

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 – 2020-2021»)

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 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 кардиологии 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 Российский национальный 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 им. 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.

Коженикова 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

Ломашвили 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.

Петриков 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 Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения 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 последилового 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 Кенсариневич, 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 Euseong 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 (Великобритания) 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

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

Все поступившие 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 №077-7390 ОТ 19.02.01

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

Дизайн и верстка: **Лысак Юрий Алексеевич**

"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 - 2020-2021").

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.

Valisy 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.

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, 2022
Date of publishing: March 2022

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	
Микробиологическая оценка эффективности лечения хронического апикального периодонтита с применением фотодинамической терапии <i>Манукян И.А., Адамчик А.А., Рисованный С.И.</i>	Assessment of the antimicrobial efficacy of complex therapy for persistent periodontitis during endodontic retreatment <i>Irma A. Manukian, Anatoly A. Adamchik, Sergei I. Risovannyi</i>	4
Сравнительная морфометрическая характеристика рабочей поверхности эндодонтических ротационных никель-титановых инструментов после максимальной циклической нагрузки <i>Домбровская Ю.А., Падерина Т.О., Бенкен К.А., Лубская Е.Ю., Силин А.В.</i>	Comparative morphometric characteristics of the working surface of endodontic rotary nickel-titanium instruments after maximum cyclic loading <i>Yulia A. Dombrovskaya, Tatiana O. Paderina, Konstantin A. Benken, Ekaterina Yu. Lubskeya, Alexei V. Silin</i>	12
Прямая постэндодонтическая реставрация зубов с использованием core-композитов и стекловолоконных штифтов морфологические аспекты. (Исследование In Vitro) <i>Шумилович Б.Р., Иванов С.Г., Ермилов Д.А., Ахтанин Е.А., Козадаев С.И., Юрченко А.Ю.</i>	Direct postendodontic restoration of teeth with the use of core resins and fiber posts morphological aspects. (In Vitro study) <i>Bogdan R. Shumilovich, Sergei G. Ivanov, Dmitriy A. Ermilov, Evgeniy A. Akhtanin, Sergei I. Kozadaev, Anastasiya Yu. Yurchenko</i>	20
Investigation of cyclic fatigue of rotary endodontic instruments <i>Zurab S. Khabadze, Farukh R. Ismailov</i>		28
Прочность монолитных керамических коронок с опорой на резцы <i>Усубова Н.Р.</i>	Strength of monolithic ceramic crowns supported by incisors <i>Narmina R. Usubova</i>	36
Обзоры	Reviews	
Using solvents for dissolving guttapercha: A systematic review <i>Zurab S. Khabadze, Daria A. Nazarova, Farukh R. Ismailov, Alexandra P. Kotelnikova, Ekaterina S. Shilyaeva</i>		42
Клинические случаи	Clinical cases	
Клиническая прямая реставрация жевательных зубов в эстетико-функциональном аспекте <i>Митронин А.В., Останина Д.А., Эшназаров Х.Н.</i>	Clinical direct posterior restoration in aesthetic and functional aspect <i>Alexander V. Mitronin, Diana A. Ostanina, Khisrav N. Eshnazarov</i>	47
A stamp technique to restore central incisor dentinal tooth body <i>Giovanni Dolce</i>		51
Correction of skeletal class 2 malocclusion with Carriere Motion appliance: case report <i>Mariam M. Shubitidze</i>		54
В помощь практическому врачу	To help a practitioner	
Изменение торка фронтальных зубов на основании КЛКТ с использованием универсальной таблицы <i>Копецкий И.С., Месхия Н.Г., Копецкая А.И., Никольская И.А., Кабисова Г.С.</i>	Torque change of anterior teeth based on CBCT using a universal table <i>Igor S. Kopetskiy, Nana G. Meskhiya, Alena I. Kopetskaya, Irina A. Nikolskaya, Galina S. Kabisova</i>	57
Анализ кристаллограмм ротовой жидкости в динамике лечения пациентов с патологией слизистой полости рта <i>Македонова Ю.А., Александрина Е.С., Дьяченко С.В., Афанасьева О.Ю., Куркина О.Н.</i>	Analysis of crystallograms of oral fluid in the dynamics of treatment of patients with pathology of the oral mucosa <i>Yuliya A. Makedonova, Ekaterina S. Aleksandrina, Svetlana V. Dyachenko, Olga Yu. Afanayeva, Oksana N. Kurkina</i>	64
Оценка неврологического статуса у ортодонтических пациентов с дисфункцией височно-нижнечелюстного сустава <i>Велиханова Н.Р., Дробышева Н.С., Шульц Е.И., Васильченко В.В., Шаров М.Н.</i>	Neurological status assessment in orthodontic patients with temporomandibular joint dysfunction <i>Nasiyat R. Velikhanova, Nailiya S. Drobysheva, Evgeniy I. Shults, Vladimir V. Vasilchenko, Mikhail N. Sharov</i>	72
Высвобождение ионов никеля из металлических никель-титановых дуг в ротовую полость в период ортодонтического лечения <i>Алмасри Р., Косырева Т.Ф., Скальный А.А., Катбех И., Абакелия К.Г., Бирюков А.С., Камганг В.Н.</i>	Nickel ions release from orthodontic wires into the oral cavity during orthodontic treatment <i>Rasha Almasry, Tamara F. Kosyрева, Andrey A. Skalny, Imad Katbeh, Kama G. Abakeliya, Alexey, S. Birukov, Wilfrid N. Kamgang</i>	79
Оценка эффективности противовоспалительной и антибактериальной терапии патологии пародонта <i>Чекина А.В., Ломиашвили Л.М., Веткова К.В.</i>	Evaluation of the effectiveness of anti-inflammatory and antibacterial therapy of periodontal pathology <i>Anna V. Chekina, Larisa M. Lomiashvili, Kira V. Vetkova</i>	85
Сохранить молодость пародонта: правда или миф? Стратегия и тактические подходы в периодонтологии на основе профилактической, предиктивной, персонализированной медицины <i>Беленова И.А., Митронин В.А., Сударева А.В., Старцева С.В., Васильева М.С., Олейник Е.А.</i>	Keeping the periodontium youthful: truth or myth? Strategy and tactical approaches in periodontology based on preventive, predictive, personalized medicine <i>Irina A. Belenova, Vladislav A. Mitronin, Anastasiya V. Sudareva, Svetlana V. Startseva, Mariya S. Vasilyeva, Elena A. Oleinik</i>	90

Микробиологическая оценка эффективности лечения хронического апикального периодонтита с применением фотодинамической терапии

© Манукян И.А., Адамчик А.А., Рисованный С.И.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кубанский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Краснодар, Россия

Резюме:

Цель. Оценить антимикробную эффективность повторного эндодонтического лечения пациентов с деструктивными формами хронического периодонтита при использовании комбинированного подхода к дезинфекции системы корневых каналов и препарата на основе гиалуроновой кислоты.

Материалы и методы. Группа №1 – повторное эндодонтическое лечение с дезинфекцией корневых каналов препаратом «Гипохлоран-3»; группа №2 – то же, но для дезинфекции корневых каналов применяли вначале «Гипохлоран-3», а затем фотодинамическую терапию с использованием 662 нм диодного лазера и фотосенсибилизатора «ЭЛОФИТ®»; группа №3 – в дополнение к проведенным в группе №2 манипуляциям, двукратно вводили препарат «Revident» в проекции апикальной части причинного зуба. Антибактериальную эффективность оценивали по результатам микробиологических исследований биопроб взятых до и через 2 недели после повторного эндодонтического лечения. Идентификация колоний микроорганизмов проводилась методом масс-спектрометрии.

Результаты. У пациентов с деструктивными формами хронического периодонтита как до, так и после проведения дезинфекции корневых каналов первое ранговое место по частоте выявления в биопробах принадлежало *Enterococcus faecalis*, второе – *Candida albicans* и третье – *Veillonella parvula*. При этом до обработки корневых каналов показано преобладание (более 80%) полимикробных ассоциаций с их участием. После обработки корневых каналов количество выделенных изолятов микроорганизмов в группах 1-3 статистически значимо сократилось: на 60,0%, 74,3% и 76,0%. На этом фоне доля строгих анаэробов и микроаэрофилов в группах 1-3 снизилась: на 60,6%, 81,3% и 78,1%. Доля факультативных анаэробов также статистически значимо снизилась на 59,7%, 79,7% и 83,8%.

Выводы. Повторное эндодонтическое лечение пациентов с деструктивными формами хронического периодонтита с применением комбинированной дезинфекции корневых каналов как без, так и в сочетании с препаратом гиалуроновой кислоты сопровождается статистически значимым сокращением видового разнообразия, ассоциаций и содержания периодонтопатогенной микрофлоры.

Ключевые слова: повторное эндодонтическое лечение, хронический периодонтит, фотодинамическая терапия, 662 нм диодный лазер, Элофит, гиалуроновая кислота, периодонтопатогенная микрофлора.

Статья поступила: 09.01.2022; **исправлена:** 18.02.2022; **принята:** 23.02.2022.

Конфликт интересов: Авторы сообщают об отсутствии конфликта интересов.

Благодарности: Финансирование и индивидуальные благодарности для декларирования отсутствуют.

Для цитирования: Манукян И.А., Адамчик А.А., Рисованный С.И.

Микробиологическая оценка эффективности лечения хронического апикального периодонтита с применением фотодинамической терапии. Эндодонтия today. 2022; 20(1):4-11. DOI: 10.36377/1726-7242-2022-20-1-4-11.

Assessment of the antimicrobial efficacy of complex therapy for persistent periodontitis during endodontic retreatment

© Irma A. Manukyan, Anatoly A. Adamchik, Sergei I. Risovannyi

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Kuban State Medical University" of the Ministry of Health of the Russian Federation, Krasnodar, Russia

Abstract:

Aim. To evaluate the antimicrobial efficacy of endodontic retreatment of patients with destructive forms of persistent periodontitis using a combined approach to disinfection of the root canal system and a hyaluronic acid medication.

Materials and methods. Group № 1 – endodontic retreatment with root canal disinfection by Hypochloran-3; group № 2 – the same, but for root canal disinfection, first "Hypochloran-3" was applied, and then photodynamic therapy using a 662 nm diode laser and a photosensitizer "ELOFIT®"; group № 3 – in addition to the manipulations carried out in group № 2, of the "Revident" medication was injected twice in the projection of the apical part of the causative tooth. Antibacterial efficacy was assessed according to the results of microbiological studies of biological samples taken before and 2 weeks after endodontic retreatment. The identification of microorganism colonies was carried out by mass spectrometry.

Results. In patients with destructive forms of persistent periodontitis, both before and after root canals disinfection, *Enterococcus faecalis* ranked the first in terms of the frequency of detection in biological samples, *Candida albicans* the second, and *Veillonella parvula* the third. At the same time, before the treatment of root canals, the predominance (more than 80%) of polymicrobial associations with their participation was shown. After root canal treatment, the number of obtained microorganism isolates in groups 1-3 significantly decreased: by 60.0%, 74.3%, and 76.0%. Against this background, the share of strict anaerobes and microaerophiles in groups 1-3 decreased: by 60.6%, 81.3%, and 78.1%. The share of facultative anaerobes also significantly decreased by 59.7%, 79.7%, and 83.8%.

Conclusions. Endodontic retreatment of patients with destructive forms of chronic periodontitis using combined disinfection of root canals both without and in combination with a hyaluronic acid medication is accompanied by a statistically significant reduction in species diversity, associations, and content of periodontal pathogenic microbiota.

Keywords: endodontic retreatment, persistent periodontitis, photodynamic therapy, 662 nm diode laser, Elofit, hyaluronic acid, periodontal pathogenic microbiota.

Received: 09.01.2022; **revised:** 18.02.2022; **accepted:** 23.02.2022;

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

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

For citation: Irma A. Manukian, Anatoly A. Adamchik, Sergei I. Risovannyi. Assessment of the antimicrobial efficacy of complex therapy for persistent periodontitis during endodontic retreatment. *Endodontics today*. 2022; 20(1):4-11. DOI: 10.36377/1726-7242-2022-20-1-4-11.

АКТУАЛЬНОСТЬ

Наличие хронического инфекционного процесса в корневых каналах (КК) является основной причиной рецидива хронического апикального периодонтита (ХАП) после первичного эндодонтического лечения (ЭЛ) [1].

В литературе описаны многочисленные стратегии борьбы с появлением вторичной эндодонтической инфекции [2, 3]. Однако наличие у микроорганизмов (МО) разнообразных механизмов резистентности [4] зачастую нивелирует эффективность традиционного лечения, обуславливая появление рецидивов ХАП и его осложнений, что свидетельствует об актуальности разработки новых подходов к дезинфекции системы КК [5].

Одним из перспективных подходов решения указанной проблемы является фотодинамическая терапия (ФДТ). ФДТ активно используется для дезинфекции КК, так как метод показал свою эффективность в уничтожении МО устойчивых к традиционным способам обработки КК [6]. Мощный бактерицидный эффект ФДТ опосредован образованием активных форм кислорода, под влиянием лазерного излучения на фотосенсибилизатор [7-9]. Рядом авторов показано, что использование ФДТ также способствует росту эффективности традиционных методов обработки КК [10-12].

При выборе способа обработки КК в рамках тактики повторного ЭЛ следует помнить, что применение наиболее эффективных способов дезинфекции зачастую сопряжено с более выраженным повреждением тканей, что в свою очередь также ассоциировано со снижением эффективности лечения [13-15].

В связи с этим фактом, перспективным путем повышения эффективности повторного ЭЛ с включением ФДТ в протокол дезинфекции КК является использование низкоинтенсивного диодного лазера с длиной вол-

ны 662 нм [16]. Преимуществом использования 662 нм (красный свет) лазера является высокая проникающая способность длинноволнового излучения [17].

Широко обсуждаются также возможности регенеративного подхода к стимуляции заживления периапикальных тканей за счет применения препаратов гиалуроновой кислоты ГК [18].

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Проведенное исследование характеризуется как проспективное, открытое, нерандомизированное, сравнительно-диагностическое исследование реальной клинической практики. Протокол исследования одобрен на заседании независимого этического комитета на базе ФГБУ ВО КубГМУ Минздрава России: протокол № 80 от 27.09.2019 г. В качестве объекта исследования в работе задействованы пациенты (n = 90) с деструктивными формами ХАП нуждающиеся в повторном ЭЛ.

Характеристика групп пациентов (n = 90):

группа №1 (n = 30, сравнения) – повторное ЭЛ с дезинфекцией КК препаратом «Гипохлоран-3» (ООО «НКФ Омега-Дент», Россия);

группа №2 (n = 30, опытная 1) – то же, но для дезинфекции КК применяли вначале «Гипохлоран-3», затем ФДТ с использованием низко-интенсивного диодного лазера с длиной волны 662 нм и фотосенсибилизатора «ЭЛОФИТ®» (НПК «БИО-ДОКТОР», Россия);

группа №3 (n = 30, опытная 2) – в дополнение к проведенным в группе №2 манипуляциям, двукратно (в первое посещение и через 2 недели в ходе второго визита) вводили в область переходной складки и альвеолярного отростка в проекции апикальной части причинного зуба 0,05 мл препарата «Revident» (ООО «Н.Селла», Россия).

Критерии включения:

- 1) мужчины и женщины в возрасте от 39 до 60 лет
- 2) клинически и рентгенологически верифицированный диагноз «хронический апикальный периодонтит» (К 04.5, согласно МКБ-10), который включает в себя гранулирующий и гранулематозный хронический периодонтит, вне обострения [19];
- 3) деструктивные формы ХАП подвергавшиеся ранее ЭЛ;
- 4) добровольное информированное согласие на участие в исследовании.

Критерии исключения:

- 1) соматические заболевания в стадии обострения, онкопатология, аутоиммунные заболевания, заболевания щитовидной железы и сахарный диабет;
- 2) хронические инфекционные заболевания (вирусные гепатиты, ВИЧ-инфекция, туберкулез);
- 3) непроходимые КК, перелом и трещины корня, прогрессирующая наружная и внутренняя резорбция корня, зубы ранее леченые хирургическим путем (резекция верхушки корня зуба);
- 4) беременность и лактация;
- 5) наркозависимость и/или злоупотребление алкоголем;
- 6) индивидуальная непереносимость лекарственных препаратов используемых в ходе работы.

Используемые в проведенной работе алгоритмы тактики ведения и комплексной терапии деструктивных форм ХАП при повторном ЭЛ построены с учетом клинических рекомендаций при диагнозе болезни периапикальных тканей СТАР [20].

Ирригацию КК осуществляли на этапах ЭЛ шприцем с эндодонтической иглой. Использовали изоляцию системой коффердам Hygenic® (Coltene/Whaledent, Швейцария), после каждого инструмента каналы промывали 3% раствором гипохлорита натрия. После завершения ирригации в группе 2 и 3 КК промывали дистиллированной водой, затем высушивали бумажными штифтами (Meta Biomed, Южная Корея), с помощью канюли вносили в КК препарат «ЭЛОФИТ®» (Хлорин Е6 ди(N-метилгликоминат – 0,5%; гиалуроновая кислота – 1% и медный комплекс хлорофиллина – 0,1%), по истечении 5 минут экспозиции вводили световод лазерного аппарата 662 нм «Кристалл» (НПЦ «Техника-Про», Россия) и проводили ФДТ в импульсном режиме, при мощности 0,3-0,4 Вт, в течение 40-60 секунд.

После завершения ирригации в группе 1 и ФДТ в группах 2 и 3 тщательно промывали КК дистиллированной водой, высушивали бумажными штифтами конусностью 0,4 или 0,6 (Meta Biomed, Южная Корея), пломбировали гидроксидом кальция (ООО «LV-RUDENT», Россия) и устанавливали временную пломбу. Фиксацию временной коронки проводили на цемент «Temp Bond» (Kerr, Италия). Через 2 недели назначали пациенту повторное посещение. В группе 3 препарат двукратно (в первое посещение и через 2 недели в ходе второго визита) в области переходной складки и альвеолярного отростка в зоне проекции апикальной части причинного зуба вводили 0,05 мл препарата «Revident». Препарат «Revident» представляет собой биodeградируемый упруговязкий инъекционный гиалуроновый гидрогель (1,0%), получаемый путем постадийного взаимодействия гиалуроновой кислоты (ГК) неживотного происхождения с комплексным соединением AGEГ 1/6 (0,015%).

При повторном визите через 2 недели проводили удаление временной пломбы и гидроксида кальция из КК, промывали их 3% раствором гипохлорита натрия

(в группах 2 и 3 дополнительно проводили ФДТ) высушивали бумажными штифтами, obtурировали силером и гуттаперчей, устанавливали временную коронку. Пломбирование КК проводили методом холодной латеральной конденсации гуттаперчи (Meta Biomed, Южная Корея) с силером «АН Plus» (Dentsply Sirona, США). Излишек гуттаперчи в устьях КК удаляли с помощью аппарата для обрезки гуттаперчи C-Blade Coxo (Kareto, Китай). Выполняли установку временной пломбы из материала «Дентин-паста» (ВладМиВа, Россия). Фиксацию временной коронки проводили на цемент «Temp Bond» (Kerr, Италия).

Антибактериальную эффективность применяемого подхода определяли на основе полученных результатов культуральных микробиологических исследований биопроб взятых до и через 2 недели после повторного ЭЛ. Проводили посевы из пробирок с транспортной средой, содержащих образцы полученные с помощью стерильных бумажных штифтов из задействованных КК, на следующие питательные среды (Merck, Германия): 5% кровяной агар, агар с гретой кровью (шоколадный), агар Эндо, желточно-солевой агар, агар Сабуро, сердечномозговой бульон. Чашки с посевами инкубировали в термостате при 37°C в течение 18-24 часов, после чего просматривали их и для идентификации отбирали все выросшие колонии.

Идентификация колоний МО проводилась методом времяпролетной масс-спектрометрии с помощью системы MALDI Biotyper 3 BRUKER (BRUKER, США) [21]. Результат идентификации МО оценивали следующим образом: 2,0-2,6 – достоверный результат; 1,7-2,0 – результат требует подтверждения; менее 1,7 – результат не применим. В работе использовали только достоверные результаты от 2,0 до 2,6 баллов.

Статистическую обработку результатов исследования проводили с помощью программного обеспечения «MS Excel 2010» (Microsoft, США) и «Statistica 13» (StatSoft Inc, США). Описание данных выполняли с помощью медианы (Me) и интерквартильного интервала (Q1-Q3). Порядковые и бинарные данные описывали с указанием абсолютных значений и процентных долей. При сравнении трех и более зависимых групп применяли критерий Фридмана, а в случае независимых групп – критерий Краскелла-Уоллиса. Для оценки статистически значимых различий по качественному признаку в ходе анализа таблиц сопряженности использовали критерий согласия Пирсона, при необходимости вводили поправку на правдоподобие. В случае малого размера выборки для попарного сравнения групп по качественному признаку использовали точный критерий Фишера. В качестве критического уровня значимости использовали $p < 0,05$.

РЕЗУЛЬТАТЫ

При проведении культурального исследования биопроб из системы КК у пациентов с деструктивными формами ХАП до их дезинфекции, в ходе повторного ЭЛ из 97 образцов выделено 12 основных видов МО, относящихся к факультативным анаэробам, строгим анаэробам и микроаэрофилам (учитывали изоляты выделенные не менее чем из 3-х биопроб). При анализе соотношения групп выделенных МО в биопробах из групп 1-3 до повторного ЭЛ показано, что доля строгих анаэробов и микроаэрофилов vs факультативным анаэробам выше на 50,75%, 53,62% и 52,94% ($\chi^2 = 23,6$, $p = 0,001$; $\chi^2 = 27,8$, $p = 0,001$; $\chi^2 = 26,5$, $p = 0,001$).

Среди строгих анаэробов и микроаэрофилов: в группе 1 (33 пробы – 100%) первое ранговое место за-

нимает *Veillonella parvula* – 39,4%, второе ранговое место *Porphyromonas gingivalis* – 21,2%, третье ранговое место *Propionibacterium acnes* – 15,2%, *Aggregatibacter actinomycetemcomitans* – 15,2% и *Lactobacillus acidophilus* – 9,1%. В группе 2 (32 пробы – 100%) первое ранговое место занимает *Veillonella parvula* – 34,4%, второе ранговое место делят *Porphyromonas gingivalis* – 18,8%, *Propionibacterium acnes* – 18,8%, *Aggregatibacter actinomycetemcomitans* – 18,8% и третье ранговое место принадлежит *Lactobacillus acidophilus* – 9,4%. В группе 3 (32 пробы – 100%) первое ранговое место занимает *Veillonella parvula* – 40,6%, второе делят *Porphyromonas gingivalis* – 21,9% и *Propionibacterium acnes* – 15,6% и третье ранговое место принадлежит *Aggregatibacter actinomycetemcomitans* – 12,5% и *Lactobacillus acidophilus* – 9,4% (таб. 1).

Таким образом, среди строгих анаэробов и микроаэрофилов первое ранговое место во всех случаях принадлежало *Veillonella parvula*, второе – *Porphyromonas gingivalis*, а третье, как правило, делили остальные выделенные МО: *Propionibacterium acnes*, *Aggregatibacter actinomycetemcomitans*, *Lactobacillus acidophilus*.

Среди факультативных анаэробов: в группе 1 (67 проб – 100%) первое ранговое место занимает *Enterococcus faecalis* – 31,3%, второе *Candida albicans* – 23,9% и третье ранговое место делят *Actinomyces naeslundii* – 10,4%, *Streptococcus mitis* – 10,4%, *Lactobacillus casei* – 9,0%, *Lacticaseibacillus rhamnosus* – 7,5% и *Streptococcus sanguinis* – 7,5%. В группе 2 (69 проб – 100%) первое ранговое место принадлежит *Enterococcus faecalis* – 27,5%, второе *Candida albicans* – 20,3% и третье ранговое место делят *Streptococcus sanguinis* – 13,0%, *Streptococcus mitis* – 11,6%, *Lactobacillus casei* – 10,1%, *Actinomyces naeslundii* – 8,7% и *Lacticaseibacillus rhamnosus* – 8,7%. В группе 3 (68 проб – 100%) первое ранговое место принадлежит *Enterococcus faecalis* – 29,4%, второе *Candida albicans* – 22,1% и третье ранговое место делят *Actinomyces naeslundii* – 11,8%, *Streptococcus mitis* – 11,8%, *Streptococcus sanguinis* – 10,3%, *Lacticaseibacillus rhamnosus* – 7,4% и *Lactobacillus casei* – 7,4% (таб. 1).

Таким образом, среди факультативных анаэробов первое ранговое место во всех случаях принадлежало

Enterococcus faecalis, второе – *Candida albicans*, а третье делили *Actinomyces naeslundii*, *Lacticaseibacillus rhamnosus*, *Lactobacillus casei*, *Streptococcus sanguinis*, *Streptococcus mitis*.

При анализе четырехпольных таблиц сопряженности показано, что после обработки КК количество выделенных изолятов МО статистически значимо сократилось: в группе 1 на 60,0% ($\chi^2 = 53,13$; $p = 0,001$), в группе 2 на 74,3% ($\chi^2 = 94,62$; $p = 0,001$) и в группе 3 на 76,0% ($\chi^2 = 100,1$; $p = 0,001$). При этом доля строгих анаэробов и микроаэрофилов статистически значимо снизилась: в группе 1 на 60,6% ($\chi^2 = 17,985$; $p = 0,001$), в группе 2 на 81,3% ($\chi^2 = 39,062$; $p = 0,001$) и в группе 3 на 78,1% ($\chi^2 = 34,715$; $p = 0,001$). В частности, доля *Veillonella parvula* снизилась: в группе 1 на 23,1% ($\chi^2 = 0,78$; $p = 0,376$), в группе 2 на 54,5% ($\chi^2 = 4,612$; $p = 0,032$) и в группе 3 на 61,5% ($\chi^2 = 7,366$; $p = 0,007$).

Доля факультативных анаэробов также статистически значимо снизилась: в группе 1 на 59,7% ($\chi^2 = 35,153$; $p = 0,001$), в группе 2 на 79,7% ($\chi^2 = 79,470$; $p = 0,001$) и в группе 3 на 83,8% ($\chi^2 = 91,502$; $p = 0,001$). В частности, доля *Enterococcus faecalis* снизилась: в группе 1 на 23,8% ($\chi^2 = 1,355$; $p = 0,245$), в группе 2 на 63,2% ($\chi^2 = 11,508$; $p = 0,001$) и в группе 3 на 70,0% ($\chi^2 = 15,906$; $p = 0,001$). Доля *Candida albicans* снизилась: в группе 1 на 31,3% ($\chi^2 = 1,863$; $p = 0,173$), в группе 2 на 57,1% ($\chi^2 = 6,583$; $p = 0,011$) и в группе 3 на 66,7% ($\chi^2 = 10,465$; $p = 0,002$).

Без учета групповой принадлежности МО, у пациентов групп 1-3 как до, так и после проведения дезинфекции системы КК во всех случаях первое ранговое место по частоте выявления в биопробах принадлежало *Enterococcus faecalis*, второе – *Candida albicans* и третье – *Veillonella parvula* (таблица 1).

В биопробах полученных до обработки КК приходилось от одного до четырех видов МО на образец, среднее значение в расчете на пробу составило: в группе 1 – 3,03; группе 2 – 3,16 и в группе 3 – 3,13 (Критерий Краскелла-Уоллиса, $p = 0,0003$). После обработки КК среднее количество видов МО в расчете на пробу составило: в группе 1 – 1,21; в группе 2 – 0,81 и в группе 3 – 0,75 (Критерий Краскелла-Уоллиса, $p = 0,0106$).

Таблица 1. Динамика видового состава микрофлоры биопроб корневых каналов взятых до и после проведения их дезинфекции.

Table 1. The dynamics of species composition root canal biosamples microbiome taken before and after their disinfection.

Количество биопроб	Группа 1			Группа 2			Группа 3		
	n = 33			n = 32			n = 32		
Вид / биопроба	до	после	%	до	после	%	до	после	%
Всего изолятов	100	40	60,0	101	26	74,3	100	24	76,0
Строгие анаэробы и микроаэрофилы	33	13	60,6	32	6	81,3	32	7	78,1
<i>Veillonella parvula</i>	13	10	23,1	11	5	54,5	13	5	61,5
<i>Propionibacterium acnes</i>	5	0	0	6	0	0	5	0	0
<i>Porphyromonas gingivalis</i>	7	1	85,7	6	0	0	7	1	85,7
<i>Aggregatibacter actinomycetemcomitans</i>	5	2	60,0	6	1	83,3	4	1	75
<i>Lactobacillus acidophilus</i>	3	0	0	3	0	0	3	0	0
Факультативные анаэробы	67	27	59,7	69	14	79,7	68	11	83,8
<i>Enterococcus faecalis</i>	21	16	23,8	19	7	63,2	20	6	70,0
<i>Actinomyces naeslundii</i>	7	0	0	6	0	0	8	0	0
<i>Lacticaseibacillus rhamnosus</i>	5	0	0	6	0	0	5	0	0
<i>Lactobacillus casei</i>	6	0	0	7	0	0	5	0	0
<i>Streptococcus sanguinis</i>	5	0	0	9	1	88,9	7	0	0
<i>Streptococcus mitis</i>	7	0	0	8	0	0	8	0	0
<i>Candida albicans</i>	16	11	31,3	14	6	57,1	15	5	66,7

Таким образом, проведение обработки КК сопровождается выраженным снижением количества видов МО в расчете на биопробу: по группе 1 на 60,1%; по группе 2 на 74,37% и по группе 3 на 76,04% (Критерий Фридмана, $p < 0,05$) (таблица 2).

При изучении микробных ассоциаций в биопробах полученных до обработки КК показано значительное преобладание (более 80%) полимикробных ассоциаций с участием *Enterococcus faecalis*, *Candida albicans* и *Veillonella parvula* (таб. 1, 2).

После обработки КК выявлены межгрупповые различия в числе проб без высевов МО: группа 2 vs группа 1 больше на 50,0% ($\chi^2 = 4,078$; $p = 0,044$), группа 3 vs группа 1 больше на 57,1% ($\chi^2 = 6,583$; $p = 0,011$) и группа 3 vs группа 2 больше на 14,3% ($\chi^2 = 0,308$; $p = 0,579$). При этом до обработки КК пробы без высевов МО полностью отсутствовали (таб. 2).

При сравнении доли мономикробных проб взятых после обработки КК статистически значимых различий между группами при попарном сравнении не выявлено ($p > 0,05$). Однако в ходе «вертикального» анализа внутри групп до и после обработки КК выявлена статистически значимая тенденция к росту их доли: по группе 1 на 250% ($\chi^2 = 11,768$; $p = 0,001$), по группе 2 на 367% ($\chi^2 = 15,446$; $p = 0,001$), по группе 3 на 500% ($\chi^2 = 15,850$; $p = 0,001$) (таб. 2).

При сопоставлении доли полимикробных проб взятых после обработки КК показано, что группа 1 vs группа 2 и группа 1 vs группа 3 больше на 116,7% ($\chi^2 = 5,281$; $p = 0,022$), группа 2 vs группа 3 – статистически значимых различий не выявлено ($\chi^2 = 0,0$; $p = 1,0$) (таб. 2). В ходе «вертикального» анализа внутри групп до и после обработки КК выявлена статистически значимая тенденция к сокращению их доли: по группе 1 на 55,2% ($\chi^2 = 12,504$;

$p = 0,001$), по группе 2 на 79,31% ($\chi^2 = 32,9$; $p = 0,001$) и по группе 3 на 80% ($\chi^2 = 34,932$; $p = 0,001$) (таб. 2).

На основе полученных данных можно сделать заключение о том, что последовательная обработка КК 3% раствором гипохлорита натрия и проведение ФДТ с фотосенсибилизатором «ЭЛОФИТ®» значительно повышает эффективность дезинфекции системы КК при повторном ЭЛ пациентов с деструктивными формами ХАП.

ОБСУЖДЕНИЕ

У пациентов с деструктивными формами ХАП как до, так и после проведения дезинфекции КК первое ранговое место по частоте выявления в биопробах принадлежало *Enterococcus faecalis*, второе – *Candida albicans* и третье – *Veillonella parvula*. При этом до обработки КК показано значительное преобладание (более 80%) полимикробных ассоциаций с их участием. Перечисленные МО являются типичными представителями микрофлоры КК с ХАП, их наличие ассоциируется с неблагоприятным исходом первичного ЭЛ [22, 23].

При анализе пейзажа МО выделенных из биопроб групп 1-3 взятых до повторного ЭЛ показано, что доля строгих анаэробов и микроаэрофилов по отношению к факультативным анаэробам выше на 50,75%, 53,62% и 52,94%. Полученное распределение МО является характерным для пациентов с бессимптомным течением ХАП и в ряде случаев связано с дефектами первичного ЭЛ [24].

При анализе по группе строгих анаэробов и микроаэрофилов: первое ранговое место во всех случаях принадлежало *Veillonella parvula*; второе – *Porphyromonas gingivalis*; третье, как правило, делили остальные выделенные МО: *Propionibacterium acnes*, *Aggregatibacter actinomycetemcomitans*, *Lactobacillus acidophilus*.

Таблица 2. Ассоциации микроорганизмов из биопроб корневых каналов, в % к общему числу проб.

