism. Russian dentistry. 2022; 15(1): 61-62. DOI 10.17116/rossstomat20221501125.

9. Pavlenko E. M. Metabolic changes in the oral fluid in elderly and senile patients with generalized periodontitis. Bulletin of problems of biology and medicine. 2017; (2): 382-386.

10. Pinelis I. S., Pinelis Yu. I., Malezhik M. S., Usnitsky I. D. Indicators of innate and adaptive immunity in chronic generalized periodontitis in elderly and senile patients. Yakut Medical Journal. 2020; 1(69): 63-67.

11. Rizaev Zh. A., Asadullaev N. S., Abdvakilov Zh. U. Dynamics of age indicators of the physicochemical composition of the oral fluid in elderly and senile patients. Bulletin of problems of biology and medicine. 2018; 1(3(145)): 382-385.

12. Ruvinskaya G. R. The study of microelements of the oral fluid in patients with neurodegenerative diseases. International scientific and practical conference "Actual issues of medical prevention, diagnosis and treatment of dental diseases". Minsk, 2019; 154-162.

13. Saraev G. B., Mironova E. S., Linkova N. S., Bunin V. A., Paltsev M. A., Kvetnoy I. M. Investigation of signaling molecules in saliva: prospects for the diagnosis of myocardial infarction and the rate of aging of people of different ages. Advances in Gerontology. 2019; 32(3): 364-369.

14. Smetanina O. A., Kazarina L. N., Gordetsov A. S., Krasnikova O. V. Early diagnosis of chronic catarrhal gingivitis using infrared spectroscopy of oral biological fluids. Endodontics Today. 2018.; 4:60-63. DOI 10.25636/PMP.2.2018.4.14.

15. Uspenskaya O. A., Trefilova O. V., Shevchenko E. A. Changes in the level of organic acids in the oral fluid during bleaching. Endodontics Today. 2018; 2:22-24. DOI 10.25636/PMP.2.2018.2.5.

16. Shulyatnikova O. A., Godovalov A. P., Rogozhnikov G. I., Yakovlev M. V., Batog K. A., Leushina E. A. Salivary alpha-amylase activity and the level of oral hygiene in some clinical states. Problems of dentistry. 2021; 17(1): 172-176.

17. Baima G., Iaderosa G., Corana M., Romano F., Citterio F., Giacomino A., Berta G. N., Aimetti M. Macro and trace elements signature of periodontitis in saliva: a systematic review with quality assessment of ionomics studies. Journal of periodontal research, 2022; 57(1): 30-40. DOI: 10.1111/jre.12956. PMID: 34837226. PMCID: PMC9298699.

18. Cantón-Habas V., Carrera-González M. D. P., Moreno-Casbas M. T., Quesada-Gómez J. M., Rich-Ruiz M. Correlation between biomarkers of pain in saliva and PAINAD scale in elderly people with cognitive impairment and inability to communicate: descriptive study protocol.

BMJ Open. 2019; 10;9(11):e032927. doi: 10.1136/bmjopen-2019-032927. PMID: 31712347; PMCID: PMC6858249.

19. Celik N., Gul P., Karakoc A., Akgul N. Trace Element Levels in Saliva in Subjects With Composite Filling. Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi. 2021; 31(1): 59-64. DOI:10.17567/ataunidf.814181.

20. Fatima S., Rehman A., Shah K. U., Kamran M., Maschal S., Rustam S. A., Sabir M. W., Nayab A., Muzammal M. Composition and function of saliva: a review. World journal of pharmacy and pharmaceutical sciences. 2020; 9(6): 1552-1567. DOI:10.20959/wjpps20206-16334.

21. Gleerup H. S., Hasselbalch S. G., Simonsen A. H. Biomarkers for Alzheimer disease in saliva: a systematic review. Disease markers. 2019. Article ID 4761054 | https://doi.org/10.1155/2019/4761054.

22. Kersch-Schindl K., Boschitsch E., Marculescu R., Gruber R., Pietschmann P. Bone turnover markers in serum but not in saliva correlate with bone mineral density. Scientific reports. 2020; 10(1):11550. doi: 10.1038/s41598-020-68442-z.

23. Krahel A., Hernik A., Dmitrzak-Weglarz M., Paszynska E. Saliva as diagnostic material and current methods of collection from oral cavity. Clinical laboratory. 2022; 68(10). DOI:10.7754/Clin.Lab.2022.211224.

24. Martínez L. M., Pagán D. M., Jornet P. L. Trace elements in saliva as markers of type 2 diabetes mellitus. Biological trace element research. 2018; 186(2): 354-360. doi: 10.1007/s12011-018-1326-x.

25. Mozaffari H. R., Sharifi R., Raygani A. V., Sadeghi M., Nikray S., Naseri R. Salivary profile in adult type 2 diabetes mellitus patients:

a case-control study. The journal of the Pakistan medical association. 2019; 69(2): 190-194. PMID: 30804582.

26. Ntovas P., Loumprinis N., Maniatakis P., Margaritidi L., Rahiotis C. The effects of physical exercise on saliva composition: a comprehensive review. Dentistry journal. 2022; 10(1): 7. DOI: 10.3390/dj10010007.

27. Ogawa T., Hirose Y., Honda-Ogawa M., Sugimoto M. Composition on salivary microbiota in elderly subjects. Scientific reports. 2018; 8(1). DOI:10.1038/s41598-017-18677-0.

28. Proctor G. B., Shaalan A. M. Disease-induced changes in salivary gland function and the composition of saliva. Journal of dental research. 2021; 100(11): 002203452110048. DOI:10.1177/00220345211004842.

29. Pukhalskaia A. E., Dyatlova A. S., Linkova N. S., Kozlov K. L., Kvetnaia T. V., Koroleva M. V., Kvetnoy I. M. Sirtuins as possible predictors of aging and Alzheimer's disease development: verification in the hippocampus and saliva. Bulletin of experimental biology and medicine. 2020; 169(6): 821-824. doi: 10.1007/s10517-020-04986-4. PMID: 33098511.

30. Romano F., Castiblanco A., Spadotto F., Di Scipio F., Malandrino M., Berta G. N., Aimetti M. ICP-Mass-Spectrometry Ionic Profile of Whole Saliva in Patients with Untreated and Treated Periodontitis. Biomedicine. 2020; 8(9): 354. doi: 10.3390/biomedicine8090354. PMID: 32942752; PMCID: PMC7555328.

31. Uchida H., Ovitt C. Novel impacts of saliva with regard to oral health. The journal of prosthetic dentistry. 2021; 127. DOI:10.1016/j.prosdent.2021.05.009.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ:

*Иманов А.М.*¹ – врач-стоматолог, ORCID ID: 0000-0002-0345-7503.

*Мазур Ю.А.*¹ – врач-стоматолог, ORCID ID: 0000-0002-0408-2002.

*Какабадзе Э.М.*² – студент Медицинского института.

¹Частная практика, Россия

²Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Российский университет дружбы народов» (РУДН), 117198, Россия, г.Москва, ул. Миклухо-Маклая, 6

AUTHOR INFORMATION:

*Araz M. Imanov*¹ – dental practitioner, ORCID ID: 0000-0002-0345-7503.

*Yuliya A. Mazur*¹ – dental practitioner, ORCID ID: 0000-0002-0408-2002.

*Eliso M. Kakabadze*² – Student, Medical Institute.

¹Private practice, Russia.

²Peoples' Friendship University of Russia" (RUDN University). 6 Miklukho-Maklaya st, Moscow, 117198, Russia

ВКЛАД АВТОРОВ:

Иманов А.М. – существенный вклад в замысел и дизайн исследования; подготовка статьи или ее критический пересмотр в части значимого интеллектуального содержания.

Мазур Ю.А. – существенный вклад в замысел и дизайн исследования; подготовка статьи или ее критический пересмотр в части значимого интеллектуального содержания.

Какабадзе Э. М. – сбор данных или анализ и интерпретацию данных.

AUTHOR'S CONTRIBUTION:

Araz M. Imanov – has made a substantial contribution to the concept or design of the article; drafted the article or revised it critically for important intellectual content.

Yuliya A. Mazur – has made a substantial contribution to the concept or design of the article; drafted the article or revised it critically for important intellectual content.

Eliso M. Kakabadze – the acquisition, analysis, or interpretation of data for the article.

Координаты для связи с авторами/ Correspondent author:

Иманов А.М. / Araz M. Imanov, E-mail: Dentist001@mail.ru.

Особенности микроэлементного состава слюны у пациентов с сахарным диабетом

© Иманов А.М.¹, Мазур Ю.А.¹, Какабадзе Э.М.²

¹Частная стоматологическая практика, Россия

²Российский университет дружбы народов (РУДН), Москва, Россия

Резюме:

Цель. Выполнить системный анализ современных отечественных и зарубежных литературных источников для определения основных характеристик микроэлементного состава слюны, определяющих перспективы использования ее в диагностике у пациентов с сахарным диабетом.

Методология. Исследование выполнено на основе поиска и изучения оригинальных отечественных и зарубежных статей, посвященных вопросам изучения специфики микроэлементного состава слюны у пациентов с сахарным диабетом, в базах данных eLibrary, PubMed, Elsevier. Отбор релевантного материала осуществлялся по ключевым словам.

Результаты. Сахарный диабет представляет собой хроническое заболевание эндокринной системы, относящееся к иммунологическим заболеваниям, распространенное во всех странах мира и имеющее тенденцию к увеличению как случаев заболеваемости, так и смертности. При этом смертность среди лиц, страдающих сахарным диабетом, может быть обусловлена не только самим заболеванием, но и рядом многочисленных возможных осложнений. Определение экспресс-диагностики состояния органов и систем при сахарном диабете явилось бы действенным методом по предотвращению развития тяжелых стадий данного серьезного заболевания и его осложнений.

Ряд исследований, опубликованных в периодических специализированных научных изданиях, содержит данные, подтверждающие возможность использования слюны при диагностике функционального состояния пациентов с сахарным диабетом. Так, отмечены изменения в слюне концентраций хлора и калия, обнаружены взаимосвязи между содержанием цинка, кальция, магния, фосфора, берилия, бора. Полученные результаты предлагается использовать при анализе риска развития патологии органов и систем при сахарном диабете, в том числе в виде развития кариозных поражений зубов, для выявления нарушений углеводного обмена и осуществления метаболического контроля.

Выводы. Несмотря на относительно небольшое число исследований, посвященных возможности использования в качестве биомаркеров сахарного диабета и его осложнений микроэлементов слюны, анализ литературных источников по вопросам актуальности изучения особенностей микроэлементного состава слюны при сахарном диабете показал перспективность выполнения данных исследований с точки зрения простоты выполнения анализа, экспрессности метода, его безболезненности, неинвазивности, однозначности получаемых результатов.

Ключевые слова: слюна, ротовая жидкость, микроэлементный состав слюны, сахарный диабет, биомаркеры.

Статья поступила: 01.03.2023; **исправлена:** 25.03.2023; **принята:** 30.03.2023.

Конфликт интересов: Авторы сообщают об отсутствии конфликта интересов.

Благодарности: Финансирование и индивидуальные благодарности для декларирования отсутствуют.

Для цитирования: Иманов А.М., Мазур Ю.А., Какабадзе Э.М. Особенности микроэлементного состава слюны у пациентов с сахарным диабетом. Эндодонтия today. 2023; 21(1):82-88. DOI: 10.36377/1683-2981-2023-21-1-82-88.

Features of the microelement composition of saliva in patients with diabetes mellitus

© Araz M. Imanov¹, Yuliya A. Mazur¹, Eliso M. Kakabadze²

¹Private dental practice, Russia

²"Peoples' Friendship University of Russia" (RUDN University), Moscow, Russia

Abstract:

Aim. Is the features of the microelement composition of saliva in diabetes mellitus.

Objectives. To perform a systematic analysis of modern domestic and foreign literature sources to determine the main characteristics of the microelement composition of saliva, which determine the prospects for its use in the diagnosis of patients with diabetes mellitus.

Methodology. The study was based on the search and study of original domestic and foreign articles on the study of the specifics of the microelement composition of saliva in patients with diabetes mellitus in the eLibrary, PubMed, Elsevier databases. The selection of relevant material was carried out by keywords.

Results. Diabetes mellitus is a chronic disease of the endocrine system, related to immunological diseases, common in all countries of the world and tending to increase both morbidity and mortality. At the same time, mortality among people with diabetes mellitus can be caused not only by the disease itself, but also by a number of numerous possible complications.

The definition of express diagnostics of the state of organs and systems in diabetes mellitus would be an effective method to prevent the development of severe stages of this serious disease and its complications.

A number of studies published in periodic specialized scientific journals contain data confirming the possibility of using saliva in diagnosing the functional state of patients with diabetes mellitus. Thus, changes in the concentrations of chlorine and potassium in saliva were noted, relationships were found between the content of zinc, calcium, magnesium, phosphorus, beryllium, and boron. The obtained results are proposed to be used in the analysis of the risk of development of pathology of organs and systems in diabetes mellitus, including in the form of the development of carious lesions of the teeth, to identify disorders of carbohydrate metabolism and the implementation of metabolic control.