Примечание: Критерий Фридмана использовали для оценки внутригрупповых различий при множественном сравнении зависимых групп в динамике; Критерий Краскелла-Уоллиса для оценки межгрупповых различий при множественном сравнении независимых групп; при $p < 0,05$ принималась альтернативная гипотеза о наличии статистически значимых различий; при $p > 0,05$, нулевая гипотеза об их отсутствии.

Table 2. Microorganisms associations from root canal biosamples, in % of the samples total number. Notes: Friedman's test applied to assess intragroup differences in multiple comparisons of dependent groups over time; Kruskal-Wallis test for assessing intergroup differences in multiple comparisons of independent groups; at $p < 0.05$, an alternative hypothesis about the presence of statistically significant differences was accepted; at $p > 0.05$, the null hypothesis of their absence.

Вид / биопроба	Группа 1		Группа 2		Группа 3		Критерий Пирсона
Количество биопроб	n = 33		n = 32		n = 32		
до дезинфекции системы корневых каналов							
Нет высевов	0	0%	0	0%	0	0%	abs
Мономикробные	4	12,12%	3	9,37%	2	6,25%	abs
Полимикробные	29	87,88%	29	90,63%	30	93,75%	abs
Среднее количество видов на биопробу	3,03		3,16		3,13		Критерий Фридмана
Ме (Q1-Q3)	3 (3-4)		3 (3-4)		3 (3-3,5)		
Критерий Краскелла-Уоллиса	$\chi^2 = 16,0$; $df = 2$; $p = 0,0003$						
после дезинфекции системы корневых каналов							
Нет высевов	6	18,18%	12	37,50%	14	43,75%	$\chi^2 = 5,991$; $p = 0,073$
Мономикробные	14	42,42%	14	43,75%	12	37,50%	$\chi^2 = 0,287$; $p = 0,867$
Полимикробные	13	39,40%	6	18,75%	6	18,75%	$\chi^2 = 4,850$; $p = 0,089$
Среднее количество видов на биопробу	1,21; $p=0,0001$		0,81; $p=0,0001$		0,75; $p=0,0001$		Критерий Фридмана
Ме (Q1-Q3)	1 (1-2)		1 (0,001-1)		1 (0,001-1)		
Критерий Краскелла-Уоллиса	$\chi^2 = 9,1$; $df = 2$; $p = 0,0106$						

По данным литературы *Veillonella parvula* продуцирует высокомолекулярные полисахариды и витамин К, таким образом, стимулируя рост *Porphyromonas gingivalis* и развитие биопленок [25]. Патогенез периапикальной патологии тесно связан с *Porphyromonas gingivalis*, данный МО подавляет местный иммунитет ротовой полости, стимулирует биопленкообразование и поддерживает течение хронической воспалительной реакции [26].

При этом среди факультативных анаэробов: первое ранговое место во всех случаях принадлежало *Enterococcus faecalis*; второе – *Candida albicans*; третье – делили *Actinomyces naeslundii*, *Lactobacillus rhamnosus*, *Lactobacillus casei*, *Streptococcus sanguinis*, *Streptococcus mitis*.

По данным литературы, при вторичных эндодонтических инфекциях преобладают факультативные и облигатные анаэробы [5]. При этом *Enterococcus faecalis* является наиболее распространенным МО при вторичных эндодонтических инфекциях (33%) [27, 28]. Ряд других исследований также показали высокую долю выявления *Enterococcus faecalis* (от 29% до 77%) в случае вторичных эндодонтических инфекций [1, 29].

Следует отметить, что *Enterococcus faecalis*, особенно в сочетании с *Candida albicans* часто выявляют в случае резистентных инфекций КК [30], трудности с их элиминацией преимущественно обусловлены образованием биопленок устойчивых к ирригантам [31]. Наличие ассоциации *Enterococcus faecalis* и *Candida albicans* в сочетании с анатомическими особенностями системы КК и дефектами ЭЛ связано с низкой эффективностью стандартных подходов к повторному ортоградному ЭЛ [32, 33].

В ходе исследования показано, что после обработки КК количество выделенных изолятов МО в группах 1-3 статистически значимо сократилось: на 60,0%, 74,3% и 76,0%. На этом фоне доля строгих анаэробов и микроаэрофилов в группах 1-3 снизилась: на 60,6%, 81,3% и 78,1%. Доля *Veillonella parvula* снизилась: в группе 1 на 23,1%, в группе 2 на 54,5% и в группе 3 на 61,5%.

Доля факультативных анаэробов также статистически значимо снизилась на 59,7%, 79,7% и 83,8%. Особый интерес представляет то, что доля *Enterococcus faecalis* снизилась на 23,8%, 63,2% и 70,0%. Доля *Candida*

albicans также снизилась на 31,3%, 57,1% и 66,7%. Сложность уничтожения грамотрицательных бактерий с помощью ФДТ заключается в том, чтобы обеспечить проникновение фотосенсибилизатора внутрь стенки бактериальной клетки, при этом внешняя мембрана грамотрицательных бактерий играет главную роль в их устойчивости к противомикробным агентам [34].

Проведение обработки КК сопровождается выраженным снижением количества видов МО в расчете на биопробу: по группе 1 на 60,1%; по группе 2 на 74,37% и по группе 3 на 76,04%. После обработки КК выявлены межгрупповые различия в числе проб без высевов МО: группа 2 vs группа 1 больше на 50,0%, группа 3 vs группа 1 больше на 57,1% и группа 3 vs группа 2 больше на 14,3%. При сопоставлении доли полимикробных проб взятых после обработки КК показано, что группа 1 vs группа 2 и группа 1 vs группа 3 больше на 116,7%, а группа 2 vs группа 3 – статистически значимых различий не выявлено ($p > 0,05$).

В ходе «вертикального» анализа внутри групп до и после обработки КК выявлена статистически значимая тенденция к сокращению их доли: по группе 1 на 55,2%, по группе 2 на 79,31% и по группе 3 на 80%. Отмечается тенденция к некоторому превалированию эффективности дезинфекции КК в группе 3, по отношению к группе 2, несмотря на использование одинакового протокола дезинфекции КК. Данные изменения могут указывать на наличие не до конца изученных особенностей влияния препарата ГК «Revident» на иммунный статус периодонтальной области. Тем не менее, при сопоставлении свойств ГК по ряду литературных источников с полученными в работе данными найдены упоминания о ее бактериостатическом влиянии [35, 36].

ВЫВОДЫ

Повторное ЭЛ пациентов с деструктивными формами ХАП с применением ФДТ 662 нм диодным лазером и фотосенсибилизатором «ЭЛОФИТ®» как без, так и в сочетании с препаратом ГК «Revident» сопровождается статистически значимым сокращением видового разнообразия, ассоциаций и содержания периодонтальной микрофлоры корневого канала ($p < 0,05$), в сравнении со стандартным ЭЛ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Łysakowska ME, Ciebiada-Adamiec A, Sienkiewicz M, Sokołowski J, Banaszek K. The cultivable microbiota of primary and secondary infected root canals, their susceptibility to antibiotics and association with the signs and symptoms of infection. *International endodontic journal*. 2016; 49(5):422-430. doi: 10.1111/iej.12469.
2. Plotino G, Cortese T, Grande NM, Leonardi DP, Di Giorgio G, Testarelli L, Gambarini G. New technologies to improve root canal disinfection. *Brazilian dental journal*. 2016; 27(1):3-8. doi: 10.1590/0103-6440201600726
3. Bonsor SJ. Disinfection of the root canal system: what should the protocol be?. *Dental Update*. 2021; 48(10):836-844. doi: 10.4317/medoral.22907.
4. Prada I, Micó-Muñoz P, Giner-Lluesma T, Micó-Martínez P, Collado-Castellano N, Manzano-Saiz A. Influence of microbiology on endodontic failure. Literature review. *Medicina oral, patología oral y cirugía bucal*. 2019; 24(3): e364. doi: 10.4317/medoral.22907.
5. Siqueira JF, Rôças IN, Ricucci D, Hüslmann M. Causes and management of post-treatment apical periodontitis. *British dental journal*. 2014; 216(6):305-312. doi: 10.1038/sj.bdj.2014.200.
6. Pourhajbagher M, Chiniforush N, Raoofian R, Pourakbari B, Ghorbanzadeh R, Bazarjani F, Bahador A. Evaluation of photo-activated disinfection effectiveness with methylene blue against *Porphyromonas gingivalis* involved in endodontic infection: An in vitro study. *Photodiagnosis and photodynamic therapy*. 2016; 16:132-135. doi: 10.1016/j.pdpdt.2016.09.008.

7. Митронин АВ, Беляева ТС, Жекова АА. Лазерные технологии в эндодонтическом лечении хронического апикального периодонтита: сравнительная оценка антибактериальной эффективности. *Эндодонтия Today*. 2016; 14(2):27-29.

8. Наумович СА, Кувшинов АВ. Лазерная фотодинамическая терапия: основные аспекты и собственное исследование. *Современная стоматология*. 2017; 67(2):44-48.

9. Мишутина ОЛ, Волченкова ГВ, Ковалева НС, Васильцова ОА, Фахрадова ВА. Фотодинамическая терапия в стоматологии (обзор литературы). *Смоленский медицинский альманах*. 2019; 3:102-111.

10. Arneiro RA, Nakano RD, Antunes LA, Ferreira GB, Fontes K, Antunes LS. Efficacy of antimicrobial photodynamic therapy for root canals infected with *Enterococcus faecalis*. *Journal of oral science*. 2014; 56(4): 277-285. doi: 10.2334/josnusd.56.277.

11. Xhevdet A, Stubljär D, Kriznar I, Jukic T, Skvarc M, Veranic P, Ihan A. The disinfecting efficacy of root canals with laser photodynamic therapy. *Journal of lasers in medical sciences*. 2014; 5(1):19-26.

12. Chiniforush N, Pourhajbagher M, Shahabi S, Kosarieh E, Bahador A. Can antimicrobial photodynamic therapy (aPDT) enhance the endodontic treatment?. *Journal of lasers in medical sciences*. 2016; 7(2):76-85. doi: 10.15171/jlms.2016.14.

13. Plotino G, Grande NM, Mercade M. Photodynamic therapy in endodontics. *International endodontic journal*. 2019; 52(6):760-774. doi: 10.1111/iej.13057.

14. Lane J, Bonsor S. Survival rates of teeth treated with bacterial photo-dynamic therapy during disinfection of the root canal system.

British dental journal. 2019; 226(5):333-339. doi: 10.1038/s41415-019-0026-z.

15. Bonsor SJ. Disinfection of the root canal system: what should the protocol be?. *Dental Update*. 2021; 48(10):836-844.

16. Манукян ИА, Рисованный СИ, Рисованная ОС. Влияние различных режимов фотодинамической терапии на изменение температуры корневого дентина зуба при эндодонтическом лечении. *Медицинская наука Армении*. 2020; 60(2):43-53.

17. Luke AM, Mathew S, Altawash MM, Madan BM. Lasers: A review with their applications in oral medicine. *Journal of lasers in medical sciences*. 2019; 10(4):324-329. doi: 10.15171/jlms.2019.52.

18. Тарасенко СВ, Тихонова ОИ, Ашурко ИП. Результаты клинико-рентгенологического исследования эффективности сочетанного применения препарата гиалуроновой кислоты и диодного лазера при хирургическом лечении пациентов с хроническим пародонтизом. *Российский стоматологический журнал*. 2019; 23(2):64-68.

19. Саблина ГИ, Ковтонюк ПА, Соболева НН, Зеленина ТГ, Татаринова ЕН. Систематика хронических периодонтитов и их место в МКБ-10. *Сибирский медицинский журнал (Иркутск)*. 2011; 105(6):300-302.

20. Ассоциация общественных объединений «Стоматологическая Ассоциация России» Клинические рекомендации (протоколы лечения) при диагнозе болезни периапикальных тканей от 30 сентября 2014 года, актуализированы 02 августа 2018 года [Электронный ресурс]. – URL: <https://e-stomatology.ru/director/protokols/> (дата обращения: 01.07.2021).

21. Karygianni L, Anderson AC, Tennert C, Kollmar K, Altenburger MJ, Hellwig E, Al-Ahmad A. Supplementary sampling of obturation materials enhances microbial analysis of endodontic treatment failures: a proof of principle study. *Clinical oral investigations*. 2015; 19(2):319-327. doi: 10.1007/s00784-014-1231-4.

22. Henriques LC, de Brito LC, Tavares WL, Teles RP, Vieira LQ, Teles FR, Sobrinho AP. Microbial ecosystem analysis in root canal infections refractory to endodontic treatment. *Journal of endodontics*. 2016; 42(8):1239-1245. doi: 10.1016/j.joen.2016.05.014

23. Pourhajbagher M, Ghorbanzadeh R, Parker S, Chiniforush N, Bahador A. The evaluation of cultivable microbiota profile in patients with secondary endodontic infection before and after photo-activated disinfection. *Photodiagnosis and photodynamic therapy*. 2017; 18:198-203. doi: 10.1016/j.pdpdt.2017.02.013

24. Адамчик АА, Сирак АГ, Вафиади МЮ. Оценка структуры микроорганизмов, выделяемых из корневых каналов зубов при хронических периодонтитах. *Научный альманах*. 2016; 16(2-3):18-24.

25. Mashima I, Fujita M, Nakatsuka Y, Kado T, Furuichi Y, Herastuti S, Nakazawa F. The distribution and frequency of oral Veillonella spp. associated with chronic periodontitis. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*. 2015; 4(3):150-160.

REFERENCES:

1. Łysakowska ME, Ciebiada-Adamiec A, Sienkiewicz M, Sokolowski J, Banaszek K. The cultivable microbiota of primary and secondary infected root canals, their susceptibility to antibiotics and association with the signs and symptoms of infection. *International endodontic journal*. 2016; 49(5):422-430. doi: 10.1111/iej.12469.

2. Plotino G, Cortese T, Grande NM, Leonardi DP, Di Giorgio G, Testarelli L, Gambarini G. New technologies to improve root canal disinfection. *Brazilian dental journal*. 2016; 27(1):3-8. doi: 10.1590/0103-6440201600726

3. Bonsor SJ. Disinfection of the root canal system: what should the protocol be?. *Dental Update*. 2021; 48(10):836-844. doi: 10.4317/medoral.22907.

4. Prada I, Micó-Muñoz P, Giner-Lluesma T, Micó-Martínez P, Collado-Castellano N, Manzano-Saiz A. Influence of microbiology on endodontic failure. Literature review. *Medicina oral, patología oral y cirugía bucal*. 2019; 24(3): e364. doi: 10.4317/medoral.22907.

5. Siqueira JF, Rôças IN, Ricucci D, Hülsmann M. Causes and management of post-treatment apical periodontitis. *British dental journal*. 2014; 216(6):305-312.

6. Pourhajbagher M, Chiniforush N, Raoofian R, Pourakbari B, Ghorbanzadeh R, Bazarjani F, Bahador A. Evaluation of photo-activated disinfection effectiveness with methylene blue against *Porphyromonas gingivalis* involved in endodontic infection: An in vitro study. *Photodiagnosis and photodynamic therapy*. 2016; 16:132-135.

7. Mitronin AV, Beliaeva TS, Zhekova AA. Laser technology in endodontic treatment of chronic apical periodontitis: comparative evaluation of antibacterial efficiency. *Endodontics Today*. 2016; 14(2):27-29. (In Russ.)

8. Naumovich SA, Kuvshinov AV. Laser photodynamic therapy: main aspects and own research. *Modern dentistry*. 2017; 67 (2): 44-48. (In Russ.)

26. Xu W, Zhou W, Wang H, Liang S. Roles of *Porphyromonas gingivalis* and its virulence factors in periodontitis. *Advances in protein chemistry and structural biology*. 2020; 120:45-84. doi: 10.1016/bs.apcsb.2019.12.001.

27. Anderson AC, Hellwig E, Vespermann R, Wittmer A, Schmid M, Karygianni L, Al-Ahmad A. Comprehensive analysis of secondary dental root canal infections: a combination of culture and culture-independent approaches reveals new insights. *PloS one*. 2012; 7(11):e49576. doi: 10.1371/journal.pone.0049576

28. Tennert C, Feldmann K, Haamann E, Al-Ahmad A, Follo M, Wrbsas KT, Hellwig E, Altenburger MJ. Effect of photodynamic therapy (PDT) on *Enterococcus faecalis* biofilm in experimental primary and secondary endodontic infections. *BMC oral health*. 2014; 14(1):1-8. doi: 10.1186/1472-6831-14-132.

29. Endo MS, Signoretti FG, Kitayama VS, Marinho AC, Marinho FC, de Almeida BB. Investigation in vivo of *Enterococcus faecalis* in endodontic retreatment by phenotypic and genotypic methods. *Acta Scientiarum. Health Sciences*. 2015; 37(1):95-103.

30. Ahangari Z, Bidabadi MM, Asnaashari M, Rahmati A, Tabatabaei FS. Comparison of the antimicrobial efficacy of calcium hydroxide and photodynamic therapy against *Enterococcus faecalis* and *Candida albicans* in teeth with periapical lesions; an in vivo study. *Journal of lasers in medical sciences*. 2017; 8(2):72-78. doi: 10.15171/jlms.2017.13.

31. Trindade AC, De Figueiredo JA, Steier L, Weber JB. Photodynamic therapy in endodontics: a literature review. *Photomedicine and laser surgery*. 2015; 33(3):175-182. doi: 10.1089/pho.2014.3776.

32. Mergoni G, Percudani D, Lodi G, Bertani P, Manfredi M. Prevalence of *Candida* species in endodontic infections: Systematic review and meta-analysis. *Journal of endodontics*. 2018; 44(11):1616-1625. doi: 10.1016/j.joen.2018.07.016.

33. Medina-Palacios SE, Vitales-Noyola M, López-González E, González-Amaro AM, Méndez-González V, Pozos-Guillén A. Root canal microorganisms and their antibiotic susceptibility in patients with persistent endodontic infections, with and without clinical symptoms. *Odontology*. 2021; 109(3):596-604. doi: 10.1007/s10266-020-00580-2.

34. Sperandio FF, Huang YY, Hamblin RM. Antimicrobial photodynamic therapy to kill Gram-negative bacteria. Recent patents on anti-infective drug discovery. 2013; 8(2):108-120. doi: 10.2174/1574891x113089990012.

35. Eliezer M, Imber JC, Sculean A, Pandis N, Teich S. Hyaluronic acid as adjunctive to non-surgical and surgical periodontal therapy: a systematic review and meta-analysis. *Clinical oral investigations*. 2019; 23(9):3423-3435. doi: 10.1007/s00784-019-03012-w

36. Chen M, Li L, Wang Z, Li P, Feng F, Zheng X. High molecular weight hyaluronic acid regulates *P. gingivalis*-induced inflammation and migration in human gingival fibroblasts via MAPK and NF- κ B signaling pathway. *Archives of oral biology*. 2019; 98:75-80. doi: 10.1016/j.archoralbio.2018.10.027.

9. Mishutina OL, Volchenkova GV, Kovaleva NS, Vasil'tsova OA, Fakhradova VA. Photodynamic therapy in dentistry (literature review). *Smolensk Medical Almanac*. 2019; 3:102-111. (In Russ.)

10. Arneiro RA, Nakano RD, Antunes LA, Ferreira GB, Fontes K, Antunes LS. Efficacy of antimicrobial photodynamic therapy for root canals infected with *Enterococcus faecalis*. *Journal of oral science*. 2014; 56(4): 277-285. doi: 10.2334/josnusd.56.277.

11. Xhevdet A, Stubljarić D, Kriznar I, Jukic T, Skvarc M, Veranic P, Ihan A. The disinfecting efficacy of root canals with laser photodynamic therapy. *Journal of lasers in medical sciences*. 2014; 5(1):19-26.

12. Chiniforush N, Pourhajbagher M, Shahabi S, Kosarieh E, Bahador A. Can antimicrobial photodynamic therapy (aPDT) enhance the endodontic treatment?. *Journal of lasers in medical sciences*. 2016; 7(2):76-85. doi: 10.15171/jlms.2016.14.

13. Plotino G, Grande NM, Mercade M. Photodynamic therapy in endodontics. *International endodontic journal*. 2019; 52(6):760-774. doi: 10.1111/iej.13057.

14. Lane J, Bonsor S. Survival rates of teeth treated with bacterial photo-dynamic therapy during disinfection of the root canal system. *British dental journal*. 2019; 226(5):333-339. doi: 10.1038/s41415-019-0026-z.

15. Bonsor SJ. Disinfection of the root canal system: what should the protocol be?. *Dental Update*. 2021; 48(10):836-844.

16. Manukian IA, Risovanniy SI, Risovannaia OS. Influence of different modes of photodynamic therapy on the change in the temperature of the root dentin of the tooth during endodontic treatment. *Medical Science of Armenia*. 2020; 60(2):43-53. (In Russ.)

17. Luke AM, Mathew S, Altawash MM, Madan BM. Lasers: A review with their applications in oral medicine. *Journal of lasers in medical sciences*. 2019; 10(4):324-329.

18. Tarasenko SV, Tikhonova OI, Ashurko IP. The results of clinical and X-ray studies of the effectiveness of the combined use of hyaluronic

acid and diode laser in the surgical treatment of patients with chronic periodontitis. *Rossiyskii stomatologicheskii zhurnal*. 2019; 23(2):64-68. (In Russ.)

19. Sablina GI, Kovtonyuk PA, Soboleva NN, Zelenina TG, Tatarinova EN. Systematics of chronic periodontitis and their place in ICD-10. *Siberian Medical Journal (Irkutsk)*. 2011; 105(6):300-302. (In Russ.)

20. Association of public associations "Dental Association of Russia" Clinical guidelines (treatment protocols) for the diagnosis of periapical tissue disease dated September 30, 2014, updated on August 02, 2018 [Electronic resource]. – URL: <https://e-stomatology.ru/director/protokols/> (date of access: 01.07.2021). (In Russ.)

21. Karygianni L, Anderson AC, Tennert C, Kollmar K, Altenburger MJ, Hellwig E, Al-Ahmad A. Supplementary sampling of obturation materials enhances microbial analysis of endodontic treatment failures: a proof of principle study. *Clinical oral investigations*. 2015; 19(2):319-327. doi: 10.1007/s00784-014-1231-4.

22. Henriques LC, de Brito LC, Tavares WL, Teles RP, Vieira LQ, Teles FR, Sobrinho AP. Microbial ecosystem analysis in root canal infections refractory to endodontic treatment. *Journal of endodontics*. 2016; 42(8):1239-1245. doi: 10.1016/j.joen.2016.05.014

23. Pourhajbagher M, Ghorbanzadeh R, Parker S, Chiniforush N, Bahador A. The evaluation of cultivable microbiota profile in patients with secondary endodontic infection before and after photo-activated disinfection. *Photodiagnosis and photodynamic therapy*. 2017; 18:198-203. doi: 10.1016/j.pdpdt.2017.02.013

24. Adamchik AA, Sirak AG, Vafiadi M Yu. Evaluation of the structure of microorganisms, isolated from root canals of teeth with chronic apical periodontitis. *Science Almanac*. 2016; 16(2-3):18-24. (In Russ.)

25. Mashima I, Fujita M, Nakatsuka Y, Kado T, Furuichi Y, Herastuti S, Nakazawa F. The distribution and frequency of oral *Veillonella* spp. associated with chronic periodontitis. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*. 2015; 4(3):150-160.

26. Xu W, Zhou W, Wang H, Liang S. Roles of *Porphyromonas gingivalis* and its virulence factors in periodontitis. *Advances in protein chemistry and structural biology*. 2020; 120:45-84. doi: 10.1016/bs.apcsb.2019.12.001.

27. Anderson AC, Hellwig E, Vespermann R, Wittmer A, Schmid M, Karygianni L, Al-Ahmad A. Comprehensive analysis of secondary dental root canal infections: a combination of culture and culture-independent

approaches reveals new insights. *PloS one*. 2012; 7(11):e49576. doi: 10.1371/journal.pone.0049576

28. Tennert C, Feldmann K, Haamann E, Al-Ahmad A, Follo M, Wrbas KT, Hellwig E, Altenburger MJ. Effect of photodynamic therapy (PDT) on *Enterococcus faecalis* biofilm in experimental primary and secondary endodontic infections. *BMC oral health*. 2014; 14(1):1-8. doi: 10.1186/1472-6831-14-132.

29. Endo MS, Signoretti FG, Kitayama VS, Marinho AC, Martinho FC, de Almeida BB. Investigation in vivo of *Enterococcus faecalis* in endodontic retreatment by phenotypic and genotypic methods. *Acta Scientiarum. Health Sciences*. 2015; 37(1):95-103.

30. Ahangari Z, Bidabadi MM, Asnaashari M, Rahmati A, Tabatabaei FS. Comparison of the antimicrobial efficacy of calcium hydroxide and photodynamic therapy against *Enterococcus faecalis* and *Candida albicans* in teeth with periapical lesions; an in vivo study. *Journal of lasers in medical sciences*. 2017; 8(2):72-78. doi: 10.15171/jlms.2017.13.

31. Trindade AC, De Figueiredo JA, Steier L, Weber JB. Photodynamic therapy in endodontics: a literature review. *Photomedicine and laser surgery*. 2015; 33(3):175-182. doi: 10.1089/pho.2014.3776.

32. Mergoni G, Percudani D, Lodi G, Bertani P, Manfredi M. Prevalence of *Candida* species in endodontic infections: Systematic review and meta-analysis. *Journal of endodontics*. 2018; 44(11):1616-1625. doi: 10.1016/j.joen.2018.07.016.

33. Medina-Palacios SE, Vitales-Noyola M, López-González E, González-Amaro AM, Méndez-González V, Pozos-Guillén A. Root canal microorganisms and their antibiotic susceptibility in patients with persistent endodontic infections, with and without clinical symptoms. *Odontology*. 2021; 109(3):596-604. doi: 10.1007/s10266-020-00580-2.

34. Sperandio FF, Huang YY, Hamblin RM. Antimicrobial photodynamic therapy to kill Gram-negative bacteria. Recent patents on anti-infective drug discovery. 2013; 8(2):108-120. doi: 10.2174/1574891x113089990012.

35. Eliezer M, Imber JC, Sculean A, Pandis N, Teich S. Hyaluronic acid as adjunctive to non-surgical and surgical periodontal therapy: a systematic review and meta-analysis. *Clinical oral investigations*. 2019; 23(9):3423-3435. doi: 10.1007/s00784-019-03012-w

36. Chen M, Li L, Wang Z, Li P, Feng F, Zheng X. High molecular weight hyaluronic acid regulates P. gingivalis-induced inflammation and migration in human gingival fibroblasts via MAPK and NF-κB signaling pathway. *Archives of oral biology*. 2019; 98:75-80. doi: 10.1016/j.archoralbio.2018.10.027.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ:

Манукян И.А. – аспирант, ORCID ID: 0000-0002-3441-1815.

Адамчик А.А. – доцент, доктор медицинских наук, заведующий кафедрой терапевтической стоматологии; ORCID ID: 0000-0002-2861-0260.

Рисованный С.И. – профессор, доктор медицинских наук; ORCID ID: 0000-0002-1525-5431.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кубанский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, 350063, Российская Федерация, г. Краснодар, ул. им. Митрофана Седина, 4.

AUTHOR INFORMATION

Irma A. Manukian – postgraduate student. ORCID ID: 0000-0002-3441-1815.

Anatoly A. Adamchik – senior lecture, Doctor of Medical Sciences, Head of the Department of Therapeutic Dentistry; ORCID ID: 0000-0002-2861-0260.

Sergei I. Risovannyi – professor, Doctor of Medical Sciences; ORCID ID: 0000-0002-1525-5431.

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Kuban State Medical University" of the Ministry of Health of the Russian Federation, 4 Mitrofana Sedina st., Krasnodar, 350063, Russian Federation.

ВКЛАД АВТОРОВ:

Манукян И.А. – сбор, анализ и интерпретация данных, подготовка статьи.

Адамчик А.А. – критический пересмотр в части значимого интеллектуального содержания.

Рисованный С.И. – критический пересмотр в части значимого интеллектуального содержания, окончательное одобрение варианта статьи для опубликования.

AUTHOR'S CONTRIBUTION:

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

Anatoly A. Adamchik – drafted the article or revised it critically for important intellectual content.

Sergei I. Risovannyi – drafted the article or revised it critically for important intellectual content; approved the version to be published.

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

Манукян И.А. / Irma A. Manukian, E-mail: irma_manukjan@mail.ru

Сравнительная морфометрическая характеристика рабочей поверхности эндодонтических ротационных никель-титановых инструментов после максимальной циклической нагрузки

© Домбровская Ю.А.¹, Падерина Т.О.¹, Бенкен К.А.², Лубская Е.Ю.¹, Силин А.В.¹

¹Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Санкт-Петербург, Россия

²Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Санкт-Петербургский государственный университет», Санкт-Петербург, Россия

Резюме:

Цель. Морфометрический анализ рабочих поверхностей эндодонтических вращающихся никель-титановых инструментов.

Материалы и методы. Проанализирован химический состав, физические свойства трех видов эндодонтических вращающихся никель-титановых инструментов F2 различных типов: протейперы Universal (PTu, Dentsply, Maillefer, Ballaigues, Швейцария), ультратейперы Ultrataper (Eurofile, Шеньжень, Китай) и суперфайлы (Superfile, Eurofile, Шеньжень, Китай), а также проведена оценка эндодонтической обработки 75 эндоблоков.

Результаты. В данном исследовании показано, что эндодонтические ротационные инструменты имеют различный химический состав и неоднородность сплава. Выявлено среднее сопоставимое процентное содержание титана и никеля в исследуемых образцах сплавов. Качество эндодонтической обработки каналов эндоблоков различными вращающимися никель-титановыми инструментами также сопоставимо между собой и отвечает заданным критериям.

Выводы. Проведенный морфометрический анализ выявил разность структуры сплава металлов протейперов F2, при сопоставимом между собой содержании никеля (46-52%) и титана (38-41%). Содержание чистого никель-титанового сплава по периферии эндодонтического инструмента в протейперах Universal обеспечивают высокую режущую способность граней. Полученные данные о различной устойчивости к циклическим нагрузкам необходимо учитывать при эндодонтическом лечении многокорневых зубов. Анализ структуры никель-титанового сплава указывает на предопределённость развития фактуры инструмента при длительном использовании и необходимости учёта циклов работы эндодонтического ротационного инструмента.

Ключевые слова: эндодонтическое лечение, вращающийся никель-титановый инструмент, никель-титановый сплав, протейпер.

Статья поступила: 10.12.2021; **исправлена:** 13.02.2022; **принята:** 15.02.2022.

Конфликт интересов: Силин А.В. является членом редакционной коллегии, однако, влияние было нивелировано в процессе двойного слепого рецензирования.

Благодарности: Финансирование и индивидуальные благодарности для декларирования отсутствуют.

Для цитирования: Домбровская Ю.А., Падерина Т.О., Бенкен К.А., Лубская Е.Ю., Силин А.В. Сравнительная морфометрическая характеристика рабочей поверхности эндодонтических ротационных никель-титановых инструментов после максимальной циклической нагрузки. Эндодонтия today. 2022; 20(1):12-19. DOI: 10.36377/1726-7242-2022-20-1-12-19.

Comparative morphometric characteristics of the working surface of endodontic rotary nickel-titanium instruments after maximum cyclic loading

© Yulia A. Dombrovskaya¹, Tatiana O. Paderina¹, Konstantin A. Benken², Ekaterina Yu. Lubskaya¹, Alexei V. Silin¹

¹Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Mechnikov St. Petersburg State Medical Academy" of the Ministry of Health of the Russian Federation, St. Petersburg, Russia

²Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Saint-Petersburg State University", St. Petersburg, Russia

Abstract:

Aim. Is the morphometric analysis of the working surfaces of endodontic rotating nickel-titanium instruments.

Materials and methods. The chemical composition and physical properties of the three types of endodontic rotating nickel-titanium F2 instruments have been analyzed: proptaper Universal (PTu, Dentsply, Maillefer, Ballaigues, Switzerland), Ultrataper (Eurofile, China) and Superfile (Eurofile, China) protapers. The evaluation of endodontic treatment of 75 endoblocks was also carried out.

Results. The research work shows that endodontic rotary instruments have both different chemical composition and heterogeneity of the alloy. The average comparable percentage of titanium and nickel in the studied alloy samples has been revealed. The quality of endodontic treatment of the endoblocks' channels with various rotating nickel-titanium instruments is also comparable and meets the specified criteria.

Conclusion. The morphometric analysis has revealed a difference in the structure of the metal alloy of the F2 protapers, with a comparable content of nickel (46-52%) and titanium (38-41%). The content of pure nickel-titanium alloy along the periphery of the endodontic instrument in Universal protapers ensures high cutting ability of the faces. The obtained data on different resistance to cyclic loads should be taken into account in the endodontic treatment of multi-root teeth. The analysis of the structure of the nickel-titanium alloy indicates the predetermination of the development of the tool's fracture with prolonged use and the need to take into account the cycles of the endodontic rotary tool.

Keywords: endodontic treatment, rotating nickel-titanium instrument, nickel-titanium alloy, protaper.

Received: 10.12.2021; **revised:** 13.02.2022; **accepted:** 15.02.2022.

Conflict of interests: Alexei V. Silin is a member of the journal editorial board however, the influence was excluded in the double-blind peer review process.