Conclusions. Despite the relatively small number of studies on the possibility of using saliva trace elements as biomarkers of diabetes mellitus and its complications, an analysis of the literature on the relevance of studying the characteristics of the trace element composition of saliva in diabetes mellitus showed the prospects for performing these studies in terms of ease of analysis, rapidity of the method, its painlessness, non-invasiveness, uniqueness of the results obtained.

Keywords: saliva, oral fluid, microelement composition of saliva, diabetes mellitus, biomarkers

Received: 1.03.2023; **revised:** 25.03.2023; **accepted:** 30.03.2023;

Conflict of interests

The authors declare no conflict of interests.

Acknowledgments: there are no funding and individual acknowledgments to declare

For citation: Araz M. Imanov., Yuliya A Mazur., Eliso M. Kakabadze. Features of the microelement composition of saliva in patients with diabetes mellitus. *Endodontics today*. 2023; 21(1):82-88. DOI: 10.36377/1683-2981-2023-21-1-82-88.

ВВЕДЕНИЕ

Поиск минимальных по инвазивности экспресс-методов диагностики различных заболеваний, особенно хронических, требующих постоянного анализа изменения физиологических показателей, является одним из наиболее актуальных направлений исследований в сфере медицины. Изучение слюны как возможной биологической жидкости для диагностики привлекает особое внимание, вследствие ряда особенностей: наличие в ротовой жидкости широкого спектра органических и неорганических соединений, изменение содержания которых определяется физиологическими и патологическими изменениями, происходящими в живом организме; простота отбора биологического материала; неинвазивность метода, отсутствие необходимости в отборе проб участия специализированного медицинского персонала, возможность забора большого объема биоматериала для анализа и многократного выполнения исследований, а также функциональная простота выполнения диагностического исследования и его относительная дешевизна [20].

Слюна, или ротовая жидкость, выделяемая тремя парами крупных слюнных желез (подъязычные, околоушные и подчелюстные) и множеством (примерно 450-750) мелких желез, является экзокринным секретом, состоящим примерно на 99% из воды и 0,5-1% – из электролитов (натрий, калий, кальций, хлориды, магний, бикарбонат, фосфат), белков, представленных ферментами, иммуноглобулинами и другими антимикробными факторами, гликопротеидами слизистой оболочки, следами альбумина и некоторых полипептидов и олигопептидов, выполняющих защитные функции в ротовой полости. Также в слюне обнаруживаются глюкоза и азотистые продукты (аммиак, мочевины). Все перечисленные элементы выполняют определенные функции, в число которых входят участие в пищеварении, контроль накопления зубного налета, защита эмали зубов, репаративные процессы в ротовой полости и т.д. [6]. В настоящее время слюна привлекает все больший интерес в отношении использования ее анализа в качестве вспомогательного метода диагностики системных заболеваний, а также в качестве индикатора риска возникновения заболеваний и мониторинга общего состояния здоровья [10, 12].

Микроэлементы, присутствующие в слюне, регулируют ряд биологических процессов. Уровни макроэлементов и микроэлементов в слюне отражают различные состояния ротовой полости [14]. Микроэлементы калий, кальций, марганец, железо, кобальт, медь, цинк и др. относятся к группе биогенных элементов, отражающих физиологические и патологические процессы, протекающие в организме. В случае экологически неблагоприятной обстановки в слюне отмечают снижение уровня хлоридов [8].

Медь, цинк, марганец и селен являются важными компонентами системы антиоксидантных ферментов. Цинк и медь действуют как кофакторы в регуляции функций супероксиддисмутазы, основного антиоксидантного фермента в защите от свободных радикалов. Цинк играет важную роль в регуляции роста, дифференцировке и делении клеток. Высокие уровни содержания меди проявляют защитный эффект в случае химической индукции. Железо, в свою очередь, присутствует как составной элемент в пероксидазах, кариостатических ферментах. Кроме того, железо активирует окислительные ферменты, вырабатывающие энергию, и играет важную роль в синтезе ДНК, РНК-антител и коллагена. Оно также отвечает за образование оксида азота в результате окислительно-восстановительной реакции между нитритом и ионами железа, оказывающего разрушающее воздействие на ДНК, клеточные белки и липиды, что может привести к гибели клеток и повреждению тканей [6, 19, 22].

Ряд компонентов слюны аналогичны компонентам крови. В то же время состав ротовой жидкости существенно отличается от состава крови вследствие наличия в слюне, помимо секрета из слюнных желез, микроорганизмов и продуктов их жизнедеятельности, десневой жидкости, пищевых остатков, компонентов плазмы крови, ряда различных биомаркеров, растворимых в слюне, а также следы лекарств, слущенных эпителиальных клеток и клеток крови. Таким образом, анализ слюны может отражать, с одной стороны, особенности состояния общего гомеостаза организма, а с другой – компонентный и количественный состав крови, что позволяет рассматривать возможность ее диагностического использования при многих заболеваниях, а также в сфере профилактики ряда патологических состояний [9, 19, 28].

Микроэлементы, обнаруживаемые в слюне, отражают состояние гомеостаза внутренней среды организма, что достигается поддержанием на физиологическом уровне качественного и количественного содержания минеральных веществ в тканях органов, при этом дефицит одного из микроэлементов может привести к дисбалансу других микроэлементов. Кроме того, непосредственно сами микроэлементы могут быть эссенциальными (незаменимые микроэлементы, необходимые для обеспечения нормального функционирования иммунной системы) или иммуноотоксичными (угнетающими иммунобиологическую резистентность организма), либо проявлять иммуномодулирующее действие. Так, к числу эссенциальных микроэлементов, присутствующих в слюне, относят цинк, железо, медь, кобальт, селен, марганец, хром, молибден, литий. Иммуноотоксичными микроэлементами, чье присутствие в ряде патологических состояний может обнаруживаться в слюне (либо они присутствуют в слюне и в норме, а в случае развития какой-либо определенной патологии их содержание значительно увеличивается), являются алюминий, мышьяк, никель, свинец, бор, кадмий, ртуть и др. [7].

В связи с перспективностью использования слюны в качестве биоматериала, в медицинских исследованиях в настоящее время отмечается тенденция накопления данных о составе слюнной жидкости и возможностях определения конкретных биомаркеров для диагностики различных патологических состояний. В последние несколько лет исследователи активно изучают биомаркеры слюны и технологии выполнения анализа данного биоматериала. В том же время, имеется большая потребность в дальнейших исследованиях по расширению количества биомаркеров для различных заболеваний. Возможность обнаружения таких биомаркеров позволит выполнять скрининг не только стоматологических заболеваний (заболевания пародонта, кариес, заболевания слизистой оболочки полости рта), но и ряда других патологий, в том числе системных заболеваний, имеющих хроническое течение и требующих постоянного контроля [5, 21].

ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ

Выполнить системный анализ современных отечественных и зарубежных литературных источников для определения основных характеристик микроэлементного состава слюны, определяющих перспективы использования ее в диагностике у пациентов с сахарным диабетом.

Исследование выполнено на основе поиска и изучения оригинальных отечественных и зарубежных статей, посвященных вопросам изучения специфики микроэлементного состава слюны у пациентов с сахарным диабетом, в базах данных eLibrary, PubMed, Elsevier. Отбор релевантного материала осуществлялся по ключевым словам.

Одним из заболеваний, требующих постоянного контроля диагностических показателей, является сахарный диабет. Согласно официальным данным, как заболеваемость сахарным диабетом, так и смертность от него среди населения увеличиваются с каждым годом, причем наиболее интенсивно рост заболеваемости отмечается в странах с низким и средним уровнем дохода. Это одно из наиболее распространенных хронических заболеваний в мире, поражающих людей разного возраста, которое в том числе может являться причиной развития почечной недостаточности, слепоты,

инсульта и сердечных приступов, а также приводить к ампутации нижних конечностей [2].

В настоящее время существуют исследования, посвященные анализу содержания микроэлементов в крови при сахарном диабете. Так, в исследовании Wolide et al (2017) была обнаружена связь между содержанием микроэлементов в крови и липидным профилем у пациентов с сахарным диабетом 2 типа. Согласно полученным результатам, существуют достоверные корреляционные взаимосвязи между содержанием в крови микроэлементов цинка, магния, хрома, кальция и железа и профилем липидов среди больных сахарным диабетом второго типа [29]. Учитывая наличие сложных корреляционных взаимосвязей между биохимическими составами слюны и плазмы крови, в настоящее время перед исследователями стоит вопрос транспонирования исследований плазмы крови на возможность использования в диагностике слюны как при различных заболеваниях органов и систем [1].

Как системное эндокринное заболевание сахарный диабет оказывает влияние на деятельность всего организма, в том числе и на состояние и процессы, происходящие в ротовой полости. Вследствие эндокринного поражения при сахарном диабете происходит нарушение функции слюнных желез, и процессы гипосаливации, возникающие у больных сахарным диабетом, приводят к увеличению вязкости ротовой жидкости и снижению иммунитета [15]. При развитии заболевания местный иммунитет снижается, что приводит к уменьшению количества провоспалительных цитокинов полости рта и развитию системного ответа со стороны факторов клеточного иммунитета. Симптомы сахарного диабета в ротовой полости проявляются в виде гингивитов и пародонтитов, глосситов, микозов, склонности к абсцессу, возможным пролежням, нейросенсорных расстройств полости рта, а также в виде воспалительных или атрофических изменений пародонта. Отмечается, что у пациентов, страдающих сахарным диабетом, обнаруживается множество сопутствующих заболеваний полости рта, в том числе кариес, заболевания пародонта, поражения щек и языка, инфекции полости рта, нарушение вкуса и др. [11, 18].

Широкий компонентный состав возможных биомаркеров, обнаруженных в ротовой жидкости, позволяет использовать слюну при диагностике, прогнозировании и мониторинге заболеваний человека, таких как наследственные или аутоиммунные заболевания, заболевания сердечно-сосудистой системы, сахарный диабет, инфекции, кариес и пародонтоз и др.

Изменения в составе химических компонентов ротовой жидкости, происходящие при развитии сахарного диабета, затрагивающие химический состав и соотношение компонентов слюны, могут являться диагностическими параметрами, традиционно определяемыми в сыворотке крови. При этом слюна, по сравнению с сывороткой, имеет ряд преимуществ, а именно:

- простота и неинвазивность сбора слюны;
- простота хранения, транспортировки и обработки биоматериала

К настоящему времени число исследований, касающихся изучения особенностей микроэлементного состава слюны среди лиц, страдающих диабетом, незначительно. Тем не менее, ряд результатов эмпирических исследований, опубликованных в периодических специализированных научных изданиях, содержит данные, подтверждающие возможность использования слюны в качестве биологического материала для диа-

гностики функционального состояния пациентов с сахарным диабетом.

Известно, что в случае развития сахарного диабета в слюне изменяется содержание кальция и фосфора, что вызывает нарушение ряда функций ротовой жидкости (очищающей, минерализующей, защитной) и преобладанию процессов деминерализации над реминерализацией. Существует предположение, что изменения в гомеостазе кальция и витамина D могут играть важную роль в развитии сахарного диабета 2 типа: кальций необходимо для обеспечения инсулинового посредничества во внутриклеточных процессах и реакций инсулина в тканях. Следовательно, изменения концентрации кальция могут способствовать развитию периферической резистентности к инсулину и повышают риск развития сахарного диабета 2 типа. В этом контексте снижение содержания кальция в слюне может рассматриваться в качестве маркера развития сахарного диабета 2 типа [26, 29].

Ряд микроэлементов – магний, цинк, кальций – проявляют особую связь с развитием сахарного диабета и риском сердечно-сосудистых заболеваний. Хром рассматривается как элемент, усиливающий действие инсулина путем влияния на углеводный, липидный и белковый обмены, вследствие чего его рекомендуют исследовать в качестве маркера при контроле уровня глюкозы в крови. Медь, в свою очередь, является важным компонентом различных металлоферментов, регулирующих протекание окислительно-восстановительных реакций. Относительно магния в слюне и его связи с проявлениями сахарного диабета известно, что магний, содержащийся в крови, является кофактором многих реакций, связанных с углеводным обменом и осуществлении гликемического контроля, а гипомагниемия традиционно рассматривается как преддиабетическое состояние, как развитие резистентности к инсулину и сахарного диабета 2 типа, а также как фактор прогрессирования хронических осложнений, вызванных сахарным диабетом. Кроме того, низкое содержание магния в сыворотке крови рассматривается наличием хронического воспаления и окислительного стресса, обнаруживаемых у пациентов с абдоминальным ожирением, сахарным диабетом, артериальной гипертензией, при атеросклерозе и онкологических заболеваниях. Следовательно, анализ магния в слюне также может рассматриваться как маркер развития осложнений сахарного диабета в виде высокого риска сердечно-сосудистых заболеваний, особенно в сочетании с абдоминальным ожирением. В поперечном обсервационном клиническом исследовании Martínez et al. (2018) был выполнен анализ содержания магния, кальция и цинка в слюне здоровых людей и больных сахарным диабетом 2 типа. В данном случае микроэлементы оценивали в нестимулированной слюне посредством метода масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой. Дополнительно отмечали ряд социально-демографических, антропометрических, метаболических и диабетологических маркеров. Согласно результатам выполненного исследования авторы обнаружили, что содержание уровня магния в слюне может быть использовано в качестве маркера высокого сердечно-сосудистого риска, обусловленного абдоминальным ожирением у мужчин. Уровень цинка в слюне, в свою очередь, предлагается рассматривать в качестве маркера сахарного диабета 2 типа как ко-маркера инсулина и его связи с углеводным обменом в организме [23]. В другом, аналогичном исследовании, выполненном Mozaffari et al. (2019), отмечается возмож-

ность для скрининга, диагностики и мониторинга диабета 2 типа исследование содержания в слюне уровней кальция, фосфора, мочевины и общего белка. Кроме того, согласно полученным результатам, авторы исследования обнаружили половые различия в количестве кальция в ротовой жидкости у пациентов с сахарным диабетом: среди мужчин уровень кальция в слюне был достоверно выше ($p < 0,05$) [25].

В исследовании Н. Е. Духовской с соавт. (2022) было обнаружено, что при сахарном диабете 2 типа в слюне увеличивается концентрация хлора и калия, при этом увеличение содержания ионов хлора свидетельствует о наличии повреждений хлорных каналов при данном заболевании, вследствие чего в ротовой полости наблюдается развитие ксеротомии. Одновременное увеличение хлора и калия рассматривается как наличие развивающейся патологии работы желудочно-кишечного тракта и почек [4].

А.А. Чепрасова и соавт. (2022) исследовали возможность выделения в качестве неинвазивных маркеров развития сахарного диабета 2 типа концентрации глюкозы, катионов цинка и показателей окислительного статуса (активность супероксиддисмутазы и каталазы, концентрация диеновых конъюгатов) в слюне. Согласно полученным результатам, авторы пришли к выводу, что у пациентов с сахарным диабетом 2 типа наблюдается достоверное снижение активности антиоксидантных ферментов и катионов цинка при повышенных величинах показателей уровня окислительного стресса [13].

При сахарном диабете снижается объем выработки слюнной жидкости, вследствие чего кислотно-щелочное равновесие в ротовой полости смещается в сторону закисления, в результате чего в слизистой оболочке происходят процессы денатурации белков, снижение их ферментативной функции, вызывающие разрушение клеток и поражение слизистой оболочки полости рта. Лица, страдающие сахарным диабетом, сопровождающимся пониженным слюноотделением, имеют повышенный риск гипоминерализации эмали и образования кариеса. Состав слюны при сахарном диабете 1 и 2 типа может коррелировать с повышенным риском заболеваний пародонта [14].

Возможность использования анализа содержания микроэлементов в слюне в качестве маркеров при осуществлении метаболического контроля и анализе развития возможных осложнений сахарного диабета была изучена в исследовании Martínez et al. (2019). Авторы при помощи метода масс-спектрометрии определяли в плазме и нестимулированной базальной слюне следующие микроэлементы: Al, S, Be, B, Ca, Co, Cu, Cr, Sr, P, Li, Mg, Mn, Ni, Pb, Rb, Ti, V и Zn. Согласно результатам выполненного исследования, авторы установили, что уровни кобальта в слюне и стронция в плазме связаны с развитием хронических осложнений сахарного диабета. Кроме того, в отношении метаболического контроля наблюдались достоверные изменения в группе пациентов, страдающих сахарным диабетом, следующих элементов: в слюне – содержание бериллия, бора, фосфора, в плазме – содержание рубидия, титана и цинка. Значимая корреляция ($p < 0,001$) между экспериментальной группой (пациенты с сахарным диабетом) и группой контроля (здоровые добровольцы) была обнаружена между содержанием бора в плазме и содержанием бора в нестимулированной базальной слюне. Согласно результатам выполненного исследования, Martínez et al. отметили перспективность дальнейшего исследования возможностей определения микроэле-

ментов в слюне в качестве дополнительного метода при выполнении процедуры метаболического контроля и для прогнозирования хронических осложнений, связанных с сахарным диабетом 2 типа [24].

Интересным представляется изучение возможностей применения микроэлементов слюны в качестве биомаркеров раннего выявления аденокарциномы протоков поджелудочной железы как осложнения сахарного диабета. Данное предположение обусловлено гистологическим и функциональным сходством между поджелудочной железой и слюнными железами, а также возможностью использования биомаркеров слюны в качестве оценки системного здоровья организма. Диабет при сопутствующем ожирении связан с повышенным риском развития опухоли поджелудочной железы, что может быть обусловлено патологическими изменениями морфологии и функции слюнных желез, процессами нарушения эндокринной сигнализации или изменениями провоспалительного гомеостаза. Актуальность данного направления исследований определяет тот факт, что опухоль поджелудочной железы, являясь смертельным и разрушительным злокачественным новообразованием, в 80% случаев представленным аденокарциномой протоков поджелудочной железы, которая характеризуется наличием бессимптомной фазы заболевания, что обуславливает ее обнаружение уже на поздних стадиях. В исследовании Tiffon (2020) проанализированы возможности исследования биомаркеров слюны в качестве диагностического метода выявления опухоли поджелудочной железы на ранних стадиях ее формирования. Автор отмечает, что дальнейшие исследования особенностей продуцирования ряда веществ слюнными железами, нарушаемого при сахарном диабете, могут являться перспективным направлением не только в диагностике непосредственно сахарного диабета, но и такого серьезного осложнения, как опухоль поджелудочной железы [27].

В исследовании Д. А. Доменюк и соавт. (2018), посвященном возможным оптимизации патогенетической терапии кариеса зубов у детей с сахарным диабетом 1 типа, в ротовой жидкости детей, страдающих сахарным диабетом, и детей I, II групп здоровья определяли содержание кальция (отдельно общего и ионизированного), фосфора, а также остеокальцина, щелочной фосфатазы, и др. кальций регулирующих гормонов, оценивали состояние кальций-фосфорного обмена. Полученные результаты сопоставляли с данными сто-

матологического и лабораторно-диагностического обследования. Согласно результатам выполненного исследования, характеризующимся достоверными различиями между содержанием кальция и фосфора, авторы внедрили персонализированную комплексную программу по снижению риска развития кариеса у детей с сахарным диабетом, подразумевающую введение реминерализующих и фторсодержащих средств, прием витаминно-минеральных комплексов, а также использование раствора искусственной слюны с антибактериальными ферментами. Предложенные методы способствовали снижению уровня развития кариеса у детей с сахарным диабетом 1 типа [3].