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

For citation: Yulia A. Dombrovskaya, Tatiana.O. Paderina, Konstantin A. Benken, Ekaterina Yu. Lubskaya, Alexei V. Silin. Comparative morphometric characteristics of the working surface of endodontic rotary nickel-titanium instruments after maximum cyclic loading. *Endodontics today.* 2022; 20(1):12-19. DOI: 10.36377/1726-7242-2022-20-1-12-19.

АКТУАЛЬНОСТЬ

Использование вращающихся никель-титановых эндодонтических инструментов: протейперов (PTu, Dentsply, Maillefer, Ballaigues, Швейцария), ультрапейперов (Ultrataper Eurofile, Шеньчжень, Китай) и суперфайлов (Superfile, Eurofile, Шеньчжень, Китай) является широко распространённой практикой клинической деятельности врача-стоматолога [1-3, 5, 12].

Результаты исследований циклической усталости вращающегося никель-титанового эндодонтического инструмента позволяет врачу-стоматологу осуществлять выбор инструментария при решении разных клинических задач [4-7, 11, 12].

По данным литературных источников изучение поверхностей эндодонтического инструментария вращающихся никель-титановых инструментов, в частности протейперов, занимает ведущее место в современной эндодонтической практике [5, 6, 10, 12, 15].

Хотя вращающиеся никель-титановые инструменты имеют превосходную гладкость поверхности и устойчивость к циклической усталости от напряжения, вызванной механической нагрузкой и силой трения, имеют вероятность перелома инструмента до 20% [5, 13, 15].

Таким образом, понимание влияния механических нагрузок на рабочие поверхности никель-титановых вращающихся инструментов может дать полезную практическую информацию с точки зрения образования поверхностных дефектов и клинической безопасности [2, 3, 9-11, 15].

ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ

Морфометрический анализ рабочих поверхностей различных видов протейперов после получения ими максимальных циклическим нагрузок.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Проанализирован химический состав и физические свойства трёх видов машинных инструментов F2 различных типов: протейперов Universal (PTu,

Dentsply, Maillefer, Ballaigues, Швейцария), ультрапейпер (Ultrataper, Eurofile, Шеньчжень, Китай) и суперфайл (Superfile, Eurofile, Шеньчжень, Китай). Новый инструмент извлекался из блистерной упаковки, автоклавируемую не подвергался.

По стандартной методике работы с никель-титановыми ротационными инструментами (PTu) – обработаны эндоблоки (Endo-Training-Bloc) в количестве 75 штук с помощью эндомотора «VDW Silver» до момента отлома инструмента одним оператором в течение 10 дней. Блоки были разделены на три группы сравнения: 25 эндоблоков обработано протейперами Universal (PTu, Dentsply, Maillefer, Ballaigues, Швейцария), 25 эндоблоков – ультрапейперами (Ultrataper, Eurofile, Шеньчжень, Китай) и 25 блоков – суперфайлами (Superfile, Eurofile, Шеньчжень, Китай).

Для каждого эндодонтического блока был сформирован апикальный упор с помощью ручных к-файлов диаметром 6, 8, 10 и 15. Машинные файлы использовались последовательно SX, S1, S2, F1, F2, F3. Вводимым в канал ротационным никель-титановым инструментом выполнялось 3 – 5 пассивных ключающих движений в апикальном направлении, при достижении рабочей длины вращающийся файл незамедлительно извлекали из канала эндоблока.

После каждого файла проводилась ирригация канала эндоблока 3,25% раствором гипохлоритом натрия, в качестве эндолубриканта использовался гель 17% ЭДТА. Критериями качества обработки стенок эндоблока являлись – форма канала в виде усечённого конуса, гладкость стенок, ирригационный раствор не выходил за пределы апикального отверстия из-за сформированного упора [1].

Оценка результатов осуществлялась с помощью настольного сканирующего электронного микроскопа TM3000, с режимом низкого вакуума, без предварительного напыления. Прибор оснащен приставкой энергодисперсионного микроанализа OXFORD. На каж-

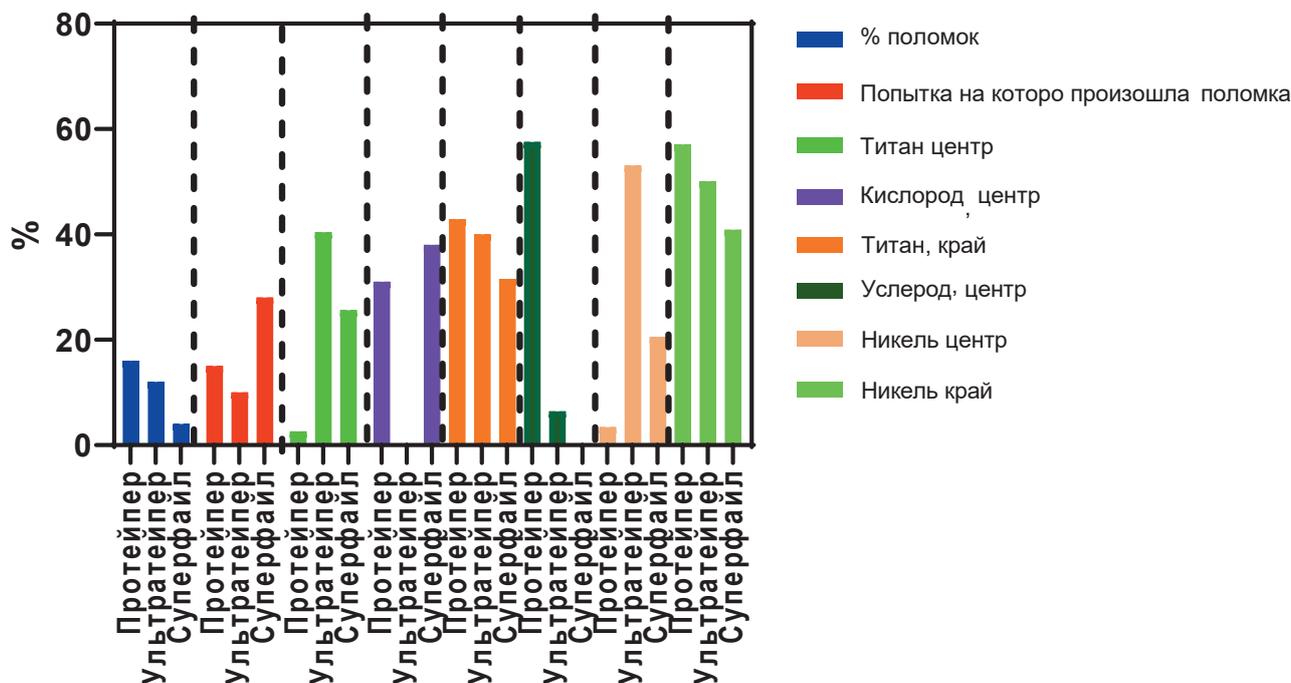


Рис. 1. Корреляция химического состава от вероятности поломки F2.

Fig. 1. Correlation of chemical composition from the probability of breakdown F2.

дом инструменте исследовались 5 точек поверхности отлома протейперов Universal (PTu, Dentsply, Maillefer, Ballaigues, Швейцария), ультратейперов (Ultrataper, Eurofile, Шеньжень, Китай) и суперфайлов (Superfile, Eurofile, Шеньжень, Китай).

В течение 20 секунд осуществлялся сбор данных, далее проводилась статическая обработка результатов качественного и количественного анализа с использованием модифицированного алгоритма Клифа-Лоримера, включая заданные оператором k-факторы, строилась диаграмма распределения химических элементов, выявленных при сканировании поверхности образца, значения выражались в процентах. Для оценки корреляций частоты поломок в зависимости от химического состава F2 проведен матричный анализ с расчетом коэффициента Пирсона.

Фотографирование осуществлялось с помощью стереомикроскопа Leica M205 C (Leica, Германия, 2007), который имеет программный модуль мультифокальной реконструкции, что дало возможность получить фотографии с большой глубиной фокуса.

Оценивалось качество эндодонтической обработки канала эндоблока, а также проводился морфометрический анализ режущих граней и области фрактуры никель-титанового инструмента.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Максимальная пластическая деформация и разрушение суперфайла (Eurofile, Шеньжень, Китай) произошло на 20 эндоблоке, ультратейпера (Eurofile, Шеньжень, Китай) – на 10 эндоблоке, протейпера Universal (PTu, Dentsply, Maillefer, Ballaigues, Швейцария) – на 5 эндоблоке. Таким образом, процент поломок инструмента F2 протейперов Universal составил 20%, ультратейперов – 12%, суперфайлов – 4% от общего количества сломанных эндодонтических файлов, что совпадает с данными литературных источников [5, 13, 15].

Значение коэффициента Пирсона для никеля – 0,126 и титана 0,054 в области рабочей грани эндодонтического инструмента F2 указывает на линейную зависимость

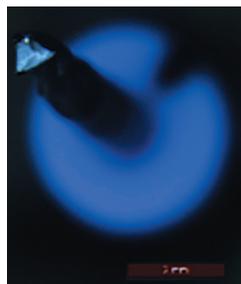


Рис. 2. Линия фрактуры суперфайла. Ув. 2.

Fig. 2. Superfile's Fracture Line. Ext. 2.



Рис. 3. Фрагмент верхушки инструмента суперфайл F2, заклиненного в процессе эндодонтической обработки.

Fig. 3. Fragment of the superfile F2 tool's tip jammed during the endodontic treatment.

от повышенной концентрации этих металлов на увеличение вероятности отлома кончика протейпера ($p < 0,05$). На диаграмме (Рис. 1) отражена корреляция химического состава вращающегося никель-титанового инструмента F2 от устойчивости к максимальной циклической нагрузке.

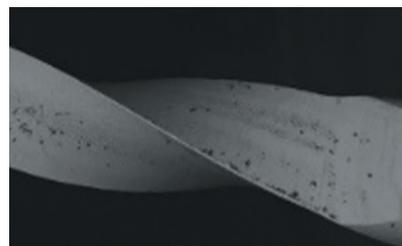


Рис. 4. Поверхность суперфайла F2. Ув. 60.

Fig. 4. Superfile's F2 surface. Ext. 60.

Суперфайл (Superfile, Eurofile, Шеньжень, Китай). На рисунке 2 представлен срез сломавшегося никель-титанового инструмента F2, после полученной циклической нагрузки, который геометрически представляет форму треугольника, видна неоднородная структура инструмента.

На рисунке 4 представлена поверхность ротационного никель-титанового инструмента имеет попереч-

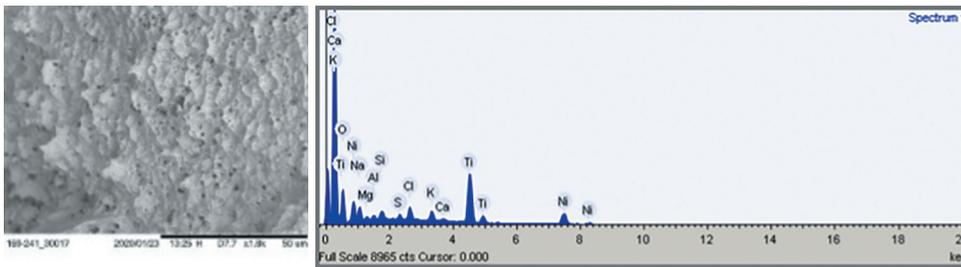


Рис. 5. Микроскопическая структура никель-титанового сплава. Ув. 1800.

Fig. 5. Microscopic structure of nickel-titanium alloy. Ext. 1800.

Таблица 1. Химический состав элементов режущего края суперфайла.

Table 1. Chemical composition of the elements of the superfile's cutting edge.

Element	Weight %	Weight % σ	Atomic %
Carbon	22.485	0.311	52.982
Oxygen	4.678	0.272	8.275
Aluminum	0.352	0.034	0.369
Titanium	31.560	0.216	18.647
Nickel	40.925	0.288	19.728

Таблица 2. Химический состав глобул серого цвета в структуре суперфайла.

Table 2. Chemical composition of gray globules in the superfile's structure.

Element	Weight %	Weight % σ	Atomic %
Carbon	2.134	0.239	8.848
Titanium	42.557	0.247	44.241
Nickel	55.309	0.267	46.911

Таблица 3. Химический состав включений в структуре суперфайла.

Table 3. Chemical composition of inclusions in the superfile's structure.

Element	Weight %	Weight % σ	Atomic %
Carbon	8.644	0.373	29.543
Aluminum	0.255	0.054	0.388
Silicon	0.165	0.050	0.241
Titanium	39.578	0.256	33.919
Nickel	51.359	0.305	35.910

ную исчерченность, дефекты структуры в виде пор и углублений различной формы. Отлом произошел после максимальной циклической нагрузки при обработке 20 по счету эндоблока.

Микроскопически структура металла (Рис. 5) имеет форму серых глобул металла, размер которых примерно одинаков (1-5 мкм), между ними визуализируются полосы более светлого оттенка. Также видны включения примесей черного цвета.

Химический энергодисперсионный анализ поверхности отлома выявил высокое содержание титана 25% и никеля 20%, а также наличия атомов кислорода и примесей серы, фосфора, кальция, натрия в следовых количествах.

Анализ грани режущего никель-титанового инструмента выявил значительное содержание атомов углерода, обогащение которыми происходит в соответствии с методикойковки металла (таблица 1).

Анализ глобул серого цвета показал следующий результат 42,6% титана и 55,3 % никеля (таблица 2).

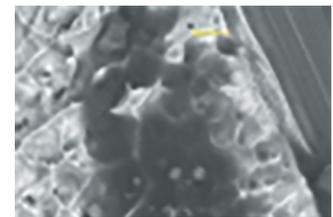


Рис. 6. Грань эндодонтического инструмента. Ув.4000.

Fig. 6. The facet of an endodontic instrument. Ext. 4000.

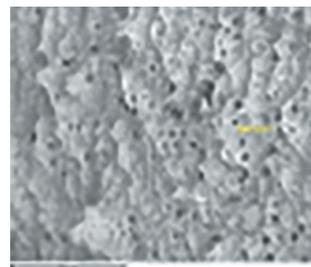


Рис. 7. Микроструктура никель-титанового инструмента. Ув.2000.

Fig. 7. Microstructure of nickel-titanium tools. Ext. 2000.

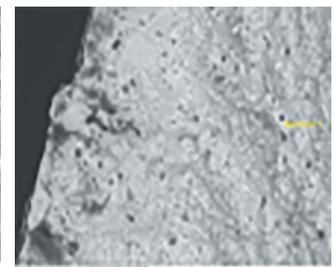


Рис. 8. Включения в структуру никель-титанового сплава. Ув.1000

Fig. 8. Inclusions in the structure of nickel-titanium alloy. Ext. 1000.



Рис. 9. Протейпер Universal F2. Ув.2

Fig. 9. Protaper Universal F2. Ext. 2.

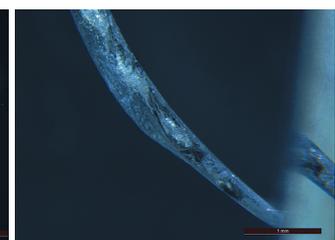


Рис. 10. Фрагмент протейпера Universal F2 в эндоблоке.

Fig. 10. Fragment of Universal F2 protaper in the endoblock.

Исследование включений показало, что они на 39,6% состоят из титана и на 51,4% – из никеля. В составе включений обнаружены атомы алюминия и кремния в следовых количествах (таблица 3).

Анализ из различных областей отлома поверхности инструмента выявил содержание никеля от 40 до 44% и титана от 31 до 34%.

На рисунке 11 видны дефекты поверхности, появившиеся после использования при эндодонтическом лечении, в виде пор и отслоений поверхностного слоя. Также отмечается поперечная исчерченность рельефа наружного слоя металла.

На горизонтальном срезе (Рис. 12) наружный слой визуально отличается от внутреннего слоя большим содержанием пор и включений.

Вид режущей грани инструмента рисунке 13, выработавшего максимально возможно количество ротацион-

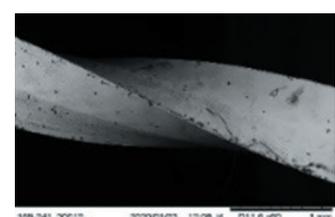


Рис. 11. Поверхность протейпера Universal F2 после использования. Ув.60.

Fig. 11. Surface of Protaper Universal F2 after use. Ext. 60.

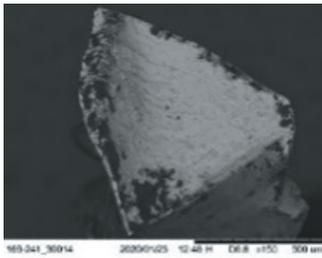


Рис. 12. Линия отлома протейпера Universal F2. Ув. 150.
Fig. 12. Break line of Protaper Universal F2. Ext. 150.

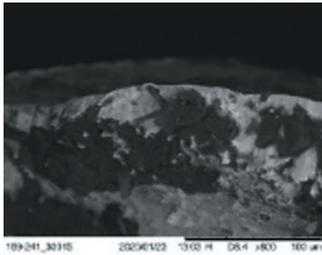


Рис. 13. Грань протейпера Universal F2. Ув. 800.
Fig. 13. Face of Protaper Universal F2. Ext. 800.

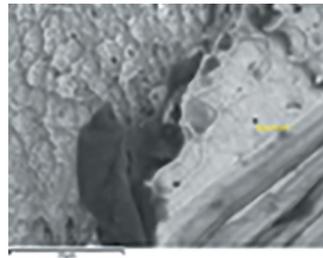


Рис. 14. Граница внутреннего и наружного слоёв инструмента. Ув. 4000.
Fig. 14. Boundary of the tool's inner and outer layers. Ext. 4000.

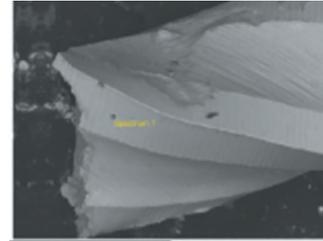
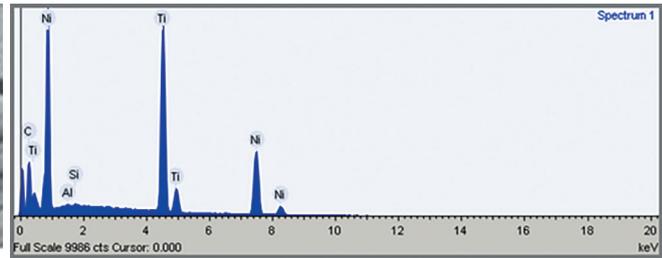


Рис. 15. Боковая грань фрагмента протейпера Universal. Ув. 150.
Fig. 15. The side face of Universal Protaper's fragment. Ext. 150.

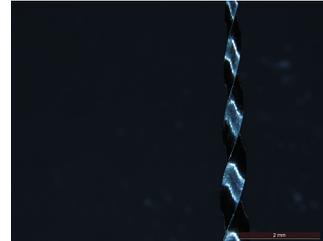


Рис. 16. Ультратейпер F2. Ув. 2.
Fig. 16. Ultrataper F2. Ext. 2.

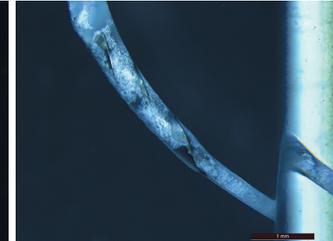


Рис. 17. Фрагмент ультратейпера F2 в эндблоке.
Fig. 17. Fragment of Ultrataper F2 in the endblock.

ных циклов и подвергшееся пластической деформации после обработки 5 по счету канала.

На рисунках 13 и 14 представлена различная структура слоёв инструмента. Далее проведен химический анализ границы между внутренним и наружным слоями. Отмечено содержание 33,7% титана и 43,4% никеля в наружном слое.

Анализ включений показал достаточно большой спектр химических элементов, что, безусловно, сказывается на устойчивости к циклическим нагрузкам. Вместе с тем, морфометрический анализ и различных точках поверхности фактуры инструмента показал неоднородность химической структуры с высоким содержанием никеля 50,4% и 39,3% титана (таблица 4).

Энергодисперсионный анализ данной поверхности указывает на высокое содержание никеля 42% и титана 57% в виде чистого сплава без примесей (таблица 5).

На рисунках 16, 17, 18 представлен ротационный никель-титановый ультратейпер F2. В области фактуры инструмента имеет треугольную форму сечения.

Микроскопически на рисунке 19 выявляются множественные дефекты рабочей поверхности инструмента, фактура произошла после максимальной циклической нагрузки при обработке по счету 10 канала.

Микроскопически на месте фактуры видны полосы металлов белого и серого цветов, глобулы отсутствуют, визуализируются включения черного цвета.

На рисунках 19 и 20 отражена структура инструмента из никель-титанового сплава, проведен химический энергодисперсионный анализ различных участков на линии отлома (таб.6).

Выявлена неравномерность распределения атомов титана и никеля, а также широкий спектр химических элементов в области включений: углерод, кислород, алюминий, кремний, сера, кальций, железо и цинк (таблица 7).

Вместе с тем области, прилегающие к включениям, содержат достаточное количество титана 42,2% и 51,9% никеля.

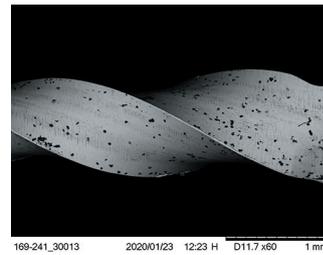


Рис. 18. Макроструктура витков ультратейпера F2. Ув. 60.
Fig. 18. Macrostructure of Ultrataper F2. Ext. 60.

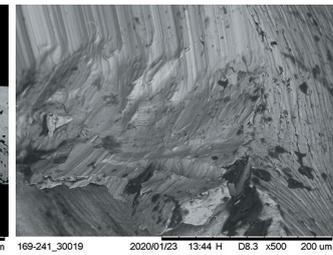


Рис. 19. Рабочая поверхности грани ультратейпера F2. Ув. 500.
Fig. 19. The working surface of the face of Ultrataper F2. Ext. 500.

Таблица 4. Химический состав центральной части протейпера Universal.

Table 4. Chemical composition of the central part of Protaper Universal.

Element	Weight %	Weight % σ	Atomic %
Carbon	9.629	0.413	32.007
Aluminum	0.409	0.062	0.605
Silicon	0.251	0.056	0.357
Titanium	39.275	0.303	32.734
Nickel	50.436	0.359	34.297

Таблица 5. Химический состав периферической части протейпера Universal.

Table 5. Chemical composition of the peripheral part of Protaper Universal.

Element	Weight %	Weight % σ	Atomic %
Titanium	42.907	0.533	47.947
Nickel	57.093	0.533	52.053

Таблица 6. Химический состав периферической части ультратейпера.

Table 6. Chemical composition of the peripheral part of Ultrataper.

Element	Weight %	Weight % σ	Atomic %
Carbon	6.432	0.318	23.438
Titanium	40.447	0.236	36.959
Nickel	53.121	0.274	39.602

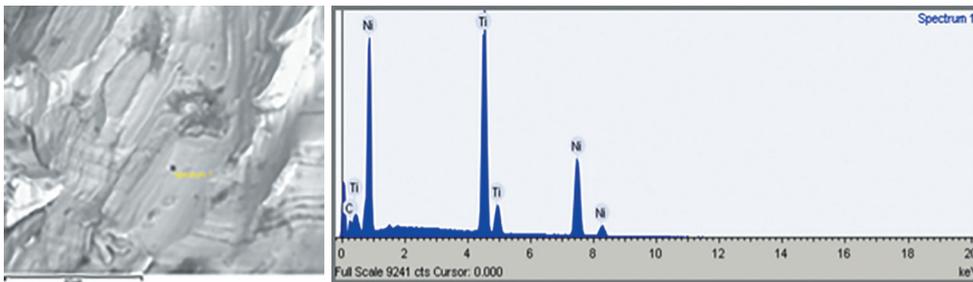


Рис. 20. Структура ультратейпера F2. Ув. 2000.
Fig. 20. Ultrataper F2 structure. Ext. 2000.



Рис. 21. Эндоблок, обработанный ультратейперами.
Fig. 21. Endoblock treated with ultratapers.

Таблица 7. Химический состав центральной части ультратейпера, прилегающий к включениям.
Table 7. Chemical composition of the central part of Ultrataper adjacent to the inclusions.

Element	Weight %	Weight % σ	Atomic %
Carbon	5.500	0.394	20.456
Aluminum	0.234	0.063	0.387
Silicon	0.228	0.061	0.363
Titanium	42.145	0.316	39.307
Nickel	51.894	0.355	39.488

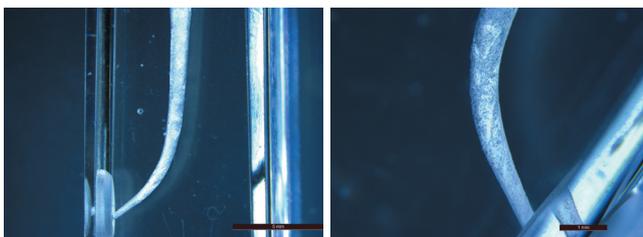


Рис. 22. Эндоблок, обработанный суперфайлами.
Fig. 22. Endoblock treated with superfiles.

Качество эндодонтической обработки каналов эндоблоков различными вращающимися никель-титановыми инструментами сопоставимо между собой, показано на рисунках 21, 22, 23 и отвечает заданным критериям.

ОБСУЖДЕНИЕ

По данным различных литературных источников, инструменты из никель-титанового сплава с содержанием 55% титана и 60% никеля изготавливают фрезерованием, поскольку невозможно добиться перманентной деформации путем кручения [2].

Важными свойствами никель-титановых сплавов являются низкий изгибающий момент, обеспечивающий высокую гибкость инструментов, и низкий модуль эластичности, выражающийся в «эффекте памяти формы» [3, 4].

Выбор инструмента для данного исследования обусловлен высокой популярностью у практикующих врачей на клиническом приёме [12]. Появление никель-титанового сплава в эндодонтии значительно расширило возможности механической обработки канала гибким инструментом с памятью формы [11,15]. Однако, по данным литературы различных источников, риски возникновения осложнений при использовании данных инструментов составляют от 3 до 20% [3, 5, 6, 7]. В ранее проведенных исследованиях [1, 9] выявлен большой

процент фрактур 12-40 % при использовании протейперов. При этом выявлено высокое качество эндодонтической обработки канала в эндоблоке.

В данном исследовании показано, что эндодонтические ротационные инструменты имеют различный химический состав [13,14]. Неоднородность сплава, в особенности, присутствие включений повышает риск появления зон хрупкости в металле.

Так, у протейперов Universal (PTu, Dentsply, Maillefer, Ballaigues, Швейцария) максимальное содержание чистого никель-титанового (никеля 42% и титана 57%) сплава концентрируется по периферии инструмента в области рабочих режущих граней, центральная часть инструмента представлена в 2 раза меньшим процентным содержанием этих элементов. Известно, что пластические деформационные процессы идут от периферии к центру [3], однако, сопротивление к торсионной нагрузке снижено, что приводит к перелому инструмента в области изгиба канала.

Суперфайл (Superfile, Eurofile, Шеньчжень, Китай) также имеет неоднородное распределение элементов по поверхности среза, включения представлены: натрием, магнием, алюминием, кремнием, серой, хлором, калием и кальцием. При этом статистической разницы в концентрациях никеля и титана по линии фрактуры выявлено не было.

Ультратейпер (Ultrataper, Eurofile, Шеньчжень, Китай) имеет принципиальное другое строение металла – в виде слоев различных металлов. Включения в сплав различных атомов: алюминия, серы, кальций, цинка, железа, кремния присутствуют в следовых количествах. Анализ распределения атомов никеля и титана по поверхности линии отлома не выявил статистической разницы в концентрациях.

Выявленное среднее процентное содержание титана и никеля в исследуемых образцах: суперфайл (Superfile, Eurofile, Шеньчжень, Китай) – 38% и 50%, протейпер Universal (PTu, Dentsply, Maillefer, Ballaigues, Швейцария) – 36% и 46%, ультратейпер (Ultrataper, Eurofile, Шеньчжень, Китай) – 41% и 52% соответственно, показывает, что имеются отличия в пределах погрешности метода.

ВЫВОДЫ

1. Проведенный морфометрический анализ выявил разность структуры сплава металлов протейперов F2 при сопоставимом между собой содержании никеля (46-52%) и титана (38-41%).
2. Содержание чистого никель-титанового сплава по периферии эндодонтического инструмента в протейперах Universal (PTu, Dentsply, Maillefer, Ballaigues, Швейцария) обеспечивают высокую режущую способность граней. Более однородная структура

- ультратейпера (Ultrataper Eurofile, Шеньчжень, Китай) и суперфайла, (Superfile, Eurofile, Шеньчжень, Китай) возможно, придает большую устойчивость к циклическим нагрузкам.
3. Полученные данные о различной устойчивости к циклическим нагрузкам протейперов F2 необходимо

учитывать при эндодонтическом лечении многокорневых зубов.

4. Анализ структуры никель-титанового сплава указывает на предопределённость развития фактуры инструмента при длительном использовании и необходимости учёта циклов работы эндодонтического ротационного инструмента.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Скрябина А, Эрцинь Ю. Сравнительная характеристика стабильности к циклическим нагрузкам Protaper universal, superfile и ultrataper. Материалы 93-й Всероссийской научно-практической студенческой конференции с международным участием. Министерство здравоохранения Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования, Северо-Западный государственный медицинский университет имени И.И. Мечникова. Санкт-Петербург: Северо-Западный государственный медицинский университет имени И.И. Мечникова; 2020:489.

2. Манак Т.Н., Девятникова В.Г. Экспериментальное исследование физико-механических свойств никель-титановых роторных эндодонтических инструментов. Актуальные вопросы профилактики, диагностики и лечения стоматологических заболеваний: сб. науч. тр. Респ. науч.-практ. конф. с междунар. участием, посвящ. 20-летию 2-й каф. тер. стоматологии УО «Белорус. гос. мед. ун-т» и юбилею проф. Леуса П. А., Минск: Белорусский государственный медицинский университет; 2018: 91-95.

3. Митронин А, Останина Д, Митронин Ю. Морфометрический анализ рабочих поверхностей инструментов группы после препарирования канала. Эндодонтия Today. 2019;17(2):9-16.

4. Невструев К.А. Оценка "усталости" никель-титановых инструментов в процессе работы Державинский форум. 2019; 3(12):187-197.

5. Никель-титановый инструмент V поколения – инновационный подход к механической обработке корневых каналов, клинические возможности, протокол работы и сравнительная характеристика инструмента (клинический обзор) Шумилов Б.Р., Ростовцев В.В., Адуц Л.М., Селин Р.В. Успехи современной науки. 2017;1(6):67-74.

6. Собкина, Н.А. Анализ качества препарирования корневых каналов зубов эндодонтическими инструментами системы ProTaper, Российская стоматология. 2018;3:49-52.

REFERENCES:

1. A. Skriabina. Comparative characteristics of resistance to cyclic loads. Protaper universal, superfile and ultrataper Mechnikov Readings 2020. Materials of the 93rd All-Russian Scientific and Practical Student Conference with international participation, St. Petersburg, April 29-30, 2020 / Ministry of Health of the Russian Federation, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education, Northwestern State Medical University named after I.I. Mechnikov. St. Petersburg: I.I. Mechnikov Northwestern State Medical University; 2020: 489.

2. T.N. Manak, V.G. Devyatnikova. Experimental study of physical and mechanical properties of nickel-titanium rotary endodontic instruments. Topical issues of prevention, diagnosis and treatment of dental diseases. Collection of scientific papers of the Republican Scientific and Practical conference with international participation dedicated to the 20th anniversary of the 2nd Department of Therapeutic Dentistry of the Belarussian State Medical University and Professor Peter A. Leus's anniversary. Under the general editorship of T.N. Manak, L.G. Borisenko. 2018. P. 91-95.

3. A.V. Mitronin, Yu.A. Ostanina, Yu.A. Mitronin. Morphometric analysis of the working surface of the group instruments after dissection of the root canal of Endodontija Today, 2019;17(2):9-16.

4. K.A. Nevstruyev. Assessment of the "fatigue" of nickel-titanium tools during operation. Derzhavinsky Forum, 2019; 3(12):187-197.

5. Nickel-titanium instrument of the 5th Generation – an innovative approach to the mechanical treatment of root canals, clinical capabilities, work protocol and comparative characteristics of the instrument (clinical review). B.R. Shumilovich, V.V. Rostovtsev, L.M. Adunts, R.V. Selin. Success of modern science. 2017;1(6):67-74.

6. N.A. Sobkina. Analysis of the quality of preparation of root canals of teeth with endodontic instruments of the ProTaper system Russian dentistry. 2018;3:49-52.

7. A.S. Topunova. The experience of using rotating tools [Text] / A.S. Topunova // Bulletin of the Council of Young scientists and Specialists of the Chelyabinsk region. 2017;3(18):183-187.

8. V.E. Statkevich. Comparative characteristics of methods of instrumental treatment of the root canal. Trends of the development of science and education. 2018;45(7):56-57.

7. Topunova, A.S. Опыт применения вращающихся инструментов. Вестник совета молодых учёных и специалистов челябинской области. 2017;3(18):183-187.