Таким образом, исходя из анализа исследований, микроэлементный анализ слюны у пациентов с сахарным диабетом может решить ряд следующих вопросов: диагностика текущего состояния органов и систем лиц, страдающих данным заболеванием, выявление различных осложнений сахарного диабета на ранних этапах их развития, а также дает возможность разработки эффективных профилактических мер по их предупреждению и коррекции.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Сахарный диабет, являясь системным заболеванием, нарушает функцию слюнных желез и, следовательно, оказывает влияние на количество и качество вырабатываемой слюны. При этом изменения, происходящие при сахарном диабете в составе и соотношении микроэлементов, находящихся в слюнной жидкости, могут использоваться в качестве диагностических биомаркеров состояния лиц, страдающих данным заболеванием, предоставляют возможности динамического наблюдения за развитием заболевания и могут использоваться в качестве выявления риска развития многочисленных осложнений сахарного диабета. Несмотря на относительно небольшое число исследований, посвященных возможности использования в качестве биомаркеров сахарного диабета и его осложнений микроэлементов слюны, анализ литературных источников по вопросам актуальности изучения особенностей микроэлементного состава слюны при сахарном диабете показал перспективность выполнения данных исследований с точки зрения простоты выполнения анализа, экспрессности метода, его безболезненности, неинвазивности, однозначности получаемых результатов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Бельская Л. В., Сарф Е. А., Косенко В. К. Корреляционные взаимосвязи состава слюны и плазмы крови в норме. Клиническая лабораторная диагностика. 2018; 63(8): 477-482.
2. Диабет. Всемирная организация здравоохранения. 16.09.2022. <https://www.who.int/ru/news-room/fact-sheets/detail/diabetes>.
3. Доменюк Д. А., Давыдов Б. Н., Гильмиярова Ф. Н., Порфириадис М. П., Будайчиев Г. М.-А. Оптимизация патогенетической терапии кариеса зубов у детей, страдающих сахарным диабетом первого типа, с учётом методологических принципов персонализированной медицины (Часть V). Институт стоматологии. 2019; 4(85): 68-72.
4. Духовская Н. Е., Островская И. Г., Вавилова Т. П., Рубцова О. Г. Результаты рентгенофлуоресцентного спектрального анализа образцов смешанной слюны у пациентов с сопутствующей патологией. Вестник Кыргызской государственной медицинской академии имени И.К. Ахунбаева. 2022; 2: 45-47. DOI 10.54890/1694-6405_2022_2_45.
5. Митронин А. В., Антонова О. А. Биомаркеры смешанной слюны как индикаторы состояния организма. Российская стоматология. 2022; 15(1): 61-62. DOI 10.17116/rosstomat20221501125.
6. Митронин А. В., Антонова О. А. Биомаркеры смешанной слюны как индикаторы состояния организма. Российская стоматология. 2022; 15(1): 61-62. DOI: 10.17116/rosstomat20221501125.
7. Руvinская Г. Р. Исследование микроэлементов ротовой жидкости у пациентов с нейродегенеративными заболеваниями. Международная научно-практическая конференция «Актуальные вопросы медицинской профилактики, диагностики и лечения стоматологических заболеваний». Минск, 2019; 154-162.
8. Сарф Е. А., Дергачева М. В., Жарких Л. А., Бельская Л. В. Мониторинг состояния окружающей среды по показателям слюны подростков на примере города Омска. Экология человека. 2021; 28(11): 12-19. DOI: <https://doi.org/10.33396/1728-0869-2021-11-12-19>.
9. Селезнева И. А. Саливадиагностика при молекулярно-деструктивных поражениях организма. Дисс. д-ра мед. н. Самара, 2020; 264.
10. Сметанина О. А., Казарина Л. Н., Гордеев А. С., Красникова О. В. Ранняя диагностика хронического катарального гингивита с использованием метода инфракрасной спектроскопии биологических жидкостей полости рта. Эндодонтия Today. 2018.; 4: 60-63. DOI 10.25636/PMP.2.2018.4.14.
11. Тишков Д. С. Местный иммунитет полости рта у пациентов с патологией эндокринной системы. Региональный вестник. 2020; 2(41): 21-23

12. Успенская О. А., Трефилова О. В., Шевченко Е. А. Изменение уровня органических кислот в ротовой жидкости при отбеливании. *Эндодонтия Today*. 2018; 2: 22-24. DOI 10.25636/PMP.2.2018.2.5.

13. Чепрасова А. А., Попов С. С., Пашков А. Н., Крыльский Е. Д., Веревкин А. Н. Концентрация глюкозы, катионов цинка и показатели оксидативного статуса в слюне как неинвазивные маркеры развития сахарного диабета 2-го типа. *Вопросы биологической, медицинской и фармацевтической химии*. 2022; 25(5): 16-21. DOI 10.29296/25877313-2022-05-03

14. Шевкунова Н. А. Изменение показателей ротовой жидкости пациентов с медикаментозно компенсированным сахарным диабетом при воздействии ортопедического лечения. *Вятский медицинский вестник*. 2021; 2(70): 59-62.

15. Ahmad P., Akhtar U., Chaudhry A., Rashid U. Repercussions of diabetes mellitus on the oral cavity. *ResearchGate*. 2019; DOI:10.4103/ejgd.ejgd-28-19.

16. Baima G., Iaderosa G., Corana M., Romano F., Citterio F., Giacomino A., Berta G. N., Aimetti M. Macro and trace elements signature of periodontitis in saliva: a systematic review with quality assessment of ionomics studies. *Journal of periodontal research*, 2022; 57(1): 30-40. DOI: 10.1111/jre.12956. PMID: 34837226. PMCID: PMC9298699.

17. Celik N., Gul P., Karakoc A., Akgul N. Trace Element Levels in Saliva in Subjects With Composite Filling. *Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*. 2021; 31(1): 59-64. DOI:10.17567/ataunifd.814181.

18. Fasanmande O. A., Fasanmade A. A., Ogbera A. O., Ayanbadejo P. O. Diabetes as it affects the oral cavity. *ResearchGate*. 2022; DOI:10.4103/ajem.ajem_7_22.

19. Fatima S., Rehman A., Shah K. U., Kamran M., Maschal S., Rustam S. A., Sabir M. W., Nayab A., Muzammal M. Composition and function of saliva: a review. *World journal of pharmacy and pharmaceutical sciences*. 2020; 9(6): 1552-1567. DOI:10.20959/wjpps20206-16334.