8. Статкевич В.Э. Сравнительная характеристика методов инструментальной обработки корневого канала. Тенденция развития науки и образования. 2018;45(7):56-57.

9. Падерина Т.О. Анализ структурных особенностей Ni-Ti инструментов после их фактуры. 93-я Всероссийская научно-практическая студенческая конференция с международным участием. Санкт-Петербург: Северо-Западный государственный медицинский университет имени И.И. Мечникова; 2020:470

10. Zafar MS. Impact of Endodontic Instrumentation on Surface Roughness of Various Nickel-Titanium Rotary Files. Eur J Dent. 2021 May;15(2):273-280.

11. Barbara Müller. The advent of the nickel-titanium alloy in endodontics has significantly expanded the possibilities of machining the canal with a flexible instrument with shape memory. Dental Tribune. May 24, 2016.

12. T Stefanescu. Ni-Ti Rotary instrument fracture analysis after clinical use. Structure changes in used instruments. Environmental Engineering and Management Journal. 2016; 15(5):981-988.

13. Gu Y, Kum KY, Perinpanayagam H, Kim C, Kum DJ, Lim SM, Chang SW, Baek SH, Zhu Q, Yoo YJ. Various heat-treated nickel-titanium rotary instruments evaluated in S-shaped simulated resin canals. J Dent Sci. 2017 Mar;12(1):14-20. doi: 10.1016/j.jds.2016.04.006

14. Gutmann JL, Gao Y. Alteration in the inherent metallic and surface properties of nickel-titanium root canal instruments to enhance performance, durability and safety: a focused review. Int Endod J. 2012 Feb;45(2):113-28. doi: 10.1111/j.1365-2591.2011.01957.x.

15. Zupanc J, Vahdat-Pajouh N, Schäfer E. New thermomechanically treated NiTi alloys – a review. Int Endod J. 2018 Oct;51(10):1088-1103. doi: 10.1111/iej.12924.

9. Analysis of structural features of ni-ti instruments after their fracturing. T.O. Paderina. Book: Mechnikov Readings-2020. Materials of the 93rd All-Russian Scientific and Practical Student Conference with international participation. Ministry of Health of the Russian Federation, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education, the Northwestern State Medical University named after I.I. Mechnikov. 2020:470.

10. Zafar MS. Impact of Endodontic Instrumentation on Surface Roughness of Various Nickel-Titanium Rotary Files. Eur J Dent. 2021 May;15(2):273-280.

11. Barbara Müller. The advent of the nickel-titanium alloy in endodontics has significantly expanded the possibilities of machining the canal with a flexible instrument with shape memory. Dental Tribune. May 24, 2016.

12. Ni-Ti Rotary instrument fracture analysis after clinical use. Structure changes in used instruments, T Stefanescu, April 2016, Environmental Engineering and Management Journal 15(5):981-988. Various heat-treated nickel-titanium rotary instruments evaluated in S-shaped simulated resin canals

13. Gu Y, Kum KY, Perinpanayagam H, Kim C, Kum DJ, Lim SM, Chang SW, Baek SH, Zhu Q, Yoo YJ. Various heat-treated nickel-titanium rotary instruments evaluated in S-shaped simulated resin canals. J Dent Sci. 2017 Mar;12(1):14-20. doi: 10.1016/j.jds.2016.04.006

14. Gutmann JL, Gao Y. Alteration in the inherent metallic and surface properties of nickel-titanium root canal instruments to enhance performance, durability and safety: a focused review. Int Endod J. 2012 Feb;45(2):113-28. doi: 10.1111/j.1365-2591.2011.01957.x.

15. Zupanc J, Vahdat-Pajouh N, Schäfer E. New thermomechanically treated NiTi alloys – a review. Int Endod J. 2018 Oct;51(10):1088-1103. doi: 10.1111/iej.12924.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ:

*Домбровская Ю.А.*¹ – к.м.н., доцент кафедры стоматологии общей практики, ORCID ID: 0000-0001-7715-1008.

*Падерина Т.О.*¹ – ординатор кафедры стоматологии общей практики, ORCID ID: 0000-0003-3421-2709.

*Бенкен К.А.*² – ведущий специалист образовательного центра микроскопии и микроанализа, ORCID ID: 0000-0003-1108-4652.

*Лубская Е.Ю.*¹ – ассистент кафедры стоматологии общей практики, ORCID ID: 0000-0003-4193-0346.

*Силин А.В.*¹ – д.м.н., профессор, заведующий кафедрой стоматологии общей практики, ORCID ID: 0000-0002-3533-5615.

¹Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова» Министерства здравоохранения Российской Федерации. 191015, Россия, г. Санкт-Петербург, ул. Кирочная, д. 41.

²Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Санкт-Петербургский государственный университет», Россия, 199034, Санкт-Петербург, Университетская наб., д. 7–9.

AUTHOR INFORMATION:

*Yulia A. Dombrovskaya*¹ – PhD, Associate professor of the Department of General Practice Dentistry, ORCID ID: 0000-0001-7715-1008.

*Tatiana.O. Paderina*¹ – resident student of the Department of Dentistry of General Practice, ORCID ID: 0000-0003-3421-2709.

*Konstantin A. Benken*² – leading specialist of the educational center for microscopy and microanalysis, ORCID ID: 0000-0003-1108-4652.

*Ekaterina Yu. Lubskaya*¹ – Assistant of the Department of Dentistry of General Practice, ORCID ID: 0000-0003-4193-0346.

*Alexei V. Silin*¹ – Dr. Sci. (Med.), Professor, Head of the Department of General Practice Dentistry, ORCID ID: 0000-0002-3533-5615.

¹Mechnikov St. Petersburg State Medical Academy. 41 Kirochnaya st, Saint-Petersburg, 191015, Russia.

²Saint-Petersburg State University, 7–9 Universitetskaya emb., Saint-Petersburg, 199034, Russia.

ВКЛАД АВТОРОВ:

Домбровская Ю.А. – существенный вклад в замысел и дизайн исследования.

Падерина Т.О. – сбор данных или анализ и интерпретацию данных.

Бенкен К.А. – сбор данных или анализ и интерпретацию данных.

Лубская Е.Ю. – подготовка статьи или ее критический пересмотр в части значимого интеллектуального содержания.

Силин А.В. – существенный вклад в замысел и окончательное одобрение варианта статьи для опубликования.

AUTHOR'S CONTRIBUTION:

Yulia A. Dombrovskaya – has made a substantial contribution to the concept and design of the article.

Tatiana.O. Paderina – the acquisition, analysis, or interpretation of data for the article.

Konstantin A. Benken – the acquisition, analysis, or interpretation of data for the article.

Ekaterina Yu. Lubskaya – drafted the article or revised it critically for important intellectual content.

Alexei V. Silin – has made a substantial contribution to the concept and approved the version to be published.

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

Домбровская Ю.А. / Yulia A. Dombrovskaya, E-mail: j_dombrowskaja@mail.ru

Прямая постэндодонтическая реставрация зубов с использованием core-композиатов и стекловолоконных штифтов морфологические аспекты. (Исследование In Vitro)

© Шумилов Б.Р., Иванов С.Г., Ермилов Д.А., Ахтанин Е.А., Козадаев С.И., Юрченко А.Ю.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Воронежский государственный медицинский университет имени Н.Н. Бурденко» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Воронеж, Россия

Резюме:

Актуальность. Известно, что зубы, подвергшиеся эндодонтическому лечению, имеют меньшую выживаемость по сравнению с витальными зубами. Это связано как с изменениями твердых тканей зуба, так и с применением неадекватных технологий их реставрации. Поэтому технологии реставрации таких зубов являются весьма актуальными. Но их применение должно быть обусловлено их научным обоснованием с использованием фундаментальных методов исследования, что и определило актуальность данного исследования.

Материалы и методы. Исследование структурно-функциональных характеристик реставрации проводилось методом растровой электронной микроскопии в области граница ТТЗ-реставрация, граница материал-штифтовая вкладка, область уступа и поверхность реставрационного материала. Для этой цели использовалось 60 удаленных по пародонтологическим показателям зубов с индексом ИРОПЗ 0,8 и более из которых было изготовлено 120 образцов реставрации из стандартной формы композита и 120 реставраций из core-композита с применением стекловолоконного штифта в обеих группах.

Результаты. В ходе исследования, установлено – данные, полученные при изучении морфологии реставрации в группе №1, свидетельствуют о недостаточных адаптивных свойствах традиционной формы композита (пористость, когезионные переломы, нарушение краевого прилегания); результаты РЭМ свидетельствуют об преимуществах core-композита, который имеет гомогенную, мелкозернистую, свободную от технических загрязнений адгезивную поверхность пригодную для использования всех применяемых на сегодняшний день методик фиксации ортопедической конструкции.

Ключевые слова: постэндодонтическая реставрация, core-композит, стекловолоконный штифт, РЭМ, морфология, микроструктура.

Статья поступила: 14.01.2022; **исправлена:** 19.02.2022; **принята:** 20.02.2022.

Конфликт интересов: Авторы сообщают об отсутствии конфликта интересов.

Благодарности: Финансирование и индивидуальные благодарности для декларирования отсутствуют.

Для цитирования: Шумилов Б.Р., Иванов С.Г., Ермилов Д.А., Ахтанин Е.А., Козадаев С.И., Юрченко А.Ю. Прямая постэндодонтическая реставрация зубов с использованием core-композиатов и стекловолоконных штифтов. морфологические аспекты. (Исследование In Vitro). Эндодонтия today. 2022; 20(1):20-27. DOI: 10.36377/1726-7242-2022-20-1-20-27.

Direct postendodontic restoration of teeth with the use of core resins and fiber posts morphological aspects. (In Vitro study)

© Bogdan R. Shumilovich, Sergei G. Ivanov, Dmitriy A. Ermilov, Evgeniy A. Akhtanin, Sergei I. Kozadaev, Anastasiya Yu. Yurchenko
Burdenko Voronezh State Medical University, Voronezh, Russia

Abstract:

Relevance. It is known that endodontically treated teeth have a lower survival rate compared to vital teeth. This is due both to changes in the hard tissues of the tooth, and to the use of inadequate technologies for their restoration. Therefore, the methods of restoration of such teeth are very relevant. But their application should be conditioned by their scientific substantiation using fundamental research methods, which determined the relevance of this study.

Material and methods. The study of the structural and functional characteristics of the restoration was carried out by scanning electron microscopy in the area of the restoration border, the border of the material-pin insert, the ledge area and the surface of the restoration material. For this purpose, 60 periodontal removed teeth with an IROPZ index of 0.8 or more were used, of which 120 restoration samples were made from the standard form of the composite and 120 restorations from the core-composite using a fiber-optic pin in both groups.

Results and discussion. In the course of the study, it was found that the data obtained in the study of the morphology of the restoration in group No. 1 indicate insufficient adaptive properties of the traditional form of the composite (porosity, cohesive fractures, violation of the marginal fit); The results of SEM testify to the advantages of the core-composite, which has a homogeneous, micro-rough, adhesive surface free from technical impurities, suitable for the use of all currently used methods of fixing an orthopedic structure.

Keywords: post-endodontic restoration, core composite, fiber post, SEM, morphology, microstructure.

Received: 14.01.2022; **revised:** 19.02.2022; **accepted:** 20.02.2022.

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

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

For citation: Bogdan R. Shumilovich, Sergei G. Ivanov, Dmitriy A. Ermilov, Evgeniy A. Akhtanin, Sergei I. Kozadaev, Anastasiia Yu. Yurchenko. Direct postendodontic restoration of teeth with the use of core resins and fiber posts. morphological aspects. (In Vitro study). *Endodontics today*. 2022; 20(1):20-27. DOI: 10.36377/1726-7242-2022-20-1-20-27.

АКТУАЛЬНОСТЬ

Современная клиническая стоматология обладает обширным арсеналом методов и технологий для восстановления зубов после эндодонтического лечения. Однако, до настоящего времени не существует четких рекомендаций относительно выбора оптимальных материалов и методов для реставрации таких зубов. В связи с этим изучение данного вопроса является особенно актуальным [1-4].

Известно, что зубы, подвергшиеся эндодонтическому лечению, имеют меньшую выживаемость по сравнению с витальными зубами [5-7]. По литературным данным это связано с изменениями, которые происходят в твердых тканях зуба после эндодонтического лечения: снижение влажности дентина и нарушение структуры коллагеновых волокон, а также значительная потеря твердых тканей при препарировании и в ходе создания прямого эндодонтического доступа. Таким образом, эндодонтическое лечение приводит к необратимому изменению физическо-механических характеристик эмали и дентина (модуля эластичности, микротвердости, прочности на растяжение/сжатие и др.). По некоторым данным жесткость и прочность моляров после эндодонтического лечения снижается на 15% [8].

С другой стороны, несостоятельность депульпированных зубов развивается вследствие их неадекватной реставрации. Развитие периодонтальной патологии являются частыми причинами удаления эндодонтически леченых зубов. Избыточное иссечение здоровых твердых тканей зуба при обработке корневого канала, чрезмерное механическое давление при obturation, недостаточная поддержка бугорков окклюзионной поверхности и массивные реставрации ослабляют зуб. Прогноз таких зубов в большей степени зависит не от апикального запечатывания канала, а от коронковой реставрации в области доступа, со стороны которого возможно проникновение жидкости и микроорганизмов из полости рта в зуб, а затем в периапикальные ткани [3, 9-12].

Кроме того, обращает на себя внимание чрезвычайно широкий спектр материалов, предлагаемых для прямой реставрации эндодонтически леченных зубов [10, 11], включающий в себя многие виды композитов, стеклоиономеров и т.д. К сожалению, данные характе-

ризующие уровень адаптации и краевого прилегания данных материалов практически отсутствуют, что и определило актуальность данного исследования.

ЦЕЛЬ

Исследование структурно-функционального состояния основных параметров состоятельности реставрации твердых тканей зуба после эндодонтического лечения.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Исследование проводилось методом растровой электронной микроскопии на сканирующем электронном микроскопе PHENOM. Для этой цели использовалось 60 удаленных по пародонтологическим показателям моляров и премоляров ранее не подвергавшихся эндодонтическому лечению с индексом ИРОПЗ 0,8 и более. Далее проводился стандартный протокол эндодонтического лечения с obturation корневых каналов методом латеральной компакции гуттаперчи на полимерный силер (AH plus) и формирование культевой штифтовой вкладки по методу А. Герасимова (2011) с применением стекловолоконного штифта Double End Post (Россия). Далее на 30 образцах коронковая часть культи формировалась с использованием стандартной формы наногибридного композита (COLTENE, Швейцария) прямым методом (группа №1) и на 30 образцах – с использованием core-композита (ITENA, Франция, группа №2)

Затем каждый образец фиксировался и распиливался на 4 части согласно области исследования (граница ТТЗ-реставрация, граница материал-штифтовая вкладка, область уступа и поверхность реставрационного материала). Таким образом, для растровой электронной микроскопии, было изготовлено 240 образцов (по 120 для каждой исследуемой группы).

РЕЗУЛЬТАТЫ

При анализе данных растровой электронной микроскопии полученных при исследовании образцов стандартной формы композита (группа №1), определялось неравномерное распределение композита по дну полости ввиду ее сложного микрорельефа и границе с твердыми тканями зуба (рис. 1, а). На снимке четко определяется чередование участков распределенного гомо-

генного слоя композита с участками его отсутствия, что доказывает его неравномерное распределение и наличие нарушений его микроструктуры.

Морфологическая картина качества распределения реставрационного материала и состояния «адгезивной» границы в группе №2 представлена на рисунке 1, б. Данные растровой электронной микроскопии на-

глядно доказывают, что, несмотря на сложный рельеф адгезионной поверхности твердых тканей зуба, компоненты DentoCone достигли всех труднодоступных зон и сам материал гомогенизирован и не содержит микро-трещин и пор.

Кроме того, особо обращают на себя внимание нарушение целостности материала происходящее в процес-

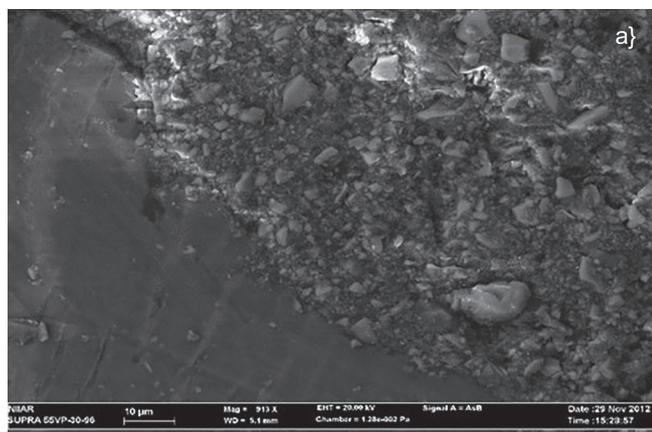


Рис. 1. РЭМ «адгезивной» границы твердые ткани зуба-реставрационный материал. а) стандартный композит; б) core-композит.

Fig. 1. SEM of the "adhesive" border of the hard tissues of the tooth-restorative material. a) composite (standard form); b) core-composite.

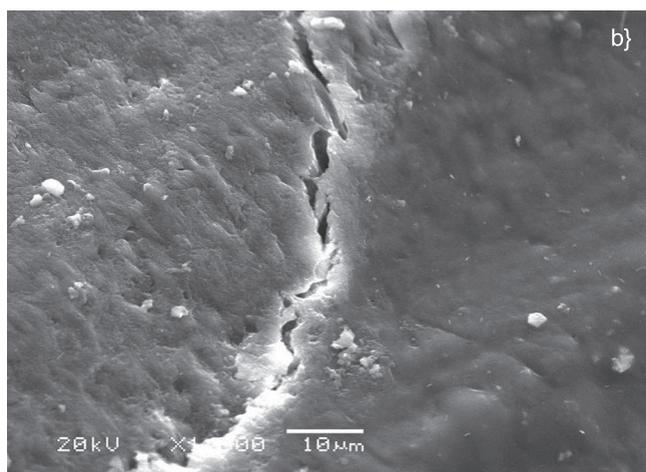
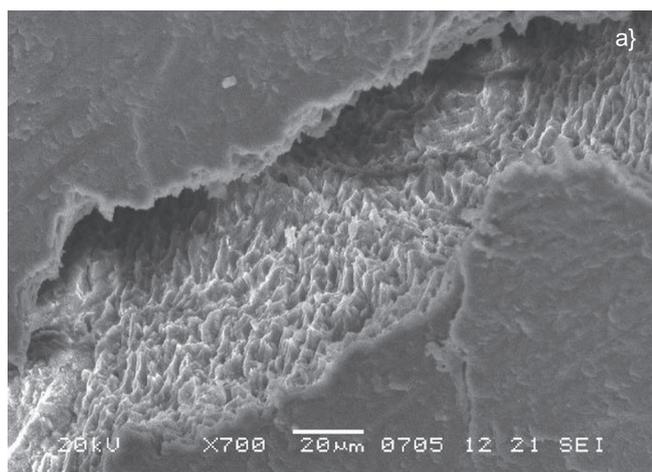


Рис. 2. Когезионные дефекты материала в области «полимеризационного стресса». а) стандартный композит; б) core-композит.

Fig. 2. Cohesive defects of the material in the area of "polymerization stress". a) composite (standard form); b) core-composite.



Рис. 3. Структура реставрационной границы в области зубодесневового уступа. а) стандартный композит; б) core-композит.

Fig. 3. The structure of the restoration margin in the area of the periodontal margin. a) composite (standard form); b) core-composite.

се его полимеризации («полимеризационный стресс» рис. 2, а-б). Данный феномен особенно выражен при исследовании образцов стандартной формы композита (рис. 2, а) и объясняется высоким значением С-фактора при использовании контурной матрицы и большой порции реставрационного материала.

При анализе данных растровой электронной микроскопии полученных при исследовании образцов стандартной формы композита в области предварительно сформированного уступа, определялось неравномерное распределение композита по «адгезивной» границе реставрации. Помимо четко распределенного гомогенного полимеризованного слоя, на поверхности определяются бесформенные образования на поверхности дентина, не связанные с композитом ни микроретенционными, ни адгезивными связями (рис. 3, а).

В то же время при сканировании аналогичной области образца core-композита морфологическая картина демонстрирует, что несмотря на сложный рельеф адгезионной поверхности твердых тканей зуба, компоненты DentoCore достигли всех труднодоступных зон и сам материал гомогенизирован и не содержит микро-

трещин. Также, наблюдаются радиальные борозды, повторяющие движение ротационного инструмента при механическом формировании уступа (рис. 3, б).

При анализе данных растровой электронной микроскопии полученных при исследовании образцов группы №1 в области границы композит-стекловолоконный штифт, определялось неравномерное распределение композита по телу штифта с наличием микропустот (рис. 4, а). На снимке четко определяется чередование участков распределенного гомогенного слоя композита с участками его отсутствия, что доказывает его неравномерное распределение и наличие когезивных нарушений его микроструктуры в зоне контакта с штифтом.

Морфологическая картина качества распределения реставрационного материала и состояния «адгезивной» границы в области стекловолоконного штифта в группе №2 представлена на рисунке 4, б. Данные растровой электронной микроскопии наглядно доказывают, что, материал и сама граница гомогенны и не содержат микротрещин и пор.

С помощью световой и сканирующей электронной микроскопии проводилась оценка микроструктуры из-

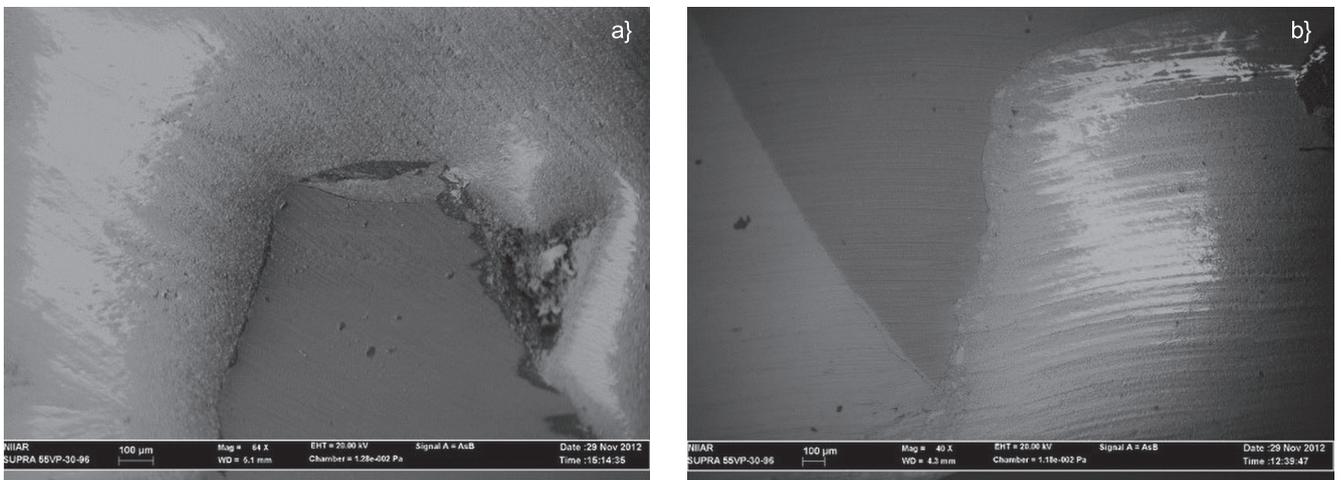


Рис. 4. «Адгезивная» граница композит-фиброволоконный штифт.; а) стандартный композит; б) core-композит.

Fig. 4. "Adhesive" composite-fiber post interface; а) composite (standard form); б) core-composite.

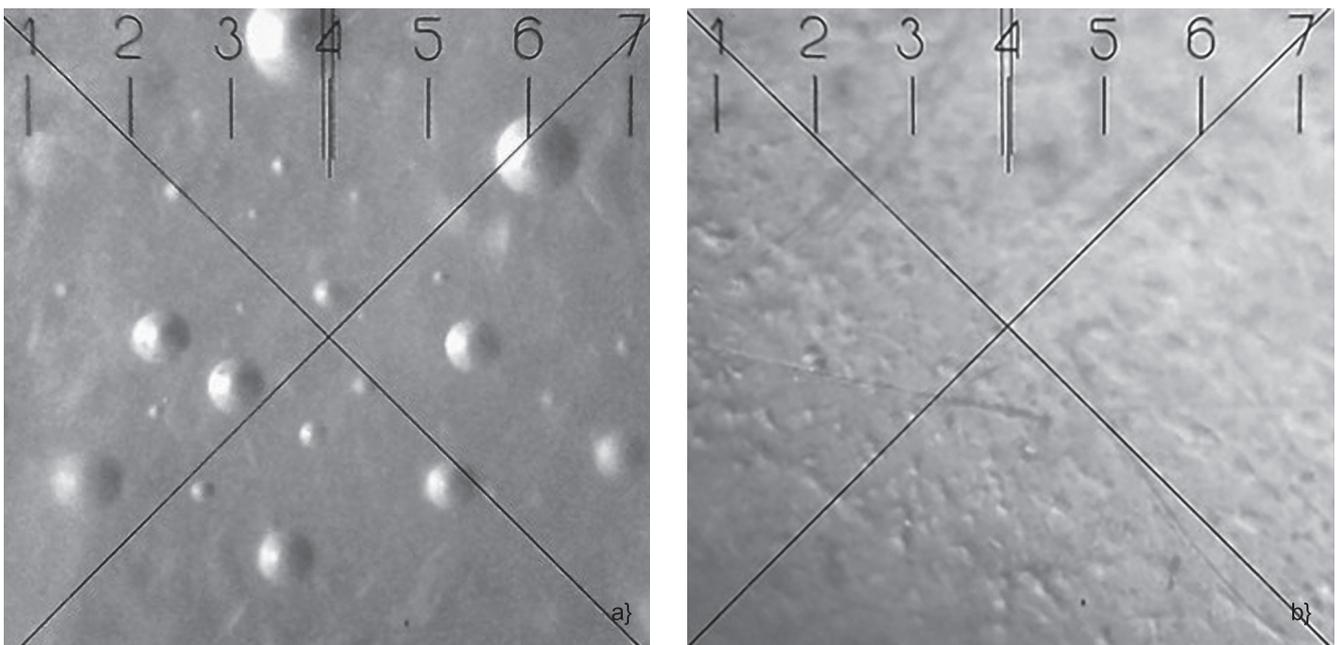


Рис. 5. РЭМ поверхности реставрации (X50); а) стандартный композит; б) core-композит.

Fig. 5. SEM of the surface of the restoration (X50); а) composite (standard form); б) core-composite.

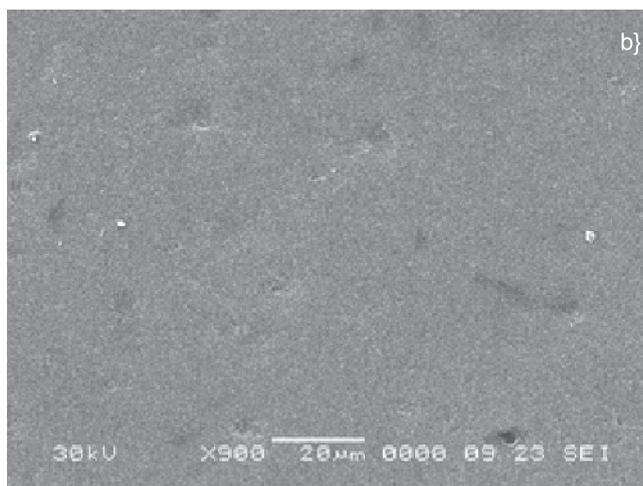
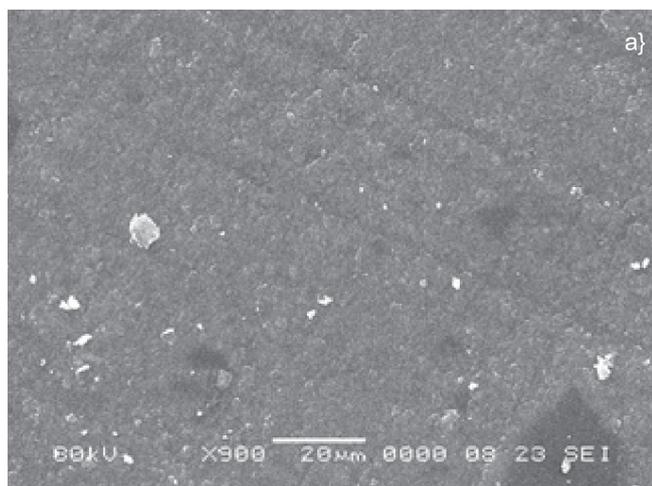


Рис. 6. РЭМ поверхности реставрации (X900); а) стандартный композит; б) core-композит.

Fig. 6. SEM of the surface of the restoration (X900); a) composite (standard form); b) core-composite.

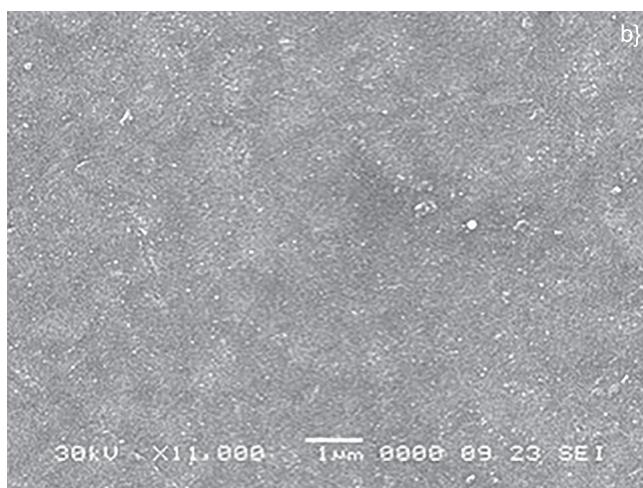
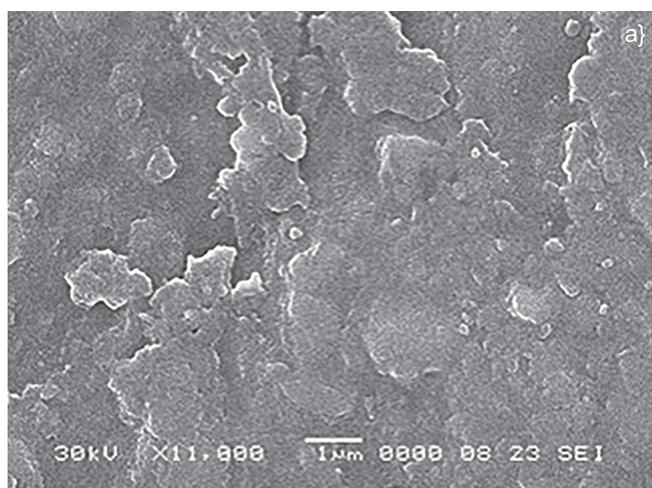


Рис. 7. РЭМ поверхности реставрации (X11000); а) стандартный композит; б) core-композит.

Fig. 7. SEM of the surface of the restoration (X11000); a) composite (standard form); b) core-composite.

учаемых образцов и сравнение их морфологических характеристик. В задачу исследования входило рассмотрение образования дефектов на внешней стороне реставрации культи опорного зуба.

На поверхности образца группы №1 обнаруживаются широкие царапины и сферические дефекты (рис. 5, а). При изменении фокусного расстояния было установлено, что наблюдаемые дефекты являются пузырьками воздуха различного размера от 10 до 60 мк.

Исследование образцов полученных в группе №2 показывает однородную морфологию поверхности с небольшими менее 10 мк неровностями (рис. 5, б).

Более тонкое изучение микроструктуры исследуемых образцов проводилось при различных увеличениях.

При увеличении в х900 раз (рис. 6) на образцах группы №2 (рис. 6, б) видны незначительные углубления, на сформированных вручную слоях композита (образцы группы №1, рис. 6, а) – более глубокие борозды, предположительно оставленные ротационным инструментом при механической обработке культи.

При увеличении в х11000 раз (рис. 7) на образцах группы №2 (рис. 7, б) также видны незначительные углубления, на сформированных вручную слоях композита (образцы группы №1, рис. 7, а) – выраженные борозды и поры с нарушением структуры поверхности, оставлен-

ные ротационным инструментом при препарировании опорного зуба.

При увеличении в х50000 раз (рис. 8) на образцах группы №2 (рис. 8, б) видны поры размером до 100 нм и незначительные углубления. На сформированных вручную слоях композита (образцы группы №1, рис. 8, а) – выраженные борозды с нарушением структуры поверхности и когезионными переломами в области пор композита).

ОБСУЖДЕНИЕ

Общеизвестно, что самым распространенным и предпочтительным для пациента методом восстановления дефектов зубных рядов, в современных условиях, является метод несъемного протезирования. При этом многие авторы [1, 4, 13], указывают на количественное превалирование опорных зубов, ранее подвергавшихся эндодонтическому лечению и со значительной потерей твердых тканей коронковой части зуба.

Согласно данным De Bruyne M.A. (2015), [14] успешный прогноз для эндодонтически леченых зубов в случае сочетания качественной obturации корневых каналов и хорошо выполненной реставрации составляет 91,4%, качественной реставрации и неудовлетворительного эндодонтического лечения – 67,6%, хорошего эндодонтического лечения и плохой реставрации – 45%.

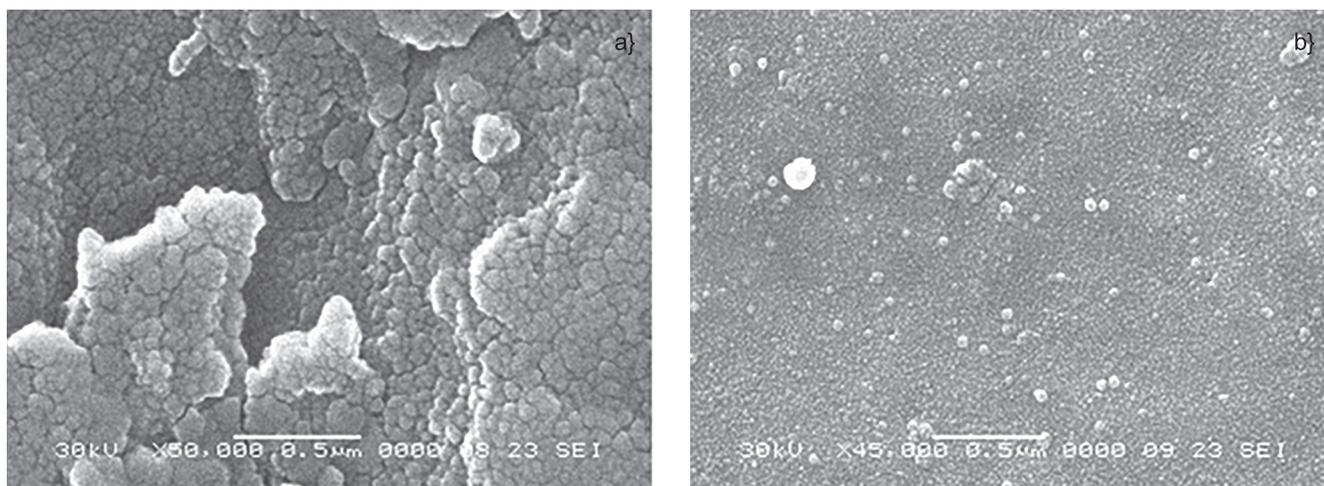


Рис. 8. РЭМ поверхности реставрации (X50000); а) стандартный композит; б) core-композит.

Fig. 8. SEM of the surface of the restoration (X50000); a) composite (standard form); b) core-composite.

Таким образом, некачественная реставрация коронковой части зуба значительно уменьшает процент благоприятного прогноза у зубов с предшествующим эндодонтическим лечением. По данным исследования Университета стоматологической школы штата Северная Каролина, эндотоксины проникали от корональной части удаленных неотреставрированных зубов с запломбированными каналами до апикального отверстия менее чем за 20 дней, то есть даже быстрее, чем бактерии, которые их вырабатывали [7, 14]. В связи с этим, все более популярным становится использование композитных вкладок, которые могут изготавливаться либо непосредственно в полости рта пациента (прямой метод), либо в условиях зуботехнической лаборатории (непрямой метод), однако до сегодняшнего дня не утихают дискуссии о преимуществах и недостатках каждого из методов [15-17].

Поэтому появившиеся в последние десятилетия новейшие технологии и методики реставрации опорных зубов, улучшающие их прочностные характеристики и продлевающие срок службы несъемного протеза, в частности прямая композитная вкладка по методу «культевого ядра», лабораторная вкладка с фиксируемым штифтом и т.д., привлекают к себе повышенный интерес стоматологов всего мира [6, 18-20]. Но клиническое применение данных технологий должно быть обусловлено их научным обоснованием. И хотя литературе встречаются отдельные работы с использованием фундаментальных методов исследования [21, 22], все подавляющее количество исследований носит характер клинических наблюдений.

В ходе проведенного нами исследования, при помощи растровой электронной микроскопии установлено:

- результаты, полученные при изучении микроструктуры границы дентин-реставрация в группе №1 (стандартная форма композита), свидетельствуют о недостаточных адаптивных свойствах традиционной формы композита;
- результаты электронной микроскопии наглядно свидетельствуют об преимуществах

специализированного реставрационного материала (core-композита) с физико-механическими характеристиками, соответствующими дентину в плане качества адгезии, который после механической обработки приобретает гомогенную микрошероховатую, свободную от технических загрязнений адгезивную поверхность пригодную для использования всех применяемых на сегодняшний день методик фиксации ортопедической конструкции.

По нашим данным все исследуемые материалы обеспечивают допустимое качество культевой части опорных зубов при несъемном протезировании на микроуровне, но значительно более высокое, качество, достигается при применении специализированного материала с основными характеристиками идентичными нативному дентину. Помимо выраженного эргономического эффекта в плане времени препарирования, отсутствия потребности в дополнительных клинических коррекциях формы и уступа опорных зубов, данные материалы обеспечивают высокое качество микроструктуры адгезивного соединения, высокую точность препарирования и в конечном счете состоятельность и долговечность ортопедического лечения.

Выводы

Принимая во внимание тот факт, что современная стоматологическая клиническая практика в целом, и лечение методом несъемного протезирования в частности переходит на принципы Digital Dentistry (цифровой стоматологии) с увеличением доли высокоточных эстетичных безметалловых конструкций на адгезивной фиксации, можно с уверенностью сказать, что широкое клиническое применение специализированных реставрационных материалов для реставрации культевой части опорных зубов позволит получить желаемый результат высокого качества ортопедического лечения, оказывающего, в свою очередь прямое непосредственное влияние на стоматологическую реабилитацию и качество жизни пациента.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Пархамович С.Н. Дентальные штифты: классификация и алгоритм клинического применения. Современная стоматология. 2011; 1:47-50.
2. Абрамова Н.Е. Стоматологическое материаловедение. Композиты.; издательство ГБОУ ВПО СЗГМУ им. И.И. Мечникова: Санкт-Петербург, 2013.

3. Терри Д. Принципы прямого моделирования штифтовой конструкции на основе волоконно упроченного композиционного материала. KerrFocus. 2004:13-19.

4. Frydman G, Levatovsky S, Pilo R. Fiber reinforced composite posts: literature review. Refuat Hapeh Vehashinayim. Jul.2013; Vol.30(3):6-14.

5. Рубникович С.П., Наумович С.А. Обоснование выбора штифтовой конструкции с учетом толщины стенок корня зуба. *Стоматологический журнал*. 2002; 1:22-27.
6. Наумович С.А. Штифтовые конструкции и системы для ортопедического лечения дефектов коронок зубов; издательство БГМУ: Минск, 2010.
7. Bateman G, Ricketts D, Saunders WP. Fiber-based post systems: a review. *British Dental Journal*. 2013; 195:43-48.
8. Trushkowsky RD. Restoration of endodontically treated teeth: Criteria and technique considerations. *Quintessence Int*. 2014; Vol.45(7):557-567.
9. Биосовместимые материалы с памятью формы и новые технологии в стоматологии, под редакцией профессора В.Э. Гюнтера: Томск, 2013.
10. Fouad KW. Restoring of endodontically treated tooth. Concepts and techniques. *The Saudi Dental Journal*. Aug. 2014; Vol.16(2):61-69.
11. Juloski J. Ferrule effect: a literature review. *J. Endod*. Jan. 2012; Vol.38(1):11-19.
12. Peroz I. Restoring endodontically treated teeth with posts and cores – a review. *J. Dent*. May 2014; Vol.42 (5):582-587.
13. Крушинина Т.В. Особенности использования стекловолоконных штифтов для восстановления коронковой части многокорневых зубов перед протезированием. *Стоматологический журнал*. 2009; 3:237-240.
14. De Bruyne MA, De Moor RJ. SEM analysis of the integrity of resected root apices of cadaver and extracted teeth after ultrasonic root-end preparation at different intensities. *Int. Endod. J*. 2015; 38(5):310-319.

REFERENCES:

1. Parhamovich SN. Dental pins: classification and algorithm for clinical use. *Modern dentistry*. 2011; 1:47-50.
2. Abramova NE. Dental materials science. Composites.; Publishing house GBOU VPO SZGMU them. I.I. Mechnikov: Sankt-Petersburg, 2013.
3. Terry D. Principles of direct modeling of a pin structure based on a fiber-reinforced composite material. *KerrFocus*. 2004:13-19.
4. Frydman G, Levatovsky S, Pilo R. Fiber reinforced composite posts: literature review. *Refuat Hapeh Vehashinayim*. Jul.2013; Vol.30(3):6-14.
5. Rubnikovich SP. Rationale for the choice of pin design, taking into account the thickness of the walls of the tooth root. *Dental journal*. 2002; 1:22-27.
6. Naumovich SA. Pin structures and systems for orthopedic treatment of dental crown defects; BSMU publishing house: Minsk, 2010
7. Bateman G, Ricketts D, Saunders WP. Fiber-based post systems: a review. *British Dental Journal*. 2013; 195:43-48.
8. Trushkowsky RD. Restoration of endodontically treated teeth: Criteria and technique considerations. *Quintessence Int*. 2014; Vol.45(7):557-567.
9. Biocompatible shape memory materials and new technologies in dentistry, edited by Professor Gunther VE: Tomsk, 2013.
10. Fouad KW. Restoring of endodontically treated tooth. Concepts and techniques. *The Saudi Dental Journal*. Aug. 2014; Vol.16(2):61-69.
11. Juloski J. Ferrule effect: a literature review. *J. Endod*. Jan. 2012; Vol.38(1):11-19.
12. Peroz I. Restoring endodontically treated teeth with posts and cores – a review. *J. Dent*. May 2014; Vol.42 (5):582-587.
13. Krushinina TV. Features of the use of fiberglass pins for the restoration of the crown part of multi-rooted teeth before prosthetics. *Dental journal*. 2009; 3:237-240.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ:

Шумилович Б.Р. – профессор, доктор медицинских наук, заведующий кафедрой стоматологии ИДПО, ORCID ID: 0000-0002-6571-9660.

Иванов С.Г. – аспирант кафедры стоматологии ИДПО; ORCID ID: 0000-0002-7090-3999.

Ермилов Д.А. – аспирант кафедры стоматологии ИДПО, ORCID ID: 0000-0001-9438-3169.

Ахтанян Е.А. – аспирант кафедры терапевтической стоматологии, ORCID ID: 0000-0003-1465-5174.

Козадаев С.И. – аспирант кафедры терапевтической стоматологии, ORCID ID: 0000-0003-4573-3251.

Юрченко А. Ю. – аспирант кафедры терапевтической стоматологии, ORCID ID: 0000-0002-9810-3758.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Воронежский государственный медицинский университет имени Н.Н. Бурденко» Министерства здравоохранения Российской Федерации, ул. Студенческая, 10, 394036, г. Воронеж, Россия

AUTHOR'S INFORMATION:

Bogdan R. Shumilovich – professor, Doctor of Medical Sciences, Head of Postgraduate Dentistry Department, ORCID ID: 0000-0002-6571-9660.

Sergei G. Ivanov – Postgraduate student of Postgraduate Dentistry Department, ORCID ID: 0000-0002-7090-3999.

Dmitriy A. Ermilov – Postgraduate student of Postgraduate Dentistry Department, ORCID ID: 0000-0001-9438-3169.

Evgeniy A. Akhtanin – Postgraduate student of Conservative Dentistry Department, ORCID ID: 0000-0003-1465-5174.

15. Дворникова Т.С., Кирсанова Н.В. Композитная реставрация и ее волоконное армирование на примере материалов Estelite и everStick, 2-е изд.; Санкт-Петербург, 2010.

16. Adanir N, Belli S. Evaluation of different post lengths: effect on fracture resistance of a glass fiber post system. *Eur. J. Dent*. 2018; 2:23-28.

17. Sarkis-Onofre R. Cast metal vs. glass fiber posts: a randomized controlled trial with up to 3 years of follow up. *J. Dent*. May 2014; Vol.42(5):582-587.

18. Трофимова Е.К. Стекловолоконные штифты Relyx fiber post в постэндодонтической реабилитации зуба. *Стоматологический журнал*. 2008; 4:341-345.

19. Dikbas I, Tanalp J. An overview of clinical studies on fiber post systems. *Scientific World Journal*. Oct. 2013; Vol.23:171-380.

20. Mankoo T. Discussion: the ideal restoration of endodontically treated teeth: structural and esthetic considerations. *Eur. J. Esthet. Dent*. 2013; Vol.8(2):269-277.

21. Батюков Н.М., Иванова Г.Г., Касумова М.К., Мчедлидзе Т.Ш., Тихонов Э.П. Системный анализ твердых тканей зубов на основе оптического и электрического зондирующих сигналов (Часть I-III). *Институт стоматологии*. 2017; 1(34):102-105.

22. Крушинина Т.В. Изучение адгезии в системе дентин фиксирующий материал – стекловолоконный штифт с помощью сканирующей электронной микроскопии. *Стоматологический журнал*. 2010; 1:35-39.

14. Dvornikova TC, Kirsanova NV. Composite restoration and its fiber reinforcement on the example of Estelite and everStick materials, 2nd ed.; Sankt-Petersburg, 2010.

15. Adanir N, Belli S. Evaluation of different post lengths: effect on fracture resistance of a glass fiber post system. *Eur. J. Dent*. 2018; 2:23-28.

16. Adanir N, Belli S. Evaluation of different post lengths: effect on fracture resistance of a glass fiber post system. *Eur. J. Dent*. 2018; 2:23-28.

17. Sarkis-Onofre R. Cast metal vs. glass fiber posts: a randomized controlled trial with up to 3 years of follow up. *J. Dent*. May 2014; Vol.42(5):582-587.

18. Trofimova EK. Relyx fiber post in post-endodontic tooth rehabilitation. *Dental journal*. 2008; 4:341-345.

19. Dikbas I, Tanalp J. An overview of clinical studies on fiber post systems. *Scientific World Journal*. Oct. 2013; Vol.23:171-380.

20. Mankoo T. Discussion: the ideal restoration of endodontically treated teeth: structural and esthetic considerations. *Eur. J. Esthet. Dent*. 2013; Vol.8(2):269-277.

21. Batyukov NM, Ivanova GG, Kasumova MK, Mchlidze TSh, Tikhonov EP. System analysis of dental hard tissues based on optical and electrical probing signals (part I-III). *Institute of Stomatologia*. 2017; 1(34):102-105.

22. Krushinina TV. The study of adhesion in the system dentin fixing material-glass fiber post using scanning electron microscopy. *Dental journal*. 2010; 1:35-39.

Sergey I. Kozadaev – Postgraduate student of Conservative Dentistry Department, ORCID ID: 0000-0003-4573-3251.
Anastasia Yu. Yurchenko – Postgraduate student of Conservative Dentistry Department, ORCID ID: 0000-0002-9810-3758.

Burdenko Voronezh State Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation, 10, Studencheskaya st., Voronezh, 394036, Russia.

ВКЛАД АВТОРОВ:

Шумилов Б.Р. – существенный вклад в замысел и дизайн исследования, критический пересмотр статьи в части значимого интеллектуального содержания, окончательное одобрение варианта статьи для опубликования.

Иванов С.Г. – анализ и интерпретацию данных, подготовка статьи.

Ермилов Д.А. – существенный вклад в замысел и дизайн исследования, анализ и интерпретацию данных, подготовка статьи.

Ахтанин Е.А. – сбор данных, подготовка статьи.

Козадаев С.И. – сбор данных, подготовка статьи.

Юрченко А.Ю. – сбор данных, подготовка статьи.

AUTHOR'S CONTRIBUTION:

Bogdan R. Shumilovich – has made a substantial contribution to the concept or design of the article, revised it critically for important intellectual content, approved the version to be published.

Sergei G. Ivanov – analysis and interpretation of data for the article, drafted the article.

Dmitriy A. Ermilov – has made a substantial contribution to the concept or design of the article, analysis and interpretation of data for the article, drafted the article.

Evgeniy A. Akhtanin – the acquisition, analysis of data for the article, drafted the article.

Sergey I. Kozadaev – the acquisition, analysis of data for the article, drafted the article.

Anastasia Yu. Yurchenko – the acquisition, analysis of data for the article, drafted the article.

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

Шумилов Б.Р. / Bogdan R. Shumilovich, E-mail: bogdanshum@gmail.com



Investigation of cyclic fatigue of rotary endodontic instruments

© Zurab S. Khabadze, Farukh R. Ismailov,
RUDN University, Moscow, Russia

Abstract:

Aim. To study the properties and resistance to cyclic loading of nickel-titanium files with a martensitic phase. The use of nickel-titanium instruments is an integral part of the endodontic treatment of root canals. During endodontic treatment, nickel-titanium instruments experience a huge load, which is manifested by fatigue of nickel-titanium instruments, in the form of a fracture.

Purpose. To determine the resistance of nickel-titanium files to mechanical, chemical and temperature stress.

Materials and methods. A nickel-titanium file with a martensitic S-flexi phase from Geosoft was selected as a study. Cyclic fatigue was determined using a simulation endodontic unit. Photo and video fixation was carried out as a calculation of the revolutions and breakage time of the tool in the process of determining cyclic fatigue. To assess changes in the structure of nickel-titanium instruments with a martensitic phase, electron scanning microscopy and determination of the elemental composition of the alloy were carried out.

Results. In the course of the study, tests were carried out to determine the cyclic load, close to the clinical reception. After a series of cyclic load detection tests, S-flexi files showed different resistance to cyclic load. The results of cyclic fatigue are summarized in Table 1.

Conclusion. High-quality and safe mechanical treatment of root canals is possible when using nickel-titanium S-flexi files. Due to the high resistance to mechanical, chemical and thermal stress.

Keywords: S-flexi files, cleanliness, remnant, retreatment; root canal.

Received: 18.01.2022; **revised:** 25.02.2022; **accepted:** 03.03.2022.

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

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

For citation: Zurab S. Khabadze, Farukh R. Ismailov. Investigation of cyclic fatigue of rotary endodontic instruments. *Endodontics today*. 2022; 20(1):28-35. DOI: 10.36377/1726-7242-2022-20-1-28-35.

INTRODUCTION

With the help of Walia et al., in 1988, nitinol was introduced into endodontics [25]. The use of nickel-titanium files has become the gold standard for mechanical treatment of root canals, due to the superelasticity and shape memory [25]. Despite all the achievements, the problem of file breakage is still present in the treatment of root canals [21, 26].

The main causes of file breakage are: torsion load and cyclic fatigue. Torsion load is the moment of retention of one part of the tool in the root canal while the rest continues to rotate.

Cyclic loading is the fatigue destruction of metal that occurs when the tool rotates cyclically in a curved state. What simulates the effect of repeated flexion and extension?

Torsion load occurs when the machining protocol is violated and the manufacturer's recommendations are not followed. Considering these factors, it is possible to avoid the phenomenon of torsion load. With the right selection of tools and work according to the manufacturer's recommendations, it is possible to avoid tool breakage.

It is difficult to predict the moment of breakaway, due to the cyclic fatigue of the instrument [16, 19, 20, 22]. Based on this, studies have been conducted to study the mechanism that leads to the break-off of nickel-titanium instruments. To increase the resistance to breakage under cyclic load, there are various processing methods: mechanical, electropolishing, thermal and electric charging treatment. [10, 11, 17, 18, 23]. All these methods are aimed at changing the metallurgical composition and changing the characteristics of the alloy, which in turn is manifested

by phenomenal flexibility, resistance to cyclic and torsion loads, high cutting capacity, resistance to the influence of acids and alkalis [7, 8, 24]. These acquired properties of the alloy reduce the likelihood of tool breakage during treatment [5, 6, 9]. But the probability of uncontrolled breakage will remain relevant. Nickel-titanium alloy is relatively bioinert, and in turn, does not initiate inflammation, but due to the preliminary obturation of the root canal with an endodontic instrument, the possibility of full-fledged mechanical and medical treatment and further three-dimensional obturation decreases. [27-30]. There are a huge number of methods for extracting a tool fragment from the root canal. Due to the fact that the fragment of the tool crashes and gets stuck in the root canal. All methods are aimed at releasing tissues around the fragment of the instrument, which can lead to: perforation, overheating of the periodontium, weakening of the root of the tooth, pushing the fragment into the periodontium, etc.

The aims of the study are following:

1. Determine the limit of resistance to cyclic loading of nickel-titanium files introduced into clinical reception.
2. Identify signs of breakage of nickel-titanium files with a martensitic phase.

MATERIALS AND METHODS

A scientific and methodological analysis of the Russian and foreign databases of medical and biological publications was carried out. An objective method for determining cyclic fatigue of nickel-titanium instruments with a martensitic phase has not been found. The existing methods for determining cyclic fatigue are mainly calculated for nickel-titanium files

with an austenitic phase [1, 2, 3]. To determine the cyclic fatigue of a nickel-titanium instrument with a martensitic phase, it was decided to use a simulation endodontic unit with the condition of repeating work in curved root canals at a clinical reception.

The simulation endodontic unit consists of 5 channels with different bends (90°, 45°, 30°, double bend 45° and triple bend 45°). The simulation endodontic unit has an organic glass cover. NSK Endo-Mate TC2 was used as an endomotor. S-FLEXI (ENDOLINE/GEOSOFT) files were selected as files with the martensitic phase. The mode of operation with the tools was set in accordance with the manufacturer's recommendations.

The process of determining cyclic fatigue.

For the cyclic fatigue test, which is close to the clinical reception, it was decided to carry out 3 stages of testing an endodontic file:

1. The S-Flexi instrument was used on a simulated endodontic device for vertical translational passive file insertion with a rotation of 38-40 seconds in each channel: SF20/04 (400 rpm/2.5 N.cm), SF25/04 (400 rpm/1.5 N.cm), SF30/04 (400 rpm/1.5 N.cm), SF35/04 (400 rpm/1.5 N.cm), SF25/06 (400 rpm/2.0 N.cm).
2. Chemical load test. It was carried out by immersing the file in 3.25% sodium hypochlorite for 2 hours. Then, the file was washed with water and again immersed in a disinfectant solution (5% luminol solution) for 45 minutes, which includes alkylidimethylbenzylammonium chloride (HOUR) and glyoxal, surfactant, dye and water.
3. Physical activity test. The packed endodontic instrument was subjected to thermal cycling – autoclaving under the influence of 134°C, 1.2 atm for 45 minutes. This was the end of the first cycle of a full-fledged cyclic fatigue test. The resistant file was subjected to a second load cycle after the first one.

In the process of mechanical loading, a video recording was made, for calculating the number of revolutions and seconds performed before the break.

For a detailed inspection of the structure of the nickel-titanium instrument, electron scanning microscopy and studies of the structure and elemental composition were carried out on a JEOL JSM-6480LW microscope from JEOL with an energy dispersive prefix (EDX) X-MAX from Oxford Instruments (detector area 80mm²). A comparative examination of nickel-titanium instruments on an electron scanning microscope before and after loading was carried out. The image pattern was obtained in secondary electrons (SEI) and in back-reflected electrons (WT).

RESULTS

The total operating time of the nickel-titanium instrument in the canal of the imitation endodontic block was calculated from the moment of the first turn to the moment of files failure. The number of revolutions was calculated on the condition that we work at a speed of 400 revolutions per minute. Therefore, we divide 400 revolutions by 60 seconds to understand how many revolutions the file produces per second. According to calculations, it turns out 6.67 revolutions per second. Then the number of revolutions is multiplied by the number of seconds until the moment of capture, and thus we get the number of revolutions before the break. The data obtained differ from the manufacturer's recommendations.

The samples were sent for scanning microscopy for a detailed examination of the fracture boundary.

Scanning microscopy was carried out on a JEOL JSM-6480 LW microscope manufactured by DEAL with an energy dispersive prefix (EDX) X-MAX manufactured by Oxford Instruments (detector area 80mm²). The images were obtained in the secondary electrons in three different magnifications (300x, 1000x, 5000x) and in the back-reflected electrons also in three different magnifications (300x, 1000x, 5000x).

The fractograms of the split surface of the cross-section of the new unused S-flex 4.20 sample show a homogeneous finely dimpled structure (Fig. 1a circles) with pointed wedge-shaped edges (Fig. 1a. dotted circles.) and cliff-like fragments of structural elements ranging in size from 1 microns to 5.5 microns. The images show isotropic pores (Fig. 1b. arrows) located in almost every structural element of the surface and evenly distributed over the surface of the sample cleavage. Pores are observed mainly in the central zones of structural elements in the center of the pits and have sizes from 400 nm to 2 microns. No cracks were found.

On the fractograms of the split of the cross-section of the S-flex 4.20 sample obtained as a result of a series of workloads (1 cycle) including a twist fracture (volumetric stretching), a finely dimpled structure (Fig. 2a. circles.) less homogeneous than in the new sample with flatter and crumpled edges of structural elements ranging in size from 1 to 4.5 microns (Fig. 2a dotted circles.) is visible. The fractogram also shows spherical perforation including lighter elements. Isotropic pores are observed mainly in the central zones of structural elements and have sizes from 500 nm to 2 microns (Fig. 2b arrows). The pores are represented in large numbers and are evenly distributed over the surface of the sample cleavage. Alloy conglomerates of various shapes

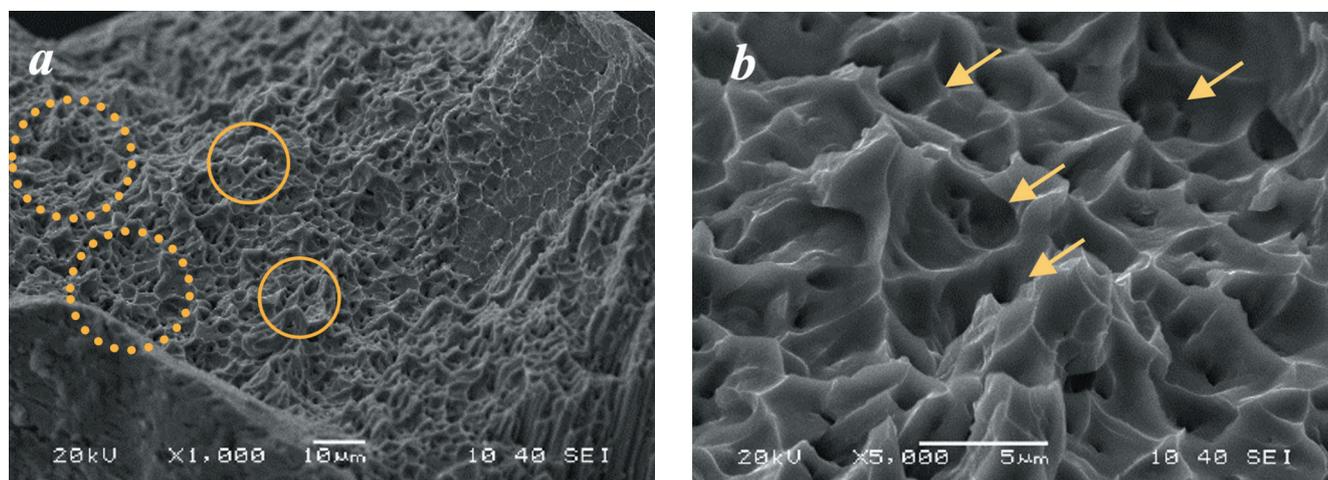


Fig. 1. Fractograms of the split surface of a new, unused S-flex 4.20 sample-at different magnifications in secondary electrons.

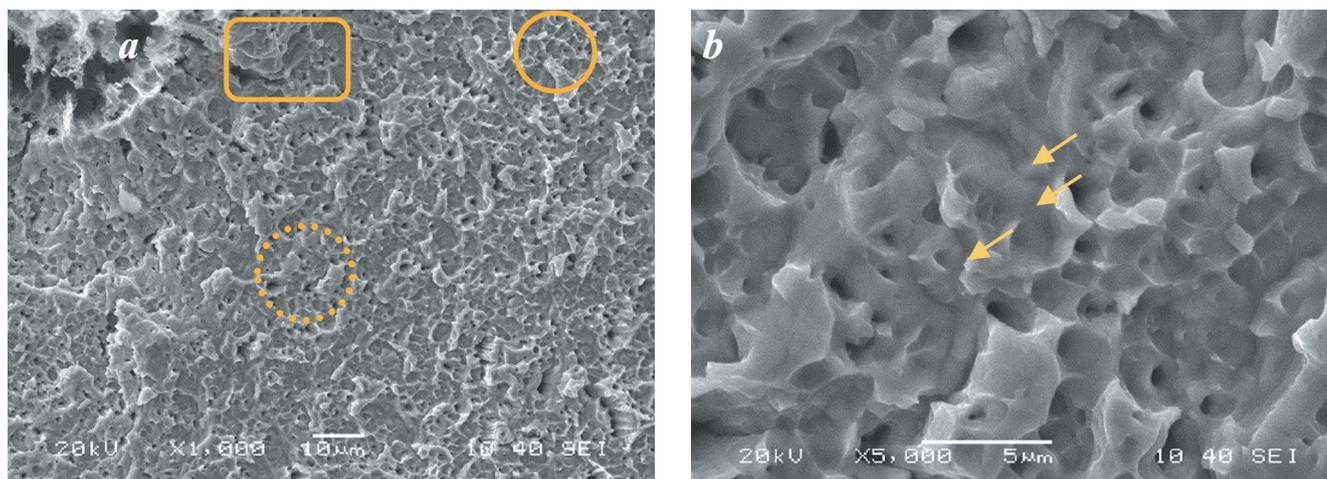


Fig. 2. Fractograms of the split surface of the loaded, used S-flex 4.20 sample at different magnifications in secondary electrons.

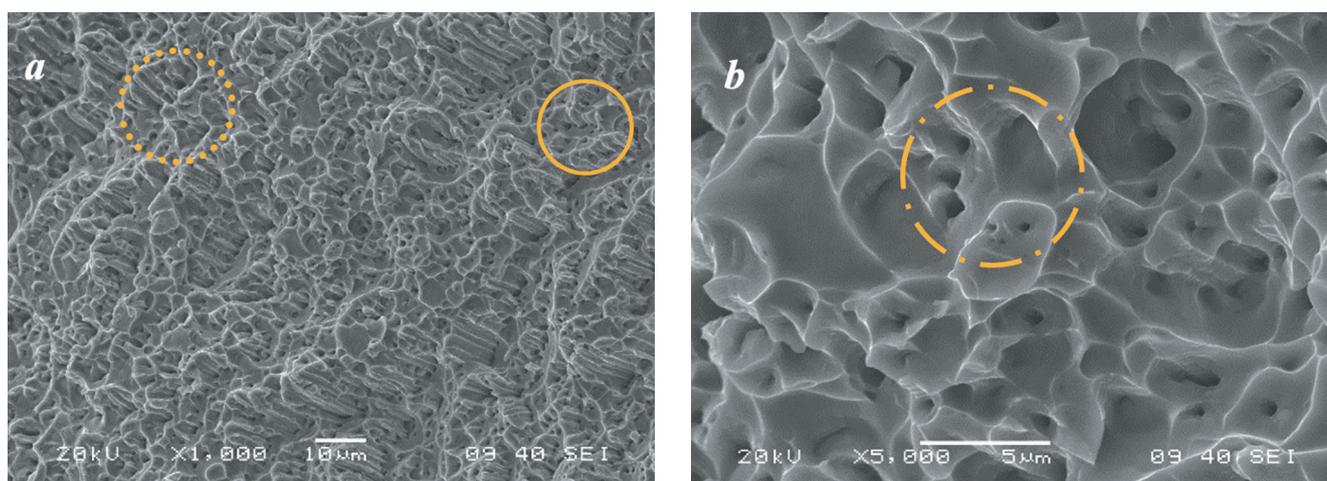


Fig. 3. Fractograms of the split surface of a new, unused S-flex 4.25 sample at different magnifications in secondary electrons.

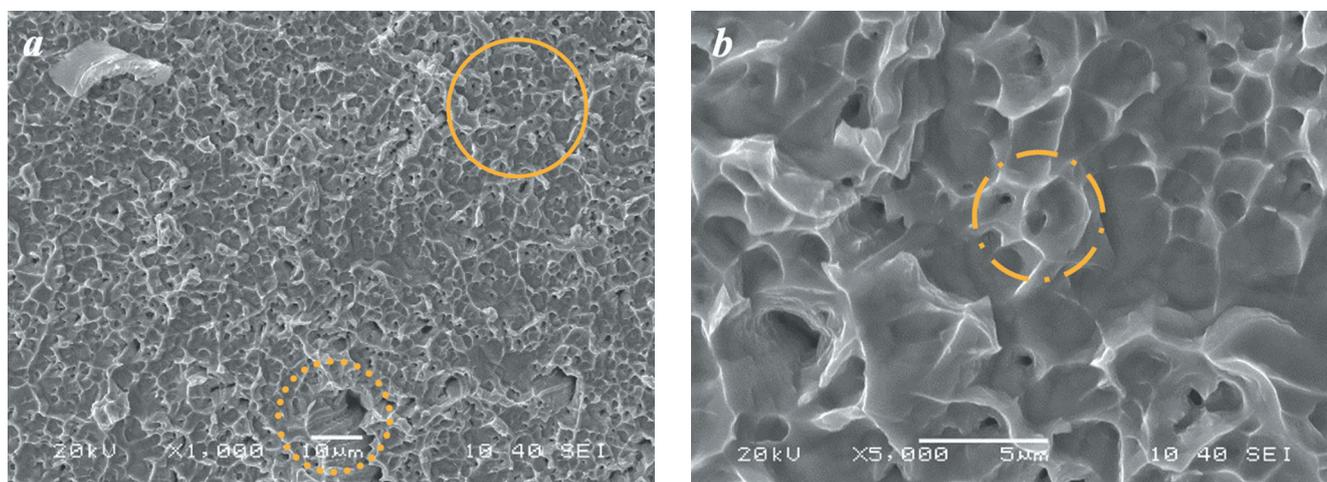


Fig. 4. Fractograms of the split surface of the loaded, used S-flex 4.25 sample at different magnifications in secondary electrons.

and sizes were found on the rock, which appeared during stretching and separation. In addition, cracks were found (Fig. 2 a squares) located in different parts of the sample and consisting of fused pores.