20. Faura G., Boix-Lemonche G., Holmeide A. R., Verkauskiene R., Volke V., Sokolovska J., Petrovski G. Colorimetric and Electrochemical Screening for Early Detection of Diabetes Mellitus and Diabetic Retinopathy-Application of Sensor Arrays and Machine Learning. *Sensors*

(Basel, Switzerland). 2022; 22(3): 718. DOI: 10.3390/s22030718; PMID: 35161465; PMCID: PMC8839630.

21. Kaczor-Urbaniowicz K. E., Carreras-presas C. M., Aro K., Tu M., Garcia-Godoy F., Wong D. T. Saliva diagnostics – Current views and directions. *Experimental biology and medicine* (Maywood, N.J.). 2017; 242(5): 459-472. DOI: 10.1177/1535370216681550; PMID: 27903834; PMCID: PMC5367650.

22. Krahel A., Hernik A., Dmitrzak-Weglarz M., Paszynska E. Saliva as diagnostic material and current methods of collection from oral cavity. *Clinical laboratory*. 2022; 68(10). DOI:10.7754/Clin.Lab.2022.211224.

23. Martínez L. M., Pagán D. M., Jornet P. L. Trace elements in saliva as markers of type 2 diabetes mellitus. *Biological trace element research*. 2018; 186(2): 354-360. doi: 10.1007/s12011-018-1326-x.

24. Martínez L. M., Pagán D. M., Jornet P. L. Trace elements in saliva and plasma of patients with type 2 diabetes: Association to metabolic control and complications. *Diabetes research and clinical practice*. 2019; 157: 107871. DOI: 10.1016/j.diabres.2019.107871. PMID: 31604082.

25. Mozaffari H. R., Sharifi R., Raygani A. V., Sadeghi M., Nikray S., Naseri R. Salivary profile in adult type 2 diabetes mellitus patients: a case-control study. *The journal of the Pakistan medical association*. 2019; 69(2): 190-194. PMID: 30804582.

26. Simić A., Hansen A. F., Åsvold B. O., Romundstad P. R., Midthjell K., Syversen T., Flaten T. P. Trace element status in patients with type 2 diabetes in Norway: the HUNT3 survey. *Journal of trace elements in medicine and biology*. 2017; 41: 91-98. https://doi.org/10.1016/j.jtemb.2017.03.001.

27. Tiffon C. Defining Parallels between the Salivary Glands and Pancreas to Better Understand Pancreatic Carcinogenesis. *Biomedicines*. 2020; 8(6):178. DOI: 10.3390/biomedicines8060178; PMID: 32604970; PMCID: PMC7345998.

28. Uchida H., Ovitt C. Novel impacts of saliva with regard to oral health. *The journal of prosthetic dentistry*. 2021; 127. DOI:10.1016/j.prosdent.2021.05.009.

29. Wolide A. D., Zawdie B., Alemayehu T., Tadesse S. Association of trace metal elements with lipid profiles in type 2 diabetes mellitus patients: a cross sectional study. *BMC endocrine disorders*. 2017; 17(1): 64. DOI: 10.1186/s12902-017-0217-z; PMID: 29029608; PMCID: PMC5640941.

REFERENCES:

1. Belskaya L. V., Sarf E. A., Kosenok V. K. Correlation relationships between the composition of saliva and blood plasma in normal conditions. *Clinical laboratory diagnostics*. 2018; 63(8): 477-482.

2. Diabetes. World Health Organization. 09/16/2022. https://www.who.int/ru/news-room/fact-sheets/detail/diabetes.

3. Domyuk A. A., Davydov B. N., Gilmyarova F. N., Porfiriadis M. P., Budaichiev G. M.-A. Optimization of the pathogenetic therapy of dental caries in children with type 1 diabetes, taking into account the methodological principles of personalized medicine (Part V). *Institute of Dentistry*. 2019; 4(85): 68-72.

4. Dukhovskaya N. E., Ostrovskaya I. G., Vavilova T. P., Rubtsova O. G. Results of X-ray fluorescence spectral analysis of mixed saliva samples in patients with concomitant pathology. *Bulletin of the Kyrgyz State Medical Academy named after I.K. Akhunbaev*. 2022; 2:45-47. DOI 10.54890/1694-6405_2022_2_45.

5. Mitronin A. V., Antonova O. A. Biomarkers of mixed saliva as indicators of the state of the organism. *Russian dentistry*. 2022; 15(1): 61-62. DOI 10.17116/rosstomat20221501125.

6. Mitronin A. V., Antonova O. A. Biomarkers of mixed saliva as indicators of the state of the organism. *Russian dentistry*. 2022; 15(1): 61-62. DOI: 10.17116/rosstomat20221501125.

7. Ruvinskaya G. R. Study of oral fluid microelements in patients with neurodegenerative diseases. *International scientific and practical conference "Actual issues of medical prevention, diagnosis and treatment of dental diseases"*. Minsk, 2019; 154-162.

8. Sarf E. A., Dergacheva M. V., Zharkikh L. A., Belskaya L. V. Monitoring of the state of the environment in terms of adolescent saliva on the example of the city of Omsk. *Human ecology*. 2021; 28(11): 12-19. DOI: https://doi.org/10.33396/1728-0869-2021-11-12-19.

9. Selezneva I. A. Salivadiagnostics in molecular destructive lesions of the body. *Diss. Dr. med. n. Samara*, 2020; 264.

10. Smetanina O. A., Kazarina L. N., Gordetsov A. S., Krasnikova O. V. Early diagnosis of chronic catarrhal gingivitis using infrared spectroscopy of oral biological fluids. *Endodontics Today*. 2018.; 4:60-63. DOI 10.25636/PMP.2.2018.4.14.

11. Tishkov D.S. Local immunity of the oral cavity in patients with pathology of the endocrine system. *Regional Bulletin*. 2020; 2(41): 21-23

12. Uspenskaya O. A., Trefilova O. V., Shevchenko E. A. Changes in the level of organic acids in oral fluid during bleaching. *Endodontics Today*. 2018; 2:22-24. DOI 10.25636/PMP.2.2018.2.5.

13. Cheprasova A. A., Popov S. S., Pashkov A. N., Krylsky E. D., Verevkin A. N. The concentration of glucose, zinc cations and indicators of oxidative status in saliva as non-invasive markers of the development of diabetes mellitus 2- type. *Questions of biological, medical and pharmaceutical chemistry*. 2022; 25(5): 16-21. DOI 10.29296/25877313-2022-05-03

14. Shevkunova N. A. Changes in the parameters of the oral fluid of patients with drug-compensated diabetes mellitus under the influence of orthopedic treatment. *Vyatka Medical Bulletin*. 2021; 2(70): 59-62.