Fractograms of the split surface of a new, unused S-flex 4.25 sample at different magnifications in secondary electrons are demonstrated in Figure 3.

On the fractograms of the split of the cross-section of the S-flex 4.25 sample obtained as a result of a series of workloads (3 cycles), including a twist fracture (volumetric stretching), a finely dimpled structure (Fig. 4a circles) less

homogeneous than in the new sample with flatter and crumpled wedge-shaped edges of structural elements with sizes from 1 microns to 5.5 microns is visible (Fig. 4b dotted circle). Isotropic pores (Fig. 4b) are observed mainly in the central zones of structural elements and have sizes from 400 nm to 1 microns. The pores are observed in moderate amounts, in about half of the structural elements and are evenly distributed over the surface of the sample cleavage. Small conglomerates of alloy of various shapes and a crack consisting of fused pores (Fig. 4a circles and dots) formed during stretching and separation were found on the rock.

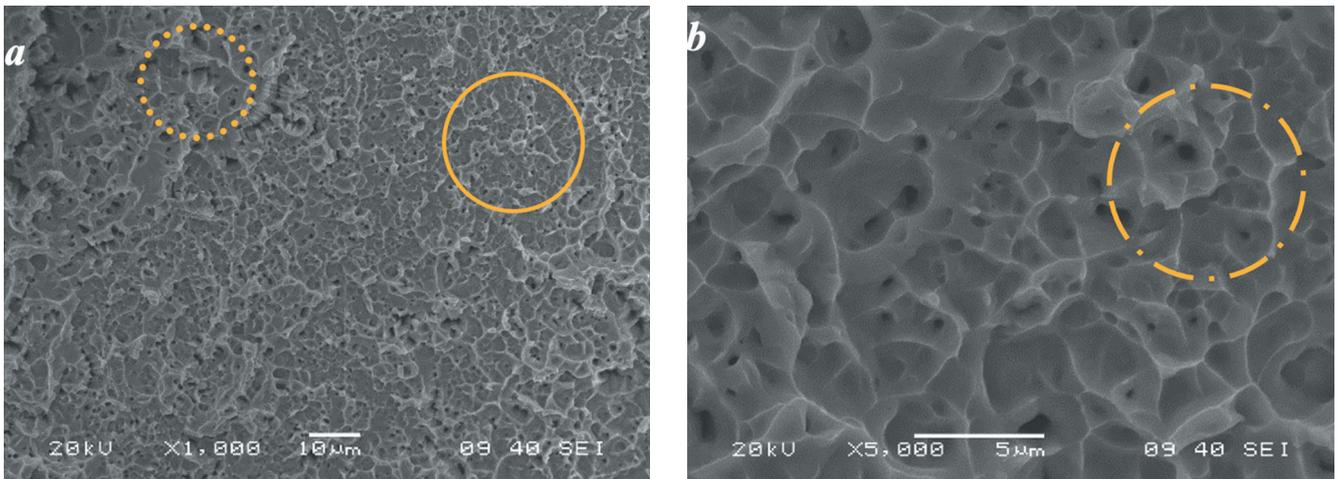


Fig. 5. Fractograms of the split surface of a new, unused S-flex 6.25 sample at different magnifications in secondary electrons.

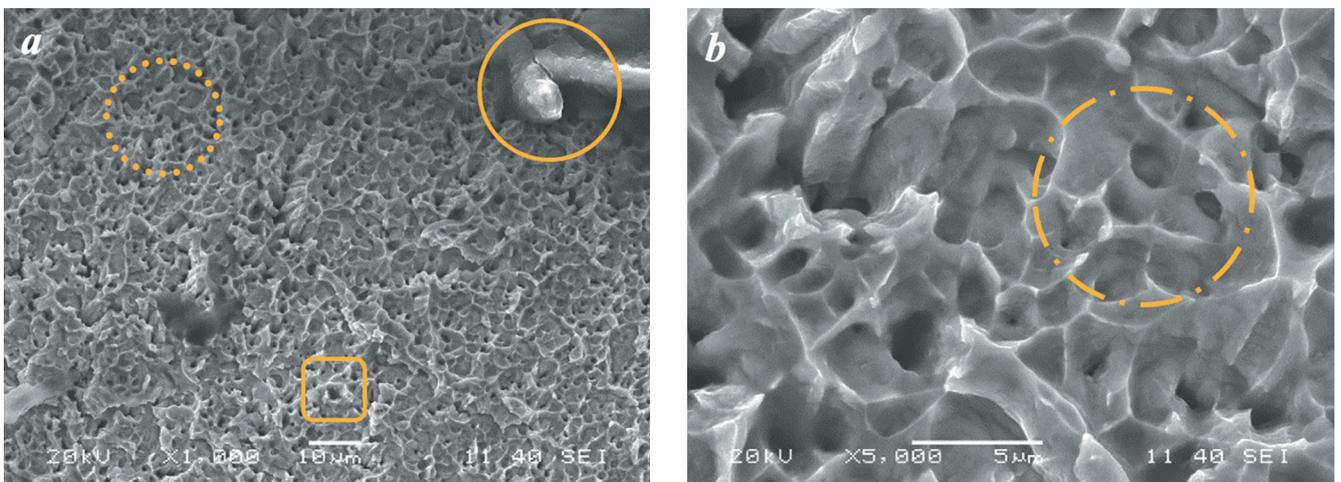


Fig. 6. Fractograms of the split surface of the loaded, used S-flex 6.25 sample at different magnifications in secondary electrons.

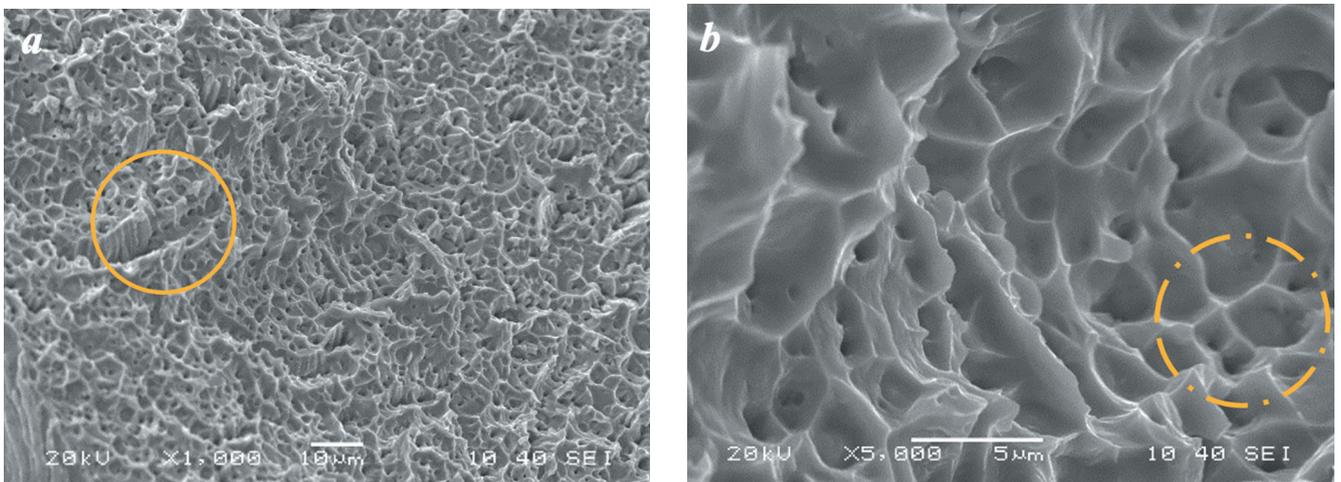


Fig. 7. Fractograms of the split surface of a new, unused S-flex 4.30 sample at different magnifications in secondary electrons.

Fractograms of the split surface of the cross-section of the new unused S-flex 6.25 sample show a partially homogeneous, mostly finely dimpled structure with pointed wedge-shaped edges (Fig. 5a dotted circle) of structural elements ranging in size from 500 nm to 6.5 microns. Often located pores (Fig. 5a circles) of an isotropic shape are noted in most structural elements of the surface and are evenly distributed over the surface of the sample cleavage. Pores (Fig. 5b circles and dots) (as on other samples) are observed mainly in the central zones of structural elements in the center of the pits and have sizes from 500 nm to 1.4

microns. Cracks consisting of merged large pores are noted on some areas of the surface.

Fractograms of the split of the cross-section of the S-flex 6.25 sample obtained as a result of a series of workloads (4 cycles), including a twist fracture (volumetric stretching), show a mostly homogeneous, finely dimpled structure with slightly swollen, more flat than on the new sample, wedge-shaped edges of structural elements, sizes from 500 nm to 4.7 microns (Fig. 6a). Often located isotropic pores (Fig. 6a circles and dots) are also evenly distributed over the sample cleavage surface, are observed mainly in the central zones

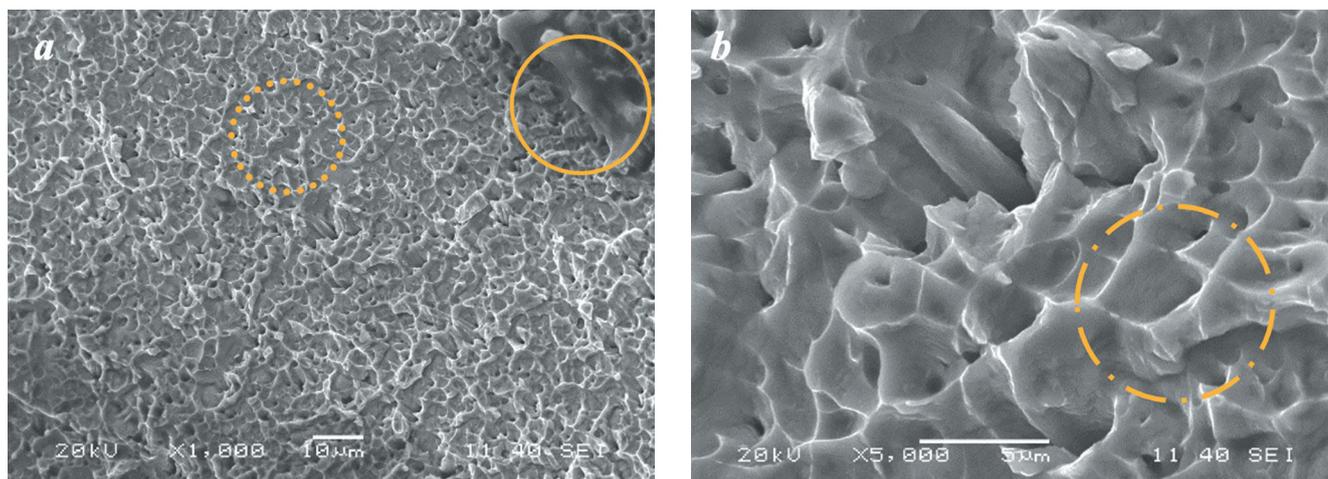


Fig. 8. Fractograms of the split surface of the loaded, used S-flex 4.30 sample at different magnifications in secondary electrons.

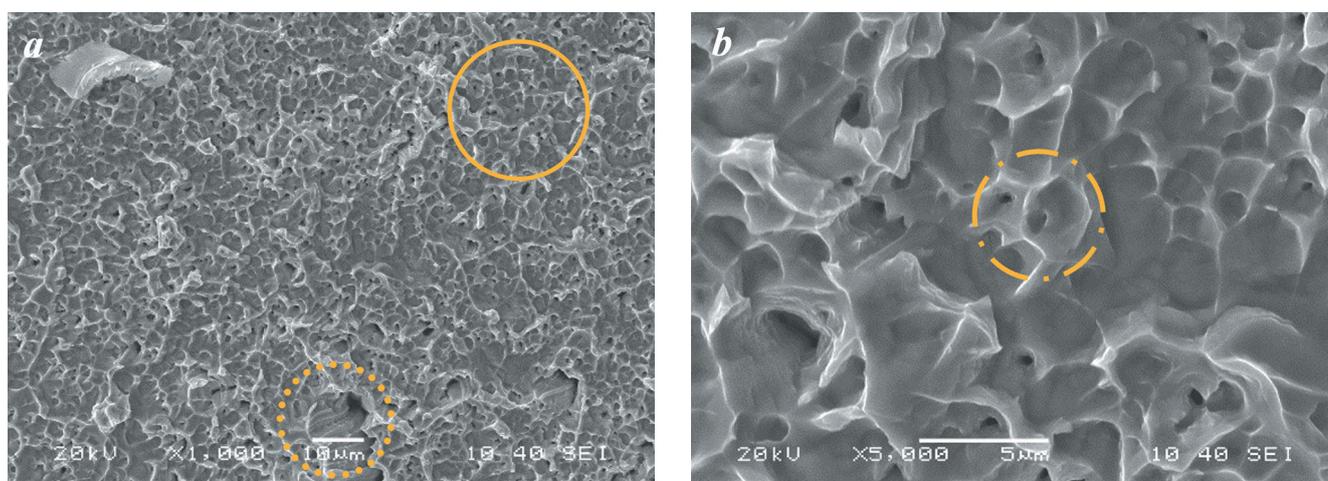


Fig. 9. Fractograms of the split surface of used S-flex 4.35 sample at different magnifications in secondary electrons.

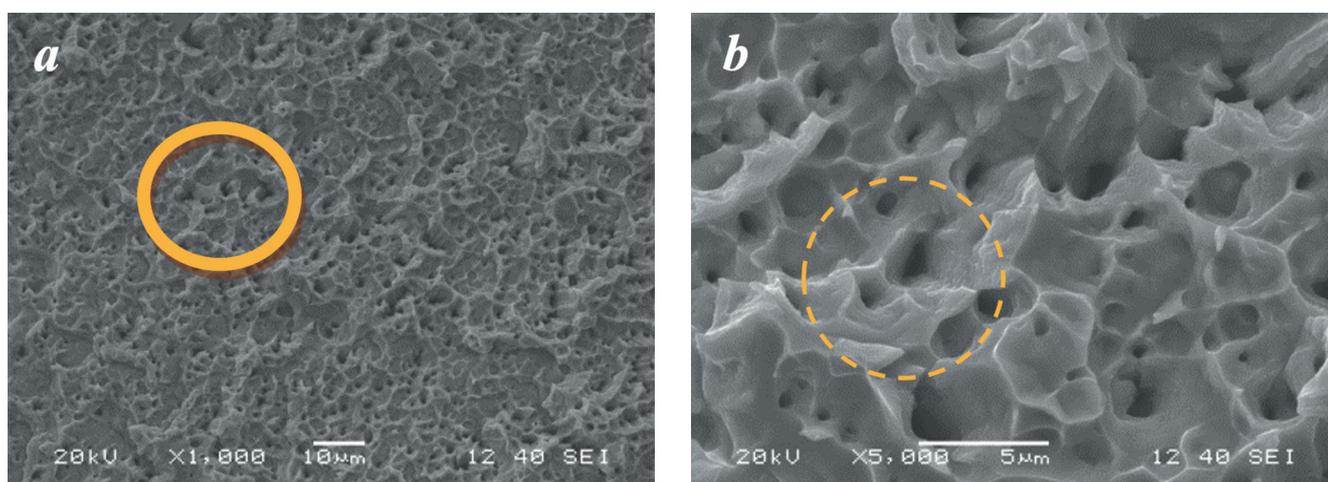


Fig. 10. Fractograms of the split surface of the loaded, used S-flex 4.35 sample at different magnifications in secondary electrons.

of most structural elements and have sizes from 300 nm to 1.7 microns. Small conglomerates (Fig. 6a circles) of alloy of various shapes formed during stretching and separation and organic inclusions from the sample surface were found on the rock. Several pores merge with each other and form a small crack.

Fractograms of the split surface of the cross-section of the new unused S-flex 4.30 sample show a homogeneous finely dimpled structure with pointed wedge-shaped edges and cliff-like (Fig. 7a) fragments of structural elements ranging in size from 1 to 6 microns. The images show isotropic pores

(Fig. 7b) located in most of the structural elements of the surface and evenly distributed over the surface of the sample cleavage. Pores (Fig. 7b) are observed mainly in the central zones of structural elements in the center of the pits and have sizes from 400 nm to 1 microns. No cracks were found.

Fractograms of the split of the cross-section of the S-flex 4.30 sample obtained as a result of a series of workloads (7 cycles), including a twist fracture (volumetric stretching), also show a homogeneous finely dimpled structure with wedge-shaped edges (Fig. 8a circles) of structural elements oriented in one direction and slightly swollen, ranging in size

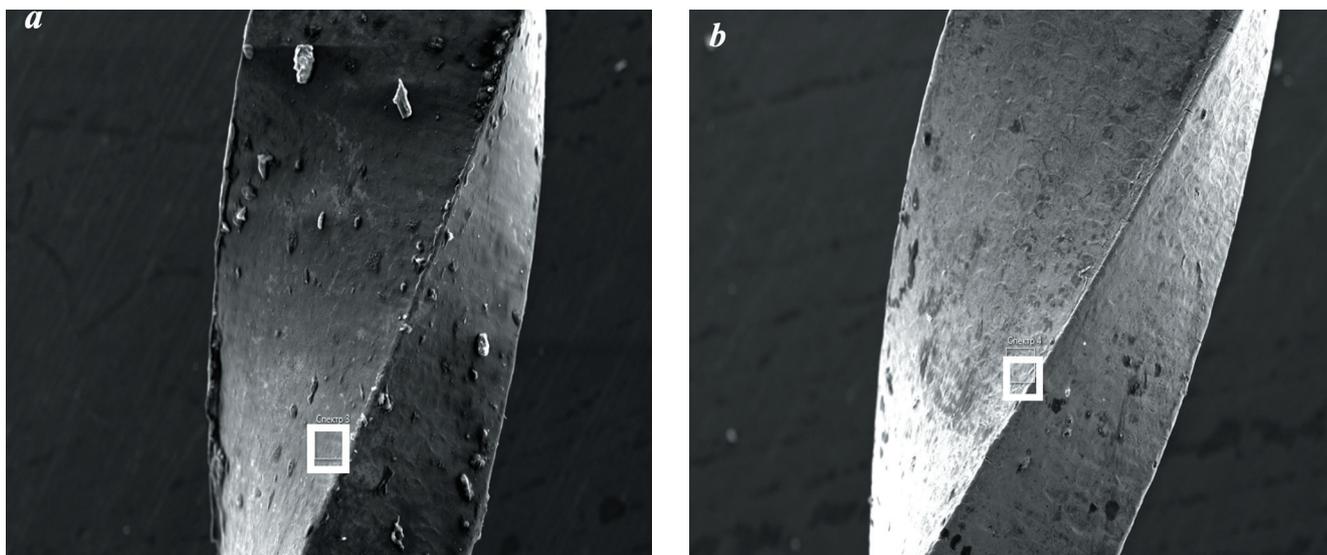


Fig. 11. Electronic image of sample s-flexi 04/30. The images indicate the areas from which spectra A and B were accumulated.

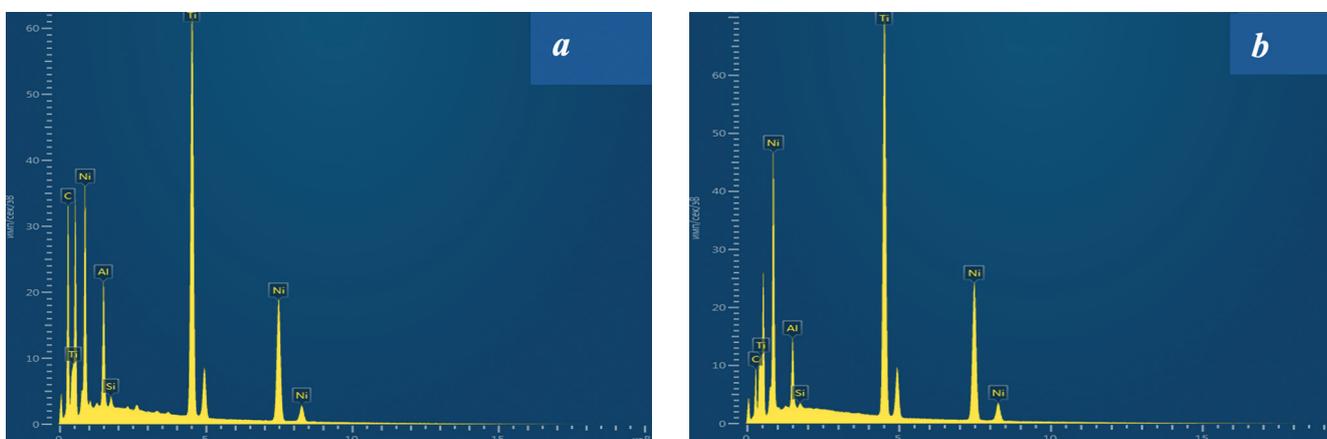


Fig. 12. Electronic spectrum imaging S-flexi 04/30. The images indicate the areas from which spectra A and B were accumulated.

from 1 to 7.5 microns. Isotropic pores (Fig. 8a circles and dots) are observed mainly in the central zones of structural elements and have sizes from 400 nm to 2 microns. The vapors are observed in moderate amounts, in about half of the structural elements and are evenly distributed over the surface of the sample cleavage. Small conglomerates (Fig. 8a circles) of alloy of various shapes formed during stretching and separation and organic inclusions from the sample surface were found on the rock. No cracks were found.

Fractograms of the split surface of the cross-section of the new unused S-flex 4.35 sample show a stepped break with alloy surges and a homogeneous finely dimpled structure, pointed wedge-shaped edges and rock-like fragments (Fig. 9a circles) of structural elements ranging in size from 0.6 microns to 6.5 microns. The images show abundant isotropic pores (Fig. 9b dotted circle) located in most of the structural elements of the surface and evenly distributed over the surface of the sample cleavage (Fig. 9 dots and circles). Pores are observed mainly in the central zones of structural elements in the center of the pits and have a large size spread – from 300 nm to 2.5 microns. Some pairs merge with each other and form small cracks.

Fractograms of the split of the cross-section of the S-flex 4.35 sample obtained as a result of a series of workloads (4 cycles), including a twist fracture (volumetric stretching), show a homogeneous finely dimpled structure (Fig. 9a circles) with slightly swollen wedge-shaped edges of

structural elements ranging in size from 0.6 microns to 7.5 microns. Isotropic pores (Fig. 9b dotted circles) are observed mainly in the central zones of the structural elements and have sizes as in the new sample from 300 nm to 2.4 microns (Fig. 9). Pores (Fig. 9b dotted circles) are present in large numbers and are noted in most structural elements and are also evenly distributed over the surface of the sample cleavage. Small conglomerates of alloy of various shapes were found on the rock (Fig. 9 squares), which appeared during stretching and separation. Some pairs merge with each other and form small cracks.

Fractograms of the split of the cross-section of the S-flex 4.35 sample obtained as a result of a series of workloads (4 cycles), including a twist fracture (volumetric stretching), show a homogeneous finely dimpled structure (Fig. 10a circles) with slightly swollen wedge-shaped edges of structural elements ranging in size from 0.6 microns to 7.5 microns. Isotropic pores (Fig. 10b dotted circle) are observed mainly in the central zones of the structural elements and have sizes as in the new sample from 300 nm to 2.4 microns. Pores (Fig. 10b dotted circles) are present in large numbers and are noted in most structural elements and are also evenly distributed over the surface of the sample cleavage. Small conglomerates of alloy of various shapes were found on the rock (Fig. 10c), which appeared during stretching and separation. Some pairs merge with each other and form small cracks.

After obtaining a detailed image and a clear difference in structure between the files before and after loading. It was necessary to see whether there would be changes in the composition of the nickel-titanium S-Flexi files after loading (Fig. 11a) and without loading (Fig. 11b)

No changes in the appearance of the surface of the samples before and after loading were detected, one can only notice that after processing the surface looks a little cleaner. The images indicate the areas in which the spectra were accumulated to determine the qualitative and quantitative elemental composition (Fig. 12).

The table 1 shows that sample 1 consists of an alloy of titanium, nickel, aluminum and silicon. After loading, the content of Ti, Ni and Si increases, but the content of oxygen and aluminum decreases.

REFERENCES:

1. Anonymous. ASTM F 2004-17. Standard test method for transformation temperature of nickel-titanium alloys by thermal analysis. Am. Soc. Test. Mater. 2016 doi: 10.1520/F2082_F2082M-16.
2. Cho O.I., Versluis A., Cheung G.S., Ha J.H., Hur B., Kim H.C. Cyclic fatigue resistance tests of Nickel-Titanium rotary files using simulated canal and weight loading conditions. Restor. Dent. Endod. 2013;38:31–35
3. Di Nardo D., Zanza A., Seracchiani M., Donfrancesco O., Gambarini G., Testarelli L. Angle of Insertion and Torsional Resistance of Nickel-Titanium Rotary Instruments. Materials. 2021;14:3744.
4. Gao Y, Shotton V, Wilkinson K, Phillips G, Johnson WB Effects of raw material and rotational speed on the cyclic fatigue of ProFile Vortex rotary instruments. Journal of Endodontics 36, 2010. 1205–9.
5. Gutmann JL, Gao Y Alteration in the inherent metallic and surface properties of nickel-titanium root canal instruments to enhance performance, durability and safety: a focused review. International Endodontic Journal 45, 2012. 113–28.
6. Otsuka K, Ren X Physical metallurgy of Ti-Ni based shape memory alloys. Progress in Materials Science 50, 2005. 511–678.
7. Pedullà E, Grande NM, Plotino G, Pappalardo A, Rapisarda E (2011) Cyclic fatigue resistance of three different nickel-titanium instruments after immersion in sodium hypochlorite. Journal of Endodontics 37, 1139–42.
8. Ha J.H., Kim S.K., Cohenca N., Kim H.C. Effect of R-phase heat treatment on torsional resistance and cyclic fatigue fracture. J. Endod. 2013;39:389–393. doi: 10.1016/j.joen.2012.11.028.
9. Hou X, Yahata Y, Hayashi Y, Ebihara A, Hanawa T, Suda H (2011) Phase transformation behaviour and bending property of twisted nickel-titanium endodontic instruments. International Endodontic Journal 44, 253–8.
10. Kim HC, Yum J, Hur B, Cheung GS Cyclic fatigue and fracture characteristics of ground and twisted nickel-titanium rotary files. Journal of Endodontics 36, 2010. 147–52.
11. Kuhn G, Jordan L Fatigue and mechanical properties of nickel-titanium endodontic instruments. Journal of Endodontics 28, 2002. 716–20.
12. Larsen CM, Watanabe I, Glickman GN, He J (2009) Cyclic fatigue analysis of a new generation of nickel-titanium rotary instruments. Journal of Endodontics 35, 401–3.
13. Loska S., Basiaga M., Pochrzast M., Łukomska-Szymańska M., Walke W., Tyrlik-Held J. Comparative characteristics of endodontic drills. Acta Bioeng Biomech. 2015;17:75–83
14. Martins J.N.R., Silva E.J.N.L., Marques D., Belladonna F., Simões-Carvalho M., Vieira V.T.L., Antunes H.S., Braz Fernandes F.M.B., Versiani M.A. Design, metallurgical features, mechanical performance and canal preparation of six reciprocating instruments. Int. Endod. J. 2021;54:1623–1637. doi: 10.1111/iej.13529.
15. Martín B, Zelada G, Varela P, et al. (2003) Factors influencing the fracture of nickel-titanium rotary instruments. International Endodontic Journal 36, 262–6.
16. Morgental RD, Vier-Pelisser FV, Kopper PM, de Figueiredo JA, Peters OA (2013) Cutting efficiency of conventional and martensitic

Table 1. Quantitative composition

	O	Al	Si	Ti	Ni
spectrum 1 (at%)	62, 2	6, 02	0, 41	18, 44	12, 92
spectrum 2 (at%)	55, 07	4, 37	22, 5	22, 4	17, 84

DISCUSSION

According to the results of the study of resistance to cyclic loading, showed better results than those results given by the manufacturer and the results of chemical and temperature loading showed high corrosion resistance and absence and preservation of plasticity after temperature loading. At the same time, the lowest indicators were for the S-flexi 04/20 file, but the high indicators were the S-flexi 04/30.

CONCLUSION

High-quality and safe mechanical treatment of root canals is possible when using nickel-titanium S-flexi files.

nickel-titanium instruments for coronal flaring. Journal of Endodontics 39, 1634–8.

17. Pereira E.S.J., Peixoto I.F.C., Viana A.C.D., Oliveira I.I., Gonzalez B.M., Buono V.T.L., Bahia M.G.A. Physical and mechanical properties of a thermomechanically treated NiTi wire used in the manufacture of rotary endodontic instruments. Int. Endod. J. 2012;45:469–474.

18. Pirani C., Iacono F., Generali L., Sassatelli P., Nucci C., Lusvarghi L. HyFlex EDM: Superficial features, metallurgical analysis and fatigue resistance of innovative electro discharge machined NiTi rotary instruments. Int. Endod. J. 2016;49:483–493. doi: 10.1111/iej.12470.

19. Pedullà E, Lo Savio F, Boninelli S, et al. Torsional and cyclic fatigue resistance of a new nickel-titanium instrument manufactured by electrical discharge machining. Journal of Endodontics 42, 2016. 156–9.

20. Pedullà E, Plotino G, Grande NM, Pappalardo A, Rapisarda E (2012) Cyclic fatigue resistance of four nickel-titanium rotary instruments: a comparative study. Annali Di Stomatologia (Roma) 3, 59–63.

21. Thompson SA An overview of nickel-titanium alloys used in dentistry. International Endodontic Journal 33, 2000. 297–310.

22. Tripi TR, Bonaccorso A, Condorelli GG Cyclic fatigue of different nickel-titanium endodontic rotary instruments. Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology 102, 2006. e106–14.

23. Shen Y., Zhou H.M., Wang Z., Campbell L., Zheng Y.F., Haapasalo M. Phase transformation behavior and mechanical properties of thermomechanically treated K3XF nickel-titanium instruments. J. Endod. 2013;39:919–923. doi: 10.1016/j.joen.2013.04.004.

24. Ye J, Gao Y Metallurgical characterization of M-Wire nickel-titanium shape memory alloy used for endodontic rotary instruments during low-cycle fatigue. Journal of Endodontics 38, 2012. 105–7.

25. Walia HM, Brantley WA, Gerstein H Initial investigation of bending and torsion properties of nitinol root canal files. Journal of Endodontics, 14, 1988. 346–51.

26. Wycoff RC, Berzins DW An in vitro comparison of torsional stress properties of three different rotary nickel-titanium files with a similar cross-sectional design. Journal of Endodontics 38, 2012. 1118–20.

27. Zhou HM, Shen Y, Zheng W, Li L, Zheng YF, Haapasalo M (2012) Mechanical properties of controlled memory and superelastic nickel-titanium wires used in the manufacture of rotary endodontic instruments. Journal of Endodontics 38, 1535–40.

28. Zhou H, Peng B, Zheng YF An overview of the mechanical properties of nickel-titanium endodontic instruments. Endodontic Topics 29, 2013. 42–54.

29. Zinelis S, Darabara M, Takase T, Ogane K, Papadimitriou GD The effect of thermal treatment on the resistance of nickel-titanium rotary files in cyclic fatigue. Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology 103, 2007. 843–7.

30. Zinelis S, Eliades T, Eliades G A metallurgical characterization of ten endodontic Ni-Ti instruments: assessing the clinical relevance of shape memory and superelastic properties of Ni-Ti endodontic instruments. International Endodontic Journal 43, 2010.125–34.

AUTHOR INFORMATION:

Zurab S. Khabadze – Associate Professor of the Department of Therapeutic Dentistry ORCID ID 0000-0002-7257-5503

Farukh R. Ismailov – postgraduate student of the Department of Therapeutic Dentistry

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

AUTHOR'S CONTRIBUTION:

Zurab S. Khabadze – drafted the article or revised it critically for important intellectual content; approved the version to be published.

Farukh R. Ismailov – the acquisition, analysis, or interpretation of data for the article.

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

Farukh R. Ismailov, E-mail: ifarukh@list.ru

Прочность монокоронки керамических коронок с опорой на резцы

© Усубова Н.Р.

Азербайджанский Медицинский Университет, Баку, Азербайджан

Резюме:

Монокоронки реставрации, благодаря уменьшению технических осложнений, приобретают все большую популярность. Резцы верхней челюсти, в силу своего расположения и протрузии, являются наиболее поражаемыми зубами.

Цель. Определение прочности на моделях резцов, восстановленных монокоронками из оксида алюминия и дисиликата лития.

Материалы и методы. Методом конечных элементов созданы 2 модели на верхний резец. В сетчатой модели с монокоронкой из оксида алюминия количество узлов составило 130185, количество элементов – 90934. В сетчатой модели с монокоронкой из диоксида лития количество узлов составило 130000, элементов – 96000. 3D-модели были построены и проанализированы в среде ANSYS.

Результаты. В модели с оксидом алюминия при нагрузке в медиальной стороне (X) горизонтальная и вертикальная силы были 0, в вестибулярной стороне вертикальная сила была -190 N, а горизонтальная – 0, в направлении главной оси зуба горизонтальная сила была 15. В модели из дисиликата лития максимальные напряжения $m\mu M$ в дентине составило 13,7 МПа, цемента – 18,5 МПа, в коронке – 61,8 МПа. Контактные напряжения на растяжение, сдвиг и сжатие на адгезивной границе между цементом и дентином вокруг литиевой коронки и штифта составили 11,9 МПа, 3,5 МПа и 17,2 МПа соответственно. Модуль Юнга в моделях из оксида алюминия и дисиликата лития составила 23119,5 МПа и 22887,8 МПа соответственно; коэффициент Пуассона 0,22 и 0,23 соответственно.

Выводы. Успешно проведен конечно-элементный анализ резцовой эндокоронки на основе оксида алюминия и дисиликата лития. На основании полученных результатов эндокоронка может рассматриваться как эстетический и клинически осуществимый восстановительный подход для эндодонтического лечения центральных резцов.

Ключевые слова: эндокоронка, прочность, напряжение, оксид алюминия, дисиликат лития, метод конечных элементов.

Статья поступила: 13.01.2022; **исправлена:** 28.02.2022; **принята:** 2.03.2022.

Конфликт интересов: Авторы декларируют отсутствие конфликта интересов.

Благодарности: Финансирование и индивидуальные благодарности для декларирования отсутствуют.

Для цитирования: Н.Р. Усубова. Прочность монокоронки керамических коронок с опорой на резцы. Эндодонтия today. 2022; 20(1):36-41. DOI: 10.36377/1726-7242-2022-20-1-36-41.

Strength of monolithic ceramic crowns supported by incisors

© Narmina R. Usubova

Azerbaijan Medical University, Baku, Azerbaijan

Abstract:

Monolithic restorations are becoming increasingly popular due to the reduction of technical complications. The upper incisors are the most affected teeth due to their location and protrusion.

Aim. To determine the strength on models of incisors restored with monolithic crowns made of aluminum oxide and lithium disilicate.

Materials and methods. The finite element method created 2 models for the upper incisor. In the mesh model with an aluminum oxide monocrown, the number of nodes was 130185, the number of elements was 90934. In a mesh model with a lithium dioxide monocrown, the number of nodes was 130,000, the number of elements was 96,000. 3D models were built and analyzed in the ANSYS environment.

Results. In the alumina model, when loaded in the medial side (X), the horizontal and vertical forces were 0, in the vestibular side, the vertical force was -190 N, and the horizontal was 0, in the direction of the main axis of the tooth, the horizontal force was 15. In the lithium disilicate model, the maximum stresses $m\mu M$ in dentin were 13.7 MPa, in cement – 18.5 MPa, in the crown – 61.8 MPa. Tensile, shear, and compression contact stresses at the adhesive interface between cement and dentin around the lithium crown and post were 11.9 MPa, 3.5 MPa, and 17.2 MPa, respectively.

Conclusions. A finite element analysis of an incisive endocrown based on aluminum oxide and lithium disilicate was successfully performed. Based on these results, an endocrown can be considered as an aesthetic and clinically feasible restorative approach for endodontic treatment of central incisors.

Keywords: endocrown, strength, stress, aluminum oxide, lithium disilicate, finite element analyses.

Received: 09.01.2022; **revised:** 18.02.2022; **accepted:** 23.02.2022;

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

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

For citation: Narmina R. Usubova. Strength of monolithic ceramic crowns supported by incisors. *Endodontics today*. 2022; 20(1):36-41. DOI: 10.36377/1726-7242-2022-20-1-36-41.

В настоящее время изготовление одиночных коронок является наиболее распространенной реставрацией [1-3]. Согласно прогнозам, мировой рынок зубных коронок и мостов будет продолжать расти со среднегодовым темпом роста 7,78% в 2026 году [4]. Монолитные реставрации, благодаря уменьшению технических осложнений, приобретают все большую популярность [5, 6]. При этом, одним из предпочтительных материалов для монолитных коронок стал дисиликат лития, который представляет собой стеклокерамику, состоящую из лития (мягкий серебристо-белый металл) и кремния (хрупкое кристаллическое твердое вещество) [7]. Керамика дисиликата лития обладает высокой прочностью на изгиб и вязкостью при разрушении, в сравнении с обычной силикатной керамикой. Одним из основных преимуществ коронок из дисиликата лития является их прозрачность, которая соответствует естественным зубам [8]. Анализ культур эпителиальной ткани человека показал, что дисиликат лития обладает наилучшей биосовместимостью по сравнению с цирконием и кобальт-хромовыми сплавами [9]. Благодаря своим отличным оптическим свойствам, механическим характеристикам, простоте обработки и возможности травления / адгезивного соединения, обеспечивающего минимально инвазивный подход, дисиликат-литиевая стеклокерамика стала одной из самых популярных реставрационных материалов практически во всех областях фиксированного протезирования [8]. Все инновационные решения, предлагаемые дисиликатом лития, все больше и больше расширяют возможности реставрации этим материалом. Одной из разновидностей керамики является оксид алюминия, полупрозрачный материал белого цвета, отличающийся большей степенью прозрачности, чем диоксид циркония. Коронки отличаются высокими эстетическими показателями, поэтому, как считают, являются лучшим вариантом для протезирования передних зубов [10].

Резцы верхней челюсти, в силу своего расположения и протрузии, являются наиболее поражаемыми зубами. Сломанные зубы обычно восстанавливают полным покрытием коронкой, но этот тип реставрации требует значительной потери зубной ткани для их препарирования. Обнаружено, что дизайн препарирования зубов влияет на прочность реставрации. Сообщается, что препарирование со скошенной кромкой дает более высокую разрушающую нагрузку, чем препарирование без фаски [11].

Биомеханика резцов отличается от коренных зубов. Коронки резцов выше (10,5 мм) и более узкие (7,0 мм), чем коронки коренных зубов (длина коронки 7,5 мм, щечно-язычный диаметр шейки зуба 10,0 мм) [12]. В соответствии с равновесием рычага изгибающие моменты на реставрациях резцов выше, чем те, которые действуют на коренные зубы. Кроме того, связующая поверхность внутренних коронок передних зубов составляет в среднем 30 мм² и в 2 раза меньше, чем у

коренных зубов (60 мм²), что негативно сказывается на удержании этих реставраций [12]. В связи с этим, возможность использования монолитных коронок для восстановления передних зубов представляет особый интерес.

ЦЕЛЬ

Определение прочности на моделях резцов, восстановленных монолитными коронками из оксида алюминия и дисиликата лития. Нулевая гипотеза заключалась в том, что прочность монолитных коронок, смоделированных из оксида алюминия и дисиликата лития будет одинаковой.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Методом конечных элементов созданы модели для резца верхней челюсти. Изображения для резца были сконструированы с использованием программного обеспечения для обратного проектирования. Полученное трехмерное изображение было преобразовано в формат стереолитографии (STL), который впоследствии использовался для обработки компьютерным числовым управлением. Изготовленный таким образом прототип был снова отсканирован лазером, чтобы получить модель (в формате STL), использованную для анализа. Форматы файлов "STL" описывают геометрию поверхности компонента, в то время как для анализа конечных элементов требовалась объемная/твердотельная модель, поэтому полученный файл STL был сначала введен в программу Solidworks для создания твердотельной модели. Модель была уменьшена до реальных размеров прототипа. Для дальнейшей работы сгенерированная модель была перенесена в программу ANSYS Workbench [13]. Для сканирования поверхности левого верхнего центрального резца использовался стоматологический 3D-сканер D250 (3ShapeA/S Копенгаген, Дания). Точки на поверхности зуба (записанные сканером) на горизонтальных слоях (через каждые 1 мм) соединялись кривыми и на основе этого определялись площади поперечного сечения зуба. Области поперечного сечения позволили создать твердые модели центрального резца. Размер и форма зуба соответствовали размерам и форме анатомического атласа [12]. Длина коронки 10,5 мм, медиально-дистальная ширина 8,5 мм и длина корня 12 мм (длина зуба составляла 22,5 мм). Периодонт толщиной 0,2 мм был смоделирован вокруг корня зуба. Модель зуба была расположена в системе координат таким образом, что ось Z была параллельна длинной оси зуба, ось X показывала мезиальную сторону, а ось Y направлена в сторону вестибулярного аспекта зуба. Затем, были изготовлены модели зубов. Все реставрации имели эффект наконечника.

Созданы две модели зубов с монолитными коронками, которые обладали свойствами оксида алюминия и дисиликатно-литиевой керамики соответственно. В сетчатой модели с монокоронкой из оксида алюминия количество узлов составило 130185, а количество эле-

ментов – 90934. В сетчатой модели с монокоронкой из диоксида лития количество узлов составило 130000, элементов – 96000.

Удерживающий элемент в корне имел ширину 2 мм, длину 4,5 мм и находился на расстоянии 7,0 мм от вершины корня. Под коронкой был образован слой толщиной 0,1 мм, имитирующий цемент. Из-за анатомии резца удерживающие элементы внутренних коронок должны быть длиннее и уже, чем у коренных зубов. Благодаря технологии монокоронок (прессованная керамика или CAD / CAM) эти крепежные элементы не должны быть такими же длинными, как металлические стойки, и по соотношениям прочности керамика должна быть шире стойки. Реставрации были идеально соединены со структурами зуба полимерным цементом Variolink II (Ivoclar, Vivadent AG, Шаан, Лихтенштейн).

Модели зубов были закреплены в узлах на внешней поверхности периодонта. Они были нагружены силами, имитирующими сжатие при центральной окклюзии. Усилие 100 Н прикладывалось под язычным выступом, на расстоянии 5 мм от края резца, под углом 130 по отношению к длинной оси зуба. Для каждой модели прилагалась нагрузка 190 Н на поясную часть с наклоном 45° по отношению к длинной оси зуба с фиксацией костной основы. Результаты были оценены для распределения напряжения на основе максимального главного напряжения на корне, штифте, цементе и коронке.

Моделирование контакта, проводимое на основе метода конечных элементов, является формой нелинейного анализа и, следовательно, требует разделения нагрузки на несколько этапов. Различные компоненты напряжений (нормальное напряжение, напряжение сдвига, основное напряжение) и эквивалентные напряжения были рассчитаны в моделях при наклонной нагрузке. Зубные ткани, смола и керамика обладают различной прочностью на растяжение и сжатие. Одним из критериев разрушения, используемых для оценки прочности таких материалов в сложных напряженных условиях, является модифицированный критерий Фон Мизеса (mVM), в котором учитывается соотношение прочности на сжатие и прочности на растяжение.

Таблица 1. Механические свойства оксида алюминия и дисиликат-лития, полученные в результате испытания на сжатие.

Table 1. Mechanical properties of aluminum oxide and lithium disilicate obtained as a result of compression test.

Свойства / Properties	Модель из оксида алюминия / Aluminum oxide model	Модель из дисиликата лития / Lithium disilicate model	p =
Прочность на сжатие, МПа / Compressive strength, MPa	1037,72	1046,26	0,834
Напряжение сжатия при пределе текучести (смещение 0,2%), МПа / Compressive stress at yield strength (displacement 0.2%), MPa	752,0	751,8	0,986
Модуль Юнга, МПа / Young's modulus, MPa	23119,5	22887,8	0,704
Растяжение при сжатии при максимальной нагрузке на сжатие, мм / Compressive tensile at maximum compressive load, mm	2,70	2,71	0,974
Деформация при сжатии при максимальном давлении, % / Deformation in compression at maximum pressure, %	17,95	17,24	0,616
Коэффициент Пуассона / Poisson's ratio	0,22	0,23	0,546

Таблица 2. Максимальные и минимальные значения напряжений для напряжения модели оксида алюминия.

Table 2. Maximum and minimum stress values for alumina model stress.

Вариант нагрузки / Load option	Максимальное напряжение, МПа / Maximum stress, MPa	Минимальное напряжение, МПа / Minimum stress, MPa
Вертикальная нагрузка / Vertical load	388,94	0,92
Горизонтальная нагрузка / Horizontal load	149,91	0,07

В исследовании использована описательная статистика. Для сравнения значений механических свойств коронок из оксида алюминия и дисиликата лития использован однофакторный дисперсионный анализ (ANOVA).

Результаты. Резцы – это зубы с узкими краями, которые используются для кусания / резки и поэтому испытывают вертикальные нагрузки.

Измерение прочности на сжатие спеченного алюминия было выполнено на пяти различных цилиндрических образцах с использованием INSTRON 1344 (Емкость 500 KN). Результаты механических свойств модели показаны в таблице 1.

Для модели с оксидом алюминия мы рассмотрели вертикальную силу величиной 190 N. Условия нагрузки были следующими: в медиальной стороне (X) горизонтальная и вертикальная силы были 0, в вестибулярной стороне вертикальная сила была -190 N, а горизонтальная – 0, в направлении главной оси зуба горизонтальная сила была 15.

Сопоставление показателей показало, что тип керамического материала не оказал существенного влияния на механические свойства при испытании на сжатие и между типами коронок не наблюдалось статистически значимой разницы ($p > 0,05$).

Результаты распределения напряжений Фон-Мизеса проанализированы для обоих случаев (таблица 2).

Область чуть выше фиксированной базальной области имела максимальные значения напряжений, так как под нагрузкой эта область не могла деформироваться, поскольку все степени свободы основания были ограничены. Но когда была приложена горизонтальная сила, коронка испытала изгиб вокруг основания. В результате во втором состоянии нагружения передняя область была сжата, тогда как задняя часть была растянута, что также создало область высокого напряжения вблизи основания.

В модели дисиликата лития максимальные напряжения mVM в дентине составило 13,7 МПа, цемента – 18,5 МПа, в коронке – 61,8 МПа. Контактные напряжения на растяжение, сдвиг и сжатие на адгезивной границе

между цементом и дентином вокруг литиевой коронки и штифта составили 11,9 МПа, 3,5 МПа и 17,2 МПа соответственно.

ОБСУЖДЕНИЕ

В этом исследовании определена прочность на моделях резцов, восстановленных монолитными коронками из оксида алюминия и дисиликата лития. Гипотеза была положительно подтверждена, так как различия, выявленные между моделями, были незначительными.

Следует отметить, что одиночная коронка на центральном резце верхней челюсти является одной из самых сложных эстетических задач в стоматологии. Геометрия резца непростая, попытка создать его с нуля занимает много времени, и не совсем точная. Стандартный протокол для эндодонтического лечения зубов в современной литературе еще не подтвержден. Поскольку научных данных недостаточно и неубедительны, решение о том, какой материал использовать в области переднего отдела, обычно принимается в соответствии с рекомендациями производителей, основанными исключительно на свойствах сопротивления материала. Поэтому в этом исследовании для оценки распределения напряжений использовалось 3D-моделирование методом конечных элементов.

При протезировании учитывается индивидуальность каждого случая, оценивая количество зубных остатков, варианты реставрационных материалов и состояние поддерживающих тканей, можно указать методы лечения, подтвержденные научными данными [1]. Ослабление зубных структур из-за переломов зубов затрудняет принятие решения и прогноз восстановительного лечения. В таких случаях вариантом протезирования могут быть полные цельнокерамические коронки. Следует отметить, что цельнокерамические коронки были разработаны из желания восстановить сильно разрушенные передние зубы до эстетически приятной формы и функции.

В модели с алюминиевой коронкой вся передняя верхняя область коронки при вертикальной нагрузке была областью высокого напряжения. Эта область коронки была неправильной формы и имела большое количество неустойчивых контуров, что приводило к высоким коэффициентам концентрации напряжений. Сбоку эта часть была по сравнению с основанием уже, что в конечном итоге способствовало возникновению напряжений. Наблюдение может быть подтверждено сколом, при котором часть зуба / коронки отрывается от основного корпуса. Однако прочность на сжатие оксида алюминия в целом очень высока. Возникшие напряжения были очень малы по сравнению с прочностью материала коронки на сжатие. По данным литературы, керамика на основе оксида алюминия определяется высокой прочностью на изгиб, имеет умеренную прозрачность и может быть использована как каркас для одиночных конструкций для фронтальной и боковой группы зубов [10].

В модели оксида алюминия минимальные возникающие напряжения были очень малы, в диапазоне от 0,05 до 1 МПа. Также было замечено, что лобная и базальная области образца были местами максимальной концентрации напряжений и потенциальными местами возникновения трещин. Однако максимальные напряжения, создаваемые при вертикальной и горизонтальной нагрузке, составляли 37,5% и 14,4% от прочности оксида алюминия на сжатие (1037,72 МПа).

Вторая модель монолитной коронки была создана из дисиликата лития ($\text{SiO}_2\text{-Li}_2\text{O}$), который был внедрен

в область стеклокерамики в качестве сердечника, получаемого термопрессованием слитков. Что касается окончательной реставрации эндодонтически обработанных зубов, то в литературе сообщается, что коронки обеспечат большую долговечность зубному элементу [1, 14]. Эффект наконечника и эффективная герметизация корневого канала предотвращают проникновение микроорганизмов, которые могут поставить под угрозу корневую пломбу. Для этого реставрация должна иметь тонкий и однородный внутренний слой цемента и краевое несоответствие до 120 мкм, чтобы избежать проникновения микроорганизмов и солюбилизации цемента слюной, что привело бы к раздражению тканей пародонта. Таким образом, тип предельной подготовки является решающим фактором, поскольку он может напрямую влиять на осадку при восстановлении, предельную адаптацию и сопротивление разрушению [11].

Согласно F. Zarone et al. [15], керамику с высоким модулем упругости – оксид циркония или алюминия – не следует использовать, поскольку она создает критическую концентрацию высокого напряжения на границе раздела реставрация-цемент-дентин и, кроме того, эти материалы не так хорошо сцепляются с дентином. Поэтому предпочтительно использовать дисиликатную керамику лития, которая обладает соответствующей прочностью и адгезивно соединена с тканями зубов. Монолитные коронки из дисиликата лития на передних зубах не должны быть подвержены повреждению или разрушению во время физиологических нагрузок в полости рта. Согласно экспериментальным исследованиям, проведенным M. Bankoğlu Güngör et al. [16], резцы, восстановленные керамическими эндокоронками из дисиликата лития, обладают более высокой устойчивостью к разрушению, чем резцы со стойкой и стержнями, но вызывают переломы зубов. Клинические исследования с реконструкцией резцов с использованием эндокоронок очень ограничены. Отмечается, что монолитные коронки в передних зубах действуют как короткие стойки с биомеханической точки зрения. Сопротивление разрушению зубов, восстановленных короткими стойками, в 2-5 раз ниже, чем у стоек, составляющих 2/3 длины корня [17]. Кроме того, N. Forberger, TN. Göhring [18] доказали, что эндокоронки демонстрируют значительно худшую предельную непрерывность по сравнению с столбами и ядрами. Напротив, A. Ramírez-Sestà et al. [19] пришли к выводу, что зубы, восстановленные с помощью эндокоронок и штифтов Композитного материала, армированного стекловолокном, обладают одинаковой устойчивостью к перелому. Наличие штифта или реставрационного материала не оказывает существенного влияния на краевую непрерывность реставраций передних зубов. Развитие адгезивных методов и более высокопрочной керамики облегчает изготовление эндокоронок, которые могут стать альтернативой стандартной реконструкции зубов, особенно в задних зубах [20]. Однако использование этих реставраций в передних зубах все еще остается спорным и все еще необходимы дальнейшие исследования. В предыдущих исследованиях метода конечных элементов [11] для оценки прочности материала использовался критерий Фон Мизеса, который не учитывает различия в прочности материалов на растяжение и сжатие. В настоящем исследовании использовался модифицированный критерий разрушения Фон Мизеса для дентина, керамики и композитной смолы. Эти критерии позволяют оценить прочность материала, которая более точно соответствует клиническим ситуациям. В этих исследованиях

вокруг реставраций на границе раздела цемент-дентин были нанесены скрепленные контактные элементы, что позволило рассчитать контактные напряжения на растяжение, сжатие и сдвиг и визуализировать их распределение в области границы раздела цемент-дентин вокруг реставраций.

Заключение

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Митронин АВ, Останина ДА, Митронин ЮА. Биокерамика в современной эндодонтии. *Эндодонтия today*. 2021; 19(3):166-170. doi: 10.36377/1726-7242-2021-19-3-166-170
2. Raigrodski AJ. Contemporary all-ceramic fixed partial dentures: a review. *Dent Clin North Am*. 2004;48(2):531-544. doi: 10.1016/j.cden.2003.12.00
3. The American College of Prosthodontics. Facts & Figures 2021. <https://www.gotoapro.org/facts-figures/>.
4. Grand View Research Inc. Dental crowns & bridges market size worth \$3.8 Billion By 2026 June 2019. <https://www.grandviewresearch.com/press-release/global-dental-crowns-bridges-market>.
5. Хабдадзе ЗС, Шубитидзе ММ, Солиманов ШМ, Кузнецова АО, Магомедов ОИ, Абазян МД, и др. Расположение нижнечелюстного резцового канала относительно апексов корней зубов: исследование на основе конусно-лучевой компьютерной томографии. *Эндодонтия today*. 2019;17(3):8-12. doi: 10.36377/1726-7242-2019-17-3-8-12.
6. Makhija SK, Lawson NC, Gilbert GH, Litaker MS, Mc-Clelland JA, Louis DR, et al. National Dental PBRN Collaborative Group Dentist material selection for single-unit crowns: Findings from the National Dental Practice-Based Research Network. *J Dent*. 2016;55:40-47. doi: 10.1016/j.jdent.2016.09.010
7. Ma L, Guess PC, Zhang Y. Load-bearing properties of minimal-invasive monolithic lithium disilicate and zirconia occlusal onlays: finite element and theoretical analyses. *Dent Mater*. 2013;29:742-751. doi: 10.1016/j.dental.2013.04.004
8. Zarone F, Ferrari M, Mangano FG, Leone R, Sorrentino R. Digitally Oriented Materials: Focus on Lithium Disilicate Ceramics. *International Journal of Dentistry*. 2016(1):1-10. doi:10.1155/2016/9840594
9. Forster A, Ungvari K, Gyorgyey A, Kukovecz A, Turzo K, Nagy K. Human epithelial tissue culture study on restorative materials. *J Dent*. 2014;42(1):7-14. doi: 10.1016/j.jdent.2013.11.008.
10. Жолудев ДС. Керамические материалы в ортопедической стоматологии. Керамика на основе оксида алюминия. *Проблемы стоматологии*. 2012;6:8-14.
11. Dejak B, Mlotkowski A. Strength comparison of anterior teeth restored with ceramic endocrowns vs custommade post and cores. *J Prosthodont Res*. 2017;62(2):1-7. doi: 10.1016/j.jpor.2017.08.005

REFERENCES:

1. Mitronin AV, Ostanina DA, Mitronin YuA. Bioceramics in modern endodontics. *Endodontics Today*. 2021;19(3):166-170. (In Russ.) doi: 10.36377/1726-7242-2021-19-3-166-170
2. Raigrodski AJ. Contemporary all-ceramic fixed partial dentures: a review. *Dent Clin North Am*. 2004;48(2):531-544. doi: 10.1016/j.cden.2003.12.00
3. The American College of Prosthodontics. Facts & Figures 2021. <https://www.gotoapro.org/facts-figures/>.
4. Grand View Research Inc. Dental crowns & bridges market size worth \$3.8 Billion By 2026 June 2019. <https://www.grandviewresearch.com/press-release/global-dental-crowns-bridges-market>.
5. Khabadze ZS, Shubitidze MM, Solimanov SM, Kuznetsova AO, Magomedov OI, Abazyan MD, et al. Location of the mandibular incisal canal regarding to the root apices: a cone-beam computed tomography study. *Endodontics Today*. 2019;17(3):8-12. (In Russ.) doi: 10.36377/1726-7242-2019-17-3-8-12
6. Makhija SK, Lawson NC, Gilbert GH, Litaker MS, Mc-Clelland JA, Louis DR, et al. National Dental PBRN Collaborative Group Dentist material selection for single-unit crowns: Findings from the National Dental Practice-Based Research Network. *J Dent*. 2016;55:40-47. doi: 10.1016/j.jdent.2016.09.010
7. Ma L, Guess PC, Zhang Y. Load-bearing properties of minimal-invasive monolithic lithium disilicate and zirconia occlusal onlays: finite element and theoretical analyses. *Dent Mater*. 2013;29:742-751. doi: 10.1016/j.dental.2013.04.004
8. Zarone F, Ferrari M, Mangano FG, Leone R, Sorrentino R. Digitally Oriented Materials: Focus on Lithium Disilicate Ceramics. *International Journal of Dentistry*. 2016(1):1-10. doi:10.1155/2016/9840594
9. Forster A, Ungvari K, Gyorgyey A, Kukovecz A, Turzo K, Nagy K. Human epithelial tissue culture study on restorative materials. *J Dent*. 2014;42(1):7-14. doi: 10.1016/j.jdent.2013.11.008.

Успешно проведен конечно-элементный анализ резцовой эндокоронки на основе оксида алюминия и дисиликата лития. На основании полученных результатов эндокоронка может рассматриваться как эстетический и клинически осуществимый восстановительный подход для эндодонтического лечения центральных резцов.

12. Nelson SJ, Ash M. Wheeler's dental anatomy, physiology. Saunders. An imprint of Elsevier Inc. 2010: 401.
13. Денисова ВЮ, Рыжова ИП, Гонтарев СН, Гонтарева ИС, Денисов ММ, Саливончик МС. Результаты использования метода конечных элементов в конструировании ортодонтических аппаратов из термопластических полимеров. *Известия Юго-Западного государственного университета*. 2015;3 (16):92-97.
14. Муслев СА, Зайцева НВ, Арутюнов СД. Коэффициент Пуассона эмали, дентина и стоматологических реставрационных материалов. *Эндодонтия today*. 2018;16(4):46-49. doi: 10.25636/PMP.2.2018.4.10
15. Zarone F, Sorrentino R, Apicella D, Valentino B, Ferrari M, Aversa R. et al. Evaluation of the biomechanical behavior of maxillary central incisors restored by means of endocrowns compared to a natural tooth: A 3D static linear finite elements analysis. *Dental Materials*. 2006;22(11):1035-1044. doi: 10.1016/j.dental.2005.11.034
16. Bankoğlu Güngör M, Turhan Bal B, Yilmaz H, Aydın C, Karakoca Nemli S. Fracture strength of CAD/CAM fabricated lithium disilicate and resin nano ceramic restorations used for endodontically treated teeth. *Dental Materials Journal*. 2017;36 (2):135-141. doi: 10.4012/dmj.2016-017
17. Jindal S, Jindal R, Mahajan S, Dua R, Jain N, Sharma S. In vitro evaluation of the effect of post system and length on the fracture resistance of endodontically treated human anterior teeth. *Clin Oral Invest*. 2012;16:1627-1633. doi: 10.1007/s00784-012-0673-9
18. Forberger N, Göhring TN. Influence of the type of post and core on in vitro marginal continuity, fracture resistance, and fracture mode of lithium disilicate-based all-ceramic crowns. *The Journal of Prosthetic Dentistry*. 2008;100(4):264-273. doi: 10.1016/S0022-3913(08)60205-X
19. Ramirez-Sebastià A, Bortolotto T, Cattani-Lorente M, Giner L, Roig M, Krejci I. Adhesive restoration of anterior endodontically treated teeth: influence of post length on fracture strength. *Clinical Oral Investigations*. 2014;18:545-554.
20. Sedrez-Porto JA, de Oliveira daRosa WL, Silva AF, Münchow EA, Pereira-Cenci T. Endocrown restorations: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Dentistry*. 2016;52:8-14. doi: 10.1016/j.jdent.2016.07.005

10. Zholudev D.S. Ceramic materials in prosthetic dentistry. Ceramic based on aluminum oxide (review). *Problems of dentistry*. 2012;6:8-14.
11. Dejak B, Mlotkowski A. Strength comparison of anterior teeth restored with ceramic endocrowns vs custommade post and cores. *J Prosthodont Res*. 2017;62(2):1-7. doi: 10.1016/j.jpor.2017.08.005
12. Nelson SJ, Ash M. Wheeler's dental anatomy, physiology. Saunders. An imprint of Elsevier Inc. 2010: 401.
13. Denisova V.Yu., Ryzhova I.P., Gontarev S.N., Gontareva I.S., Denisov M.M., Salivonchik M.S. The results of the use of the finite element method in the design of orthodontic appliances made of thermoplastic polymers. *Proceedings of the Southwestern State University*. 2015;3 (16):92-97. (In Russ.)
14. Muslov SA, Zaitseva NV, Arutyunov SD. The Poisson's Ratio of enamel, dentin and dental restoration materials. *Endodontics Today*. 2018;16(4):46-49. (In Russ.) doi: 10.25636/PMP.2.2018.4.10
15. Zarone F, Sorrentino R, Apicella D, Valentino B, Ferrari M, Aversa R. et al. Evaluation of the biomechanical behavior of maxillary central incisors restored by means of endocrowns compared to a natural tooth: A 3D static linear finite elements analysis. *Dental Materials*. 2006;22(11):1035-1044. doi: 10.1016/j.dental.2005.11.034
16. Bankoğlu Güngör M, Turhan Bal B, Yilmaz H, Aydın C, Karakoca Nemli S. Fracture strength of CAD/CAM fabricated lithium disilicate and resin nano ceramic restorations used for endodontically treated teeth. *Dental Materials Journal*. 2017;36 (2):135-141. doi: 10.4012/dmj.2016-017
17. Jindal S, Jindal R, Mahajan S, Dua R, Jain N, Sharma S. In vitro evaluation of the effect of post system and length on the fracture resistance of endodontically treated human anterior teeth. *Clin Oral Invest*. 2012;16:1627-1633. doi: 10.1007/s00784-012-0673-9
18. Forberger N, Göhring TN. Influence of the type of post and core on in vitro marginal continuity, fracture resistance, and fracture mode

of lithia disilicate-based all-ceramic crowns. The Journal of Prosthetic Dentistry. 2008;100(4):264-273. doi: 10.1016/S0022-3913(08)60205-X

19. Ramírez-Sebastià A, Bortolotto T, Cattani-Lorente M, Giner L, Roig M, Krejci I. Adhesive restoration of anterior endodontically treated teeth: influence of post length on fracture strength. Clinical Oral Investigations. 2014;18:545–554.

20. Sedrez-Porto JA, de Oliveira daRosa WL, Silva AF, Münchow EA, Pereira-Cenci T. Endocrown restorations: A systematic review and meta-analysis. Journal of Dentistry. 2016;52:8-14. doi: 10.1016/j.jdent.2016.07.005.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ:

Усубова Н.Р. – Докторант кафедры ортопедическая стоматология ORCID: 0000-0003-2939-187X.

Азербайджанский Медицинский Университет, 370022, Азербайджан, г. Баку ул. Бакиханова, д. 23.

AUTHOR INFORMATION:

Narmina R. Usubova – Doctoral student of the Department of Prosthodontic Dentistry ORCID: 0000-0003-2939-187X.

Azerbaijan Medical University, 23, Bakikhanov Street, Baku, 370022, Azerbaijan.

ВКЛАД АВТОРОВ:

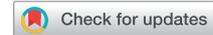
Усубова Н.Р. – существенный вклад в замысел и дизайн исследования; сбор данных или анализ и интерпретацию данных; подготовка статьи или ее критический пересмотр в части значимого интеллектуального содержания; окончательное одобрение варианта статьи для опубликования.

AUTHOR'S CONTRIBUTION:

Narmina R. Usubova – has made a substantial contribution to the concept or design of the article; the acquisition, analysis, or interpretation of data for the article; drafted the article or revised it critically for important intellectual content; approved the version to be published.

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

Усубова Н.Р. / *Narmina R. Usubova*, E-mail: zbn70@mail.ru



Using solvents for dissolving guttapercha: A systematic review

Zurab S. Khabadze, Daria A. Nazarova, Farukh R. Ismailov, Alexandra P. Kotelnikova, Ekaterina S. Shilyaeva
RUDN University, Moscow, Russia.

Abstract:

Aim. To assess systematically the available scientific evidence about the efficiency and the adverse effects of different solvents dissolving guttapercha.

Materials and methods. The study of publications was produced in the electronic databases such as Google Scholar, PubMed during a systematic review of the literature. Included articles contain information about using solvents during endodontic retreatment and their effectiveness and side effects. The publication date criterion was selected from January 2006 to January 2021.

Results. 66 articles were viewed during the review. After analyzing the literature for inclusion criteria, the total number of publications has become 13.

Conclusions. According to literature data, the frequency of using essential oils (orange oil, grapefruit oil, eucalyptus oil) to dissolve guttapercha in endodontic practice is increasing due to better biocompatibility and lack of cytotoxicity and carcinogenic effects.

Keywords: solvents, endodontic retreatment, dissolving gutta-percha.

Received: 23.12.2021; **revised:** 02.02.2022; **accepted:** 13.02.2022.