15. Ahmad P., Akhtar U., Chaudhry A., Rashid U. Repercussions of diabetes mellitus on the oral cavity. *researchgate*. 2019; DOI:10.4103/ejgd.ejgd-28-19.

16. Baima G., Iaderosa G., Corana M., Romano F., Citterio F., Giacomino A., Berta G. N., Aimetti M. Macro and trace elements signature of periodontitis in saliva: a systematic review with quality assessment of ionomics studies. *Journal of periodontal research*, 2022; 57(1): 30-40. DOI: 10.1111/jre.12956. PMID: 34837226. PMCID: PMC9298699.

17. Celik N., Gul P., Karakoc A., Akgul N. Trace Element Levels in Saliva in Subjects With Composite Filling. *Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*. 2021; 31(1): 59-64. DOI:10.17567/ataunifd.814181.

18. Fasanmande O. A., Fasanmade A. A., Ogbera A. O., Ayanbadejo P. O. Diabetes as it affects the oral cavity. *researchgate*. 2022; DOI:10.4103/ajem.ajem_7_22.

19. Fatima S., Rehman A., Shah K. U., Kamran M., Maschal S., Rustam S. A., Sabir M. W., Nayab A., Muzammal M. Composition and function of saliva: a review. *World journal of pharmacy and pharmaceutical sciences*. 2020; 9(6): 1552-1567. DOI:10.20959/wjpps20206-16334.

20. Faura G., Boix-Lemonche G., Holmeide A. R., Verkauskiene R., Volke V., Sokolovska J., Petrovski G. Colorimetric and Electrochemical Screening for Early Detection of Diabetes Mellitus and Diabetic Retinopathy-Application of Sensor Arrays and Machine learning. *Sensors* (Basel, Switzerland). 2022; 22(3): 718. DOI: 10.3390/s22030718; PMID: 35161465; PMCID: PMC8839630.

21. Kaczor-Urbaniowicz K. E., Carreras-presas C. M., Aro K., Tu M., Garcia-Godoy F., Wong D. T. Saliva diagnostics – Current views and directions. *Experimental biology and medicine* (Maywood, N.J.). 2017; 242(5): 459-472. DOI: 10.1177/1535370216681550; PMID: 27903834; PMCID: PMC5367650.

22. Krahel A., Hernik A., Dmitrzak-Weglarz M., Paszynska E. Saliva as diagnostic material and current methods of collection from oral cavity. *Clinical laboratory*. 2022; 68(10). DOI:10.7754/Clin.Lab.2022.211224.

23. Martínez L. M., Pagán D. M., Jornet P. L. Trace elements in saliva as markers of type 2 diabetes mellitus. *Biological trace element research*. 2018; 186(2): 354-360. doi: 10.1007/s12011-018-1326-x.

24. Martínez L. M., Pagán D. M., Jornet P. L. Trace elements in saliva and plasma of patients with type 2 diabetes: Association to metabolic control and complications. *Diabetes research and clinical practice*. 2019; 157: 107871. DOI: 10.1016/j.diabres.2019.107871. PMID: 31604082.

25. Mozaffari H. R., Sharifi R., Raygani A. V., Sadeghi M., Nikray S., Naseri R. Salivary profile in adult type 2 diabetes mellitus patients: a case-control study. *The journal of the Pakistan medical association*. 2019; 69(2): 190-194. PMID: 30804582.

26. Simić A., Hansen A. F., Åsvold B. O., Romundstad P. R., Midthjell K., Syversen T., Flaten T. P. Trace element status in patients with type

2 diabetes in Norway: the HUNT3 survey. *Journal of trace elements in medicine and biology*. 2017; 41: 91-98. <https://doi.org/10.1016/j.jtemb.2017.03.001>.

27. Tiffon C. Defining Parallels between the Salivary Glands and Pancreas to Better Understand Pancreatic Carcinogenesis. *Biomedicine*. 2020; 8(6):178. DOI: 10.3390/biomedicine8060178; PMID: 32604970; PMCID: PMC7345998.

28. Uchida H., Ovitt C. Novel impacts of saliva with regard to oral health. *The journal of prosthetic dentistry*. 2021; 127. DOI:10.1016/j.prosdent.2021.05.009.

29. Wolide A. D., Zawdie B., Alemayehu T., Tadesse S. Association of trace metal elements with lipid profiles in type 2 diabetes mellitus patients: a cross sectional study. *BMC endocrine disorders*. 2017; 17(1): 64. DOI: 10.1186/s12902-017-0217-z; PMID: 29029608; PMCID: PMC5640941.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ:

*Иманов А.М.*¹ – врач-стоматолог, ORCID ID: 0000-0002-0345-7503.

*Мазур Ю.А.*¹ – врач-стоматолог, ORCID ID: 0000-0002-0408-2002.

*Какабадзе Э.М.*² – студент Медицинского института.

¹Частная практика, Россия

²Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Российский университет дружбы народов» (РУДН), 117198, Россия, г.Москва, ул. Миклухо-Маклая, 6

AUTHOR INFORMATION:

*Araz M. Imanov*¹ – dental practitioner, ORCID ID: 0000-0002-0345-7503.

*Yuliya A. Mazur*¹ – dental practitioner, ORCID ID: 0000-0002-0408-2002.

*Eliso M. Kakabadze*² – Student, Medical Institute.

¹Private practice, Russia.

²"Peoples' Friendship University of Russia" (RUDN University). 6 Miklukho-Maklaya st, Moscow, 117198, Russia

ВКЛАД АВТОРОВ:

Иманов А.М. – существенный вклад в замысел и дизайн исследования; подготовка статьи или ее критический пересмотр в части значимого интеллектуального содержания.

Мазур Ю.А. – существенный вклад в замысел и дизайн исследования; подготовка статьи или ее критический пересмотр в части значимого интеллектуального содержания.

Какабадзе Э. М. – сбор данных или анализ и интерпретацию данных.

AUTHOR'S CONTRIBUTION:

Araz M. Imanov – has made a substantial contribution to the concept or design of the article; drafted the article or revised it critically for important intellectual content.

Yuliya A. Mazur – has made a substantial contribution to the concept or design of the article; drafted the article or revised it critically for important intellectual content.

Eliso M. Kakabadze – the acquisition, analysis, or interpretation of data for the article.

Координаты для связи с авторами/ Correspondent author:

Иманов А.М. / Araz M. Imanov, E-mail: Dentist001@mail.ru.