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

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

For citation: Zurab S. Khabadze, Farukh R. Ismailov, Daria A. Nazarova, Alexandra Kotelnikova, Ekaterina Shilyaeva. Using solvents for dissolving guttapercha: A systematic review. *Endodontics today*. 2022; 20(1):42-46. DOI: 10.36377/1726-7242-2022-20-1-42-46.

INTRODUCTION

A certain number of cases do not respond to primary endodontic treatment for many reasons, which makes retreatment necessary. It requires a complete and high-quality removal of the filling material, since a failed root canal treatment will lead to the addition of a bacterial infection and subsequent complications.

Guttapercha is the most common material for high-quality root canal filling [13]. Its removal can be done with chemicals called solvents. However, their use is optional, which makes it possible not to use solvents. Studies have shown that the use of guttapercha solvents not only accelerates the endodontic retreatment process, but also improves the quality of the root canal treatment [33].

Solvents differ from each other in chemical composition, time of achieving their effect, effectiveness, toxic effect on periapical tissues, presence or absence of carcinogenic and hepatotoxic effects.

The purpose of this review article is to analyze the effectiveness and presence of toxic effects when using solvents to dissolve guttapercha.

MATERIALS AND METHODS

This systematic literature review follows Prisma guidelines.

Eligibility Criteria

Publications that met the following selection criteria were included:

1. Publication year isn't earlier than 2006
2. Availability of studies proving the properties of each selected guttapercha solvent
3. Figuring the topic of the effectiveness of using various solvents for retreatment, as well as their side effects on periapical tissues and internal organs, the presence of studies.

The review didn't include publications, the title and abstract of which did not meet at least one of the presented inclusion criteria.

Information Sources

Up-to-date information in Russian and English from Google Scholar, PubMed electronic databases has been studied.

Search and Selection of Studies

A search in Russian and English with no time limit was performed by one person. Search terms included "retreatment", "solvents", "dissolving gutta-percha", "gutta-percha removal". The studies were filtered and selected in several stages. Firstly, they were evaluated by titles. Secondly, individual documents at the first stage were additionally assessed by reading the abstracts and full-text articles. The first selection criterion was the selection of publications whose titles included at least one search term. Further, publications which are dated earlier than 2006 were excluded. At the last stage, the content of the full-text versions of the selected articles was examined (Figure 1).

Risk of Bias Assessment

Cochrane Collaboration data were used to assess the risk of bias, with tests performed at each of the selection stages, according to Higgins et al [42]. The levels of bias were classified as follows: low risk, if all the criteria were met; moderate risk, when only one criterion was missing; high risk, if two or more criteria were missing; and unclear risk, if there were very few details to make a judgement about a certain risk assessment.

RESULTS

66 articles were reviewed, of which 29 were from the PubMed database, 37 were from Google Scholar. After the selection according to the exclusion criteria, the total number

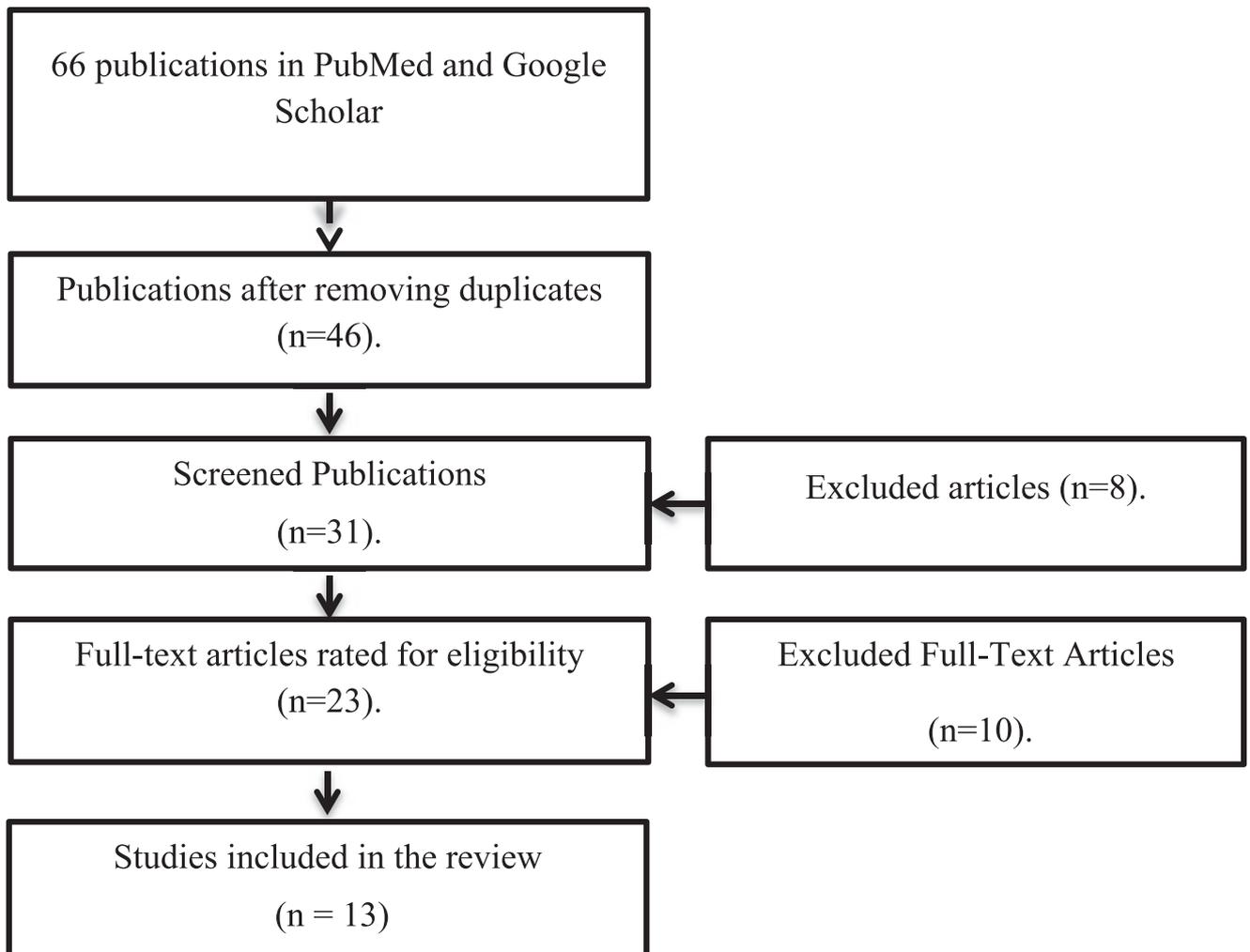


Fig. 1. Article selection process.

of articles was 13. In the selected articles, the relevant data on the effectiveness and side effects of solvents in retreatment were analyzed (Table 1).

DISCUSSION

Guttapercha is one of the most used materials for high-quality root canal filling. The dissolution of the guttapercha for the retreatment can be with or without solvents. Over time, the choice of solvents has changed towards other chemicals due to their better biocompatibility [24]. An ideal endodontic solvent requires the following properties: high dissolving effect, low surface tension, low cytotoxicity, no carcinogenic effects, ease of use, fast action and long service life [23].

Let's consider in more details the properties of various solvents, such as carcinogenicity, cytotoxicity, the ability to dissolve guttapercha and the effect on periapical tissues.

Turpentine

The average percentage of weight loss in guttapercha after 10 minutes was 25.86 ± 0.89 [40].

After 14 days of using turpentine, periodontal tissues are edematous and inflamed in some places, the epithelium is swollen and inflamed. There is damage to the terminal plate of the periodontium, inhibition of the cells of the interstitial substance, the own ligament is vocalized and, in some places, destroyed. The vessels are sharply dilated. The bone tissue of the alveolar process at the site of turpentine injection is loosened and contains the remains of the substance, with the formation of cavities. After one month of using turpentine,

morphological changes are still visible in all periodontal tissues. There is an increase in the number of vessels near the ligamentous apparatus and the appearance of lumps of destructive material of cells and tissues with a brownish color. Young bone tissue without osteocytes with signs of destruction. The ligamentous apparatus is disorganized. The most characteristic changes in the periodontal tissues were found within two months after using turpentine. In the zone of turpentine action on the alveolar bone, there is a frequent appearance of zones of old bone, without remodeling and weak work of osteoclasts for its elimination [10]. Bone lacunas are without cells – osteocytes. Bone beams are wide and dense. The adjacent area around the old bone contains little newly formed new bone. Destruction of the bone alveolar bone was found on most preparations – areas of cancellous bone without osteocytes and with a poorly developed osteoid [5].

Thus, turpentine has a local toxic effect on the surrounding tissues. This effect is due to the fact that turpentine oil, being an organic solvent, has a negative effect on the lipid component of cells and interstitial tissue [5], but has no carcinogenic effect.

Eucalyptus oil

The efficiency is lower compared to chloroform because eucalyptus oil cannot be heated in the root canal. If the temperature of this solvent is raised to 37 degrees, its permeability increases [14, 25].

After a day of using eucalyptus oil, there are signs of inflammation in the periodontium without destructive changes in the bone. After 14 days of using eucalyptus oil there are zones of the ligamentous apparatus, in which the vessels are normally developed, fibrous or other changes identified are absent. The ligament of the tooth is unchanged, without disorganization, with densely packed fibers [10]. One month later, in the area of exposure to eucalyptus oil, it was found that in the area of the alveolar bone there is an active restoration of partially damaged bone tissue, the processes of closing a partial defect are underway, and young osteoid tissue with well-developed vessels is being formed. The old bone is gradually removed. Two months after exposure to eucalyptus oil on the periodontal tissues, it was found that all tissues adjacent to the tooth were practically normal, without fibrotic changes and inflammation. There are no changes found for this observation period under the action of turpentine [5].

The average percentage of weight loss in gutta-percha after 10 minutes was 18.27 ± 0.85 [40]. The surface tension coefficient $\sigma = 49.9 \text{ J / m}^2$ [41].

Eucalyptus oil has a positive antiseptic anti-inflammatory effect on periodontal tissue [24]. Thus, eucalyptus oil is safe to use to dissolve gutta-percha. Eucalyptol achieves the best effect when used on thermoplastic gutta-percha [3] in the apical third of the canal [34].

Chloroform

The average percentage of weight reduction in guttapercha after 10 minutes was 38.87 ± 0.73 [40], which shows the maximum efficiency in dissolving guttapercha among other solvents.

Cofferdam (latex or non-latex) dissolves on contact with chloroform, which creates a number of inconveniences in the work [6]. Chloroform acts on the chemical composition of dentin, changing the content of calcium and phosphorus, and adversely affects the bond strength during stretching of adhesive systems [25]. Nevertheless, chloroform has the most undesirable effects on periapical tissues, and it is also a carcinogenic and neurotoxic substance [26]. Chloroform is classified as a Group 2B carcinogen by the International Agency for Research on Cancer [27, 28].

Xylene

The average percentage of weight loss in gutta-percha after 10 minutes was 28.30 ± 0.97 [40]. One of the most effective solvents for gutta-percha [13]. It dissolves gutta-percha more slowly [36] than chloroform, allowing for better control and removal of the softened gutta-percha.

Has a potentially irritating effect on periapical tissues [3] but does not have a carcinogenic effect [39].

Orange oil

The beginning of softening after 30 seconds, after 60 seconds there is a slight softening of gutta-percha [41]. One of the most effective solvents of gutta-percha in two-thirds of the canal [34]. It is more biocompatible and less cytotoxic than xylene and chloroform [27]. Orange oil achieves the best effect when used on thermoplastic gutta-percha [3]. Orange oil does not affect the tensile bond strength of adhesive systems [25].

The frequency of use of orange oil is increasing in endodontic practice due to its proven safety, biocompatibility and lack of carcinogenic effect [25] and toxic effect on periapical tissues.

Halothane

An alternative to chloroform, is not used because of the potential side effect – idiosyncratic liver necrosis [12], as well as toxicity and carcinogenicity.

Tetrachlorethylene

Tetrachlorethylene showed the lowest average penetration time compared to other solvents [36], which means that tetrachlorethylene has a strong dissolving effect for guttapercha.

It is considered a safe alternative to chloroform compared to halothane. Tetrachlorethylene is the main substance of Endosolv-E (Septodont, Paris, France) [2], which is used to dissolve guttapercha. However, little is known about its effectiveness compared to other solvents. Tetrachlorethylene is not hepatotoxic [12].

Peppermint oil

The average percentage of weight loss in gutta-percha after 10 minutes was 1.76 ± 0.76 [40]. This shows the low capacity of peppermint oil to dissolve the guttapercha mass.

Table 1. ??????

Author	Publication year	Materials	Number	Solvent
Miriam F. Z. S. et al [7]	2008	Ex vivo, Human maxillary canines	40	Chloroform, orange oil, eucalyptol oil
Karina R.S. et al [8]	2019	Human maxillary premolars	40	Chloroform, orange oil, eucalyptol oil
Mona D. et al [17]	2019	In vitro, human maxillary central incisors	30	Chloroform, tetrachloroethylene
Professor CP Owen [20]	2014	GP cones	81	Eucalyptol oil, xylene
Sadashiv G.D. et al [21]	2019	In vitro, GP cones	70	Peppermint oil, castor oil
Kelly C.S. de O. et al [22]	2017	In vitro, GP cones	30	Xylol, eucalyptol, citrol, orange oil
Alberto D. et al [23]	2017	In vitro, GP cones	50	Chloroform, orange oil, a mixture of D-limonene and 1,2-dichloropropane, a mixture D-limonene and turpentine
Zohreh K. et al [32]	2013	In vitro, human mandibular premolars	60	Chloroform
Zivile G. et al [34]	2018	In vitro, human mandibular incisors	40	Orange oil, eucalyptol oil,
Farid G. N. [36]	2013	Human teeth	12	Eucalyptol oil
MH Yosefi Dr [37]	2015	In vitro, human anterior teeth	50	Chloroform, carvene
Atul J et al [39]	2017	In vitro, GP cones	30	Orange oil, xylene
Kumar A et al [40]	2017	In vitro, GP cones	N	Chloroform, rectified white turpentine oil, eucalyptol oil, peppermint oil

The beginning of softening of gutta-percha after 50 seconds, after 60 seconds, slight softening is noted [41].

Grapefruit oil

The beginning of dissolution after 10 seconds, after 60 seconds, complete dissolution of the gutta-percha is noted. Grapefruit oil is the most effective solvent for dissolving gutta-percha in hard-to-reach dental tubules. This is due to the lowest surface tension coefficient of grapefruit oil $\sigma = 26.039 \text{ J / m}^2$, in comparison with other essential oils.

When penetrating into hard-to-reach places, grapefruit essential oil is better than other solvents washed out of them, since it has the best wettability for irrigation solutions, since the wettability of the gutta-percha solvent depends not only on the surface tension of the irrigation solution, but also on the surface tension of the solvent itself.

When using grapefruit oil as a solvent for guttapercha, the percentage of developing an infectious inflammatory process in dentin is reduced. This is due to the increased leachability of the remnants of grapefruit oil and the filling material dissolved by it from the dental tubules [41].

Clove oil

The beginning of softening after 40 seconds, after 60 seconds, partial softening of the gutta-percha mass is noted. The surface tension coefficient $\sigma = 31.58 \text{ J / m}^2$ [41].

There are methods of dissolving guttapercha without solvents, but there are proven studies confirming good effectiveness when using them.

An example is the use of MtwoR and ProTaper in combination with and without a solvent:

1. When working inside the canal using MtwoR without the use of solvents, the mineral component of dentin in the form of hydroxyapatite drusen is visible. The "smear layer" is also clearly visible on the longitudinal sections of the canal.

When working inside the canal with MtwoR using guttapercha solvents, virtually no "smear layer" is detected,

REFERENCES:

1. Fábio de A. G., Ana P. B. D., Rodrigo A. N., Anna L. N. F., Claudio M.-F., Humberto R. M. de M., Taffarel C. N. Efficacy of gutta-percha solvents used in endodontic retreatments. *RSBO*. 2013; 10(4):356-361.
2. Faria-JUNIOR, Norberto B. de et al. Effectiveness of three solvents and two associations of solvents on gutta-percha and resilon. *Braz. Dent. J.* 2011, vol.22, n.1, pp.41-44
3. Tanomaru-Filho M, Orlando Td, Bortoluzzi EA, Silva GF, Tanomaru JM. Solvent capacity of different substances on gutta-percha and Resilon. *Braz Dent J.* 2010 Jan;21(1):46-9.
4. K Rehman, FR Khan, N Aman. Comparison of orange oil and chloroform as gutta-percha solvents in endodontic retreatment. *The journal of contemporary dental practice.* 2013, 14(3):478-82
5. Kleshchenko A.V., Zyuzina T.V., Butenko I.V. Morphological changes in periodontal tissue under the influence of solvents during repeated endodontic treatment. *Endodontics TODAY.* 2011; 27-29.
6. Kleshchenko A.V., Zyuzina T.V., Zvonnikova L.V., Butenko I.V., Ilyukhin I.A. Evaluation of the effectiveness of using a solvent for gutta-percha root fillings. *Endodontics TODAY.* 2011; 33-36
7. Miriam F. Z. S., Jeffrey M. C., Pantaleo S. Comparative sem evaluation of three solvents used in endodontic retreatment: an ex vivo study. *Journal of applied oral science: revista FOB.* 2008; 16(1):24-9
8. Karina R. S., Roberta F. de C., et al. Cleaning Ability of Irrigants and Orange Oil Solvent Combination in the Removal of Root Canal Filling Materials. *Eur Endod J.* 2019; 4(1):33-37
9. Kukushkin V.L., Kukushkina E.A., Smirnikskaya M.V., Sandakova D.T.S., Lhasaranova I.B. Failures of endodontic treatment. The concept of a retreat. *Topical issues of dentistry and maxillofacial surgery.* 2017; 58-61.
10. Kleshchenko A.V. Improvement of the technique of sealing root canals of teeth obturated with gutta-percha. 2011 (In Russ.)
11. Marcelo P., Manoel D. Sousa-Neto, Fuad J. abi R.-J., Mariana C. de A.A., Edson A., Carlos E. S.M., Yara T.C.S.-S. Influence of solvents on

although sometimes a mineral amorphous structure or small crystals can be observed on the canal surface. At the same time, the dentinal tubules do not contain filling material either in the depth or in the orifices [30].

2. When using solvent with ProTaper, the time for endodontic retreatment is reduced. The heat generated by the rotating instruments helps the solvent to plasticize the guttapercha and facilitates the penetration of the rotating instruments into the guttapercha mass [31].

CONCLUSIONS

The use of solvents statistically significantly facilitates the removal of the filling material in the root canal during endodontic retreatment. Especially, many studies have proven their effectiveness in dissolving guttapercha.

Over time, the choice of solvents has changed due to the research and the results obtained. Previously, chloroform was used due to the high dissolution efficiency of guttapercha and the short time required performing this procedure, but due to its proven cytotoxicity and carcinogenic effect, chloroform is no longer a safe solvent. For its alternative, various solvents of guttapercha were investigated, such as halothane, xylene, purified turpentine oil. However, due to the toxic effect on the periapical tissues, as well as the hepatotoxic effect, these solvents are not used.

Safe alternatives to chloroform are orange, grapefruit and eucalyptus oils, which are essential oils. They have no toxic, carcinogenic and hepatotoxic effects. A positive property of orange oil is its biocompatibility, eucalyptus oil has a positive antiseptic anti-inflammatory effect on periodontal tissue, but it must be heated to 37 degrees to increase permeability. Grapefruit oil penetrates into hard-to-reach places and is also well washed out of them.

The high efficiency of the use of rotating instruments with the use of solvents for endodontic retreatment has been proven.

the bond strength of resin sealer to intraradicular dentin after retreatment. *Oral res.* 2017;31.

12. Mubashir M. et al. Dissolving efficacy of different organic solvents on gutta-percha and resilon root canal obturating materials at different immersion time intervals. *J Conserv Dent.* 2012; 15(2): 141-5

13. Julia E. J., Josué M., Luiz F. M. S., Francisco A. B. D. Use of organic solvents in endodontics: a review. *Clin. Pesq. Odontol., Curitiba.* 2006; 5/5(2): 393-399.

14. Vijetha V., H. Murali Rao. Gutta-percha in endodontics – A comprehensive review of material science. *J Conserv Dent.* 2019 May-Jun; 22(3): 216–222.

15. Andread B., Jacob S. Softening Efficacy of Various Solvents on Gutta-percha and Root Canal Sealer. 2016

16. Gaurav K., Rajesh P., Shishir S., Shifali D., Ruchet P., Shashank B. Comparative evaluation of dissolution of a new resin-coated Gutta-percha, by three naturally available solvents. *Endodontology.* 2016, 28(2):143

17. Mona D., Pardeep M., Shikha B.B., Prashant M., Nitika B., Fatinderjeet S. Comparative evaluation of removal of gutta-percha from root canals with laser using different solvents: An in vitro study. *Endodontology.* 2019, 31(1):51

18. Sezer D., Kanşad P., Hüseyin S. T., Muhammed Ç., Gamze T., Ebru Nur U. Effect of different gutta-percha solvents on the microtensile bond strength of various adhesive systems to pulp chamber dentin. *Clinical Oral Investigations.* 2017; 21(2)

19. Dr. Firas I. Hani Ismael, B.D.S., M.Sc. A comparative study to evaluate the efficiency of two different chemical solvents used in softening guttapercha. 2009

20. Professor CP Owen. Hardness and penetration of gutta percha when exposed to two endodontic solvents. 2014

21. Sadashiv G.D., Kalyani S.K., Kalpana S.P., Kapii W., Trupti V. T., Chaitali R. M. Comparative Evaluation of Efficacy of Three Natural Oils as Gutta-percha Solvents: In Vitro Study. 2019
22. Kelly C.S. de O., Flávia S.F.T., Monique M., Marilisa C.L.G., Sérgio H.M., Maria I.A.F. In vitro evaluation of gutta-percha dissolution ability of different solvents. 2017
23. Alberto D., Maria M., Riccardo B., Marco C., Claudio P., Marco C. Gutta-Percha Solvents Alternative to Chloroform: An In Vitro Comparative Evaluation. 2017
24. Bianca S.M., Julia E.J., Rafael G.L., Josué M., Francisco A.B. Del P. Dissolving efficacy of some organic solvents on gutta-percha. Braz Oral Res. Oct-Dec 2007;21(4):303-7
25. Orlando A.G., Gustavo S.C., Ana H.G.A., Alvaro H.B., Cyntia R.A. E., Carlos J. S., Carlos E. Effect of gutta-percha solvents on fiberglass post bond strength to root canal dentin. J Oral Sci. 2014 ;56(2):105-12
26. Mr Azar , L. Khojastehpour, N. Iranpour. A comparison of the effectiveness of chloroform in dissolving resilon and gutta-percha. J Dent (Tehran). 2011;8(1):19-24
27. Sedigheh K. , Alaleh H. , Fatemeh D. , Mohammad J.K. Effect of chloroform, eucalyptol and orange oil solvents on the microhardness of human root dentin. J Dent (Tehran). 2015;12(1):25-30
28. Nahid M. A. , Ladan B. M. , Mahta F.. Tissue Necrosis due to Chloroform: A Case Report. Iran Endod J Fall. 2013;8(4):208-9
29. Savchenko M.A., Kuzmina E.A., Poklad S.V., Gapochkina L.L., Kopytov A.A., Hovhannisyanyan A.A., Tsymbalistov A.V., Borozentseva V.A. Dental composition and method of its application. 2019 (In Russ.)
30. [Dmitrieva L.A., Zyuzina T.V., Butenko I.V. Morphological study of dentin in the root cavity of the tooth during repeated endodontic treatment. Endodontics TODAY. 2011; 23-26.
31. M. Sita Ram K., Girija S. Sajjan, Kalyan S., K. Madhu V. A comparative evaluation of efficacy of protaper universal rotary retreatment system for gutta-percha removal with or without a solvent. Contemp Clin Dent. 2012 Sep; 3(Suppl 2): 160–163
32. Zohreh K., Mehdi V., Bahareh D., Pouneh M., Hamid R. N. In Vitro Comparison of Gutta-Percha Removal with H-File and ProTaper with or without Chloroform. Iran Endod J. 2013 Winter; 8(1): 6–9.
33. Virdee SS, Thomas MB. A practitioner's guide to gutta-percha removal during endodontic retreatment. Br Dent J. 2017 Feb 24;222(4):251-257.
34. Mushtaq M, Masoodi A, Farooq R, Yaqoob Khan F. The dissolving ability of different organic solvents on three different root canal sealers: in vitro study. Iran Endod J. 2012 Fall;7(4):198-202.
35. Marius B., Luminita-Maria N., Adrian M., Ecaterina V.G., Oana V., Daniela M.P., Ioana D.B., Laura E.C. Efficiency of Eucalyptol as Organic Solvent in Removal of Gutta-percha from Root Canal Fillings. REV. CHIM. (Bucharest). 2015;66:6.
36. Mushtaq M, Farooq R, Ibrahim M, Khan FY. Dissolving efficacy of different organic solvents on gutta-percha and resilon root canal obturating materials at different immersion time intervals. J Conserv Dent. 2012 Apr;15(2):141-5.
37. MH Yosefi Dr, M. Mirfakhraei Manager, F.Gholamzad. In Vitro Comparison of the Effectiveness of Chloroform and Carvene Chemical Solvents in Retreatment of Root Canals Filled with Gutta-percha. Yazd Journal of Dental Research. 2015, 4(1): 433-442
38. Pradnya N., Ramakant T., Manoj C. Solvency Capacity of Gutta Percha Using Chloroform and Eucalyptol: A Scanning Electron Microscopic Study. Journal of Dental and Medical Sciences. 2014; 13 (10).
39. Atul J., Bharat Ch., Nakul P., Kanchan B., Arvind M.S. In-vitro Comparison of Dissolution Efficacy of Refined Orange oil over Xylene on Various Forms of Gutta Percha. Journal of Dental and Medical Sciences. 2017; 16 (4)
40. Kumar A., Pandey K.R., Mishra A. A comparative evaluation of efficacy of chloroform, xylene, rectified white turpentine oil, eucalyptus oil and peppermint oil as Gutta-Percha solvent: An in vitro study. Rama Univ J Dent Sci. 2017;4(1):6-9.
41. Khabadze Z.S., Daurova F.Y., Ismailov F.R. Method of repeated endodontic treatment. 2017
42. Higgins J.P.T, Altman D.G., Gotzsche P.C., Juni P., Moher D., Oxman A.D., Savovic J., Schulz K.F., Weeks L., Sterne J.A. The Cochrane Collaboration's tool for assessing risk of bias in randomised trials. BMJ. 2011;343:d5928.

AUTHOR INFORMATION:

Zurab S. Khabadze – Associate Professor of the Department of Therapeutic Dentistry, ORCID ID: 0000-0002-7257-5503.

Farukh R. Ismailov – postgraduate student of the Department of Therapeutic Dentistry, ORCID ID: 0000-0001-9133-7896.

Daria A. Nazarova – student, ORCID ID: 0000-0002-1508-1080.

Alexandra P. Kotelnikova – student, ORCID ID: 0000-0001-6359-4561.

Ekaterina S. Shilyaeva – student, ORCID ID: 0000-0003-1136-1795.

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

AUTHOR'S CONTRIBUTION:

Zurab S. Khabadze – drafted the article or revised it critically for important intellectual content; approved the version to be published.

Farukh R. Ismailov – the acquisition, analysis, or interpretation of data for the article.

Daria A. Nazarova – the acquisition, analysis, or interpretation of data for the article.

Alexandra P. Kotelnikova – the acquisition, analysis, or interpretation of data for the article.

Ekaterina S. Shilyaeva – the acquisition, analysis, or interpretation of data for the article.

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

Farukh R. Ismailov, Email: ifarukh@list.ru.

Клиническая прямая реставрация жевательных зубов в эстетико-функциональном аспекте

© Митронин А.В., Останина Д.А., Эшназаров Х.Н.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный медико-стоматологический университет имени А.И. Евдокимова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Москва, Россия

Резюме:

Прямая реставрация является одним из самых распространенных методов реабилитации дефектов твердых тканей зубов. Композитные реставрации с использованием новых нанокерамических материалов являются альтернативой традиционному ортопедическому лечению ввиду растущего спроса на минимально-инвазивные технологии, поскольку коронки или другие ортопедические конструкции подразумевают значительную потерю структуры зуба с макромеханической и более инвазивной подготовкой тканей. В данной статье представлен клинический случай лечения кариеса зубов 3.6, 3.7 методом прямой композитной реставрации с эстетико-функциональной реабилитацией контактных пунктов.

Ключевые слова: эстетическая стоматология, прямая композитная реставрация, восстановление контактного пункта.

Статья поступила: 27.12.2021; **исправлена:** 08.02.2022; **принята:** 17.02.2022.

Конфликт интересов: Митронин А.В. является главным редактором журнала, 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., Эшназаров Х.Н. Клиническая прямая реставрация жевательных зубов в эстетико-функциональном аспекте. *Эндодонтия today*. 2022; 20(1):47-50. DOI: 10.36377/1726-7242-2022-20-1-47-50.

Clinical direct posterior restoration in aesthetic and functional aspect

© Alexander V. Mitronin, Diana A. Ostanina, Khisrav N. Eshnazarov

Federal State Budgetary Educational Institution of the Higher Education "Yevdokimov Moscow State University of Medicine and Dentistry" of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation, Moscow, Russia

Abstract:

Direct restoration is one of the most common methods of rehabilitation of defects in teeth hard tissues. Composite nano-ceramic restorations are an alternative to traditional prosthetic treatment in view of the growing demand for minimally invasive technologies, since crowns or other prosthetic restorations imply a significant loss of tooth structure with macro-mechanical and more invasive preparation of the dental tissues. This article represents a clinical case of direct composite restoration in carious teeth 3.6,3.7 with aesthetic and functional rehabilitation of contact points.

Keywords: aesthetic dentistry, direct composite restoration, contact point reconstruction.

Received: 27.12.2021; **revised:** 08.02.2022; **accepted:** 17.02.2021.

Conflict of interests: Alexander V. Mitronin is the editor-in-chief of the journal, 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, Diana A. Ostanina, Khisrav N. Eshnazarov. Clinical direct positional restoration in aesthetic and functional aspect. *Endodontics today*. 2022; 20(1):47-50. DOI: 10.36377/1726-7242-2022-20-1-47-50.

ВВЕДЕНИЕ

Дефекты твердых тканей зубов могут возникать вследствие отрицательного воздействия ряда факто-

ров [1,2]. Тем не менее, преобладающей причиной поражения зубов является кариес, распространенность которого составляет более 90% среди населения мира



Рис. 1. Клиническая фотография зубов 3.6, 3.7 до лечения.

Fig. 1. Pre-operative picture of teeth 3.6, 3.7.



Рис. 2. Изоляция рабочего поля с помощью системы коффердам.

Fig. 2. Isolation of the operative area using the rubber dam.



Рис. 3. Сепарация контактных пунктов.

Fig. 3. Separation of the contact walls.



Рис. 4. Наложение матричной системы Palodent V3.

Fig. 4. Placement of the matrix system Palodent V3.



Рис. 5. Восстановление аппроксимальных стенок зубов 3.6, 3.7.

Fig. 5. The proximal walls reconstruction in teeth 3.6, 3.7.

в целом [3,4]. Вместе с тем, растущее желание пациентов иметь почти незаметные реставрации не только во фронтальном отделе, но также и на жевательных зубах, способствовали развитию эстетической реставрационной стоматологии [5].

Прямая композитная реставрация жевательных зубов дает возможность воспроизвести утраченные структуры зуба в точном соответствии с естественными оптическими и функциональными характеристиками [6]. Моделирование зубов с целью восстановления их формы и функции требует от исполнителя не только высоких мануальных навыков и сведений об анатомии

зубов, но и предполагает наличие знаний в области формообразования зубочелюстного аппарата, что значительно повышает эффективность проводимой терапии [7]. Правильное создание контактных пунктов и корректная окклюзионная интеграция прямых реставраций являются неотъемлемой частью нормального функционирования зубочелюстной системы [8].

Появление новых гибридных композитных материалов позволило проводить консервативное лечение зубов в минимально-инвазивной технике благодаря их хорошим эстетическим результатам, долговечности, стабильности цвета, биосовместимости и высокой долговечности [9].

Клинический случай

Пациент В., 24 года, обратился в клинику с жалобами на боль при приеме холодных напитков и застревание пищи в области зубов 3.6, 3.7. При объективном обследовании на окклюзионной и аппроксимальных поверхностях зуба 3.6, а также на окклюзионной поверхности зуба 3.7 был выявлен кариес (Рис. 1). Было принято решение восстановить дефекты зубов 3.6, 3.7 методом прямой реставрации с использованием нанокерамического композитного материала Ceram.XSphereTEC (Dentsply Sirona).

Лечение было проведено под местной инфильтрационной анестезией Sol. Articaini 4% – 1,7 ml. Рабочее поле было изолировано с помощью системы коффердам (Рис. 2). Для защиты контактных пунктов зубов 3.6, 3.7 при препарировании были использованы 2 клина с защитой из матричной системы Palodent Plus,



Рис. 6. Восстановление анатомии жевательной поверхности зубов 3.6., 3.7.

Fig. 6. Restoration of the occlusal surfaces in teeth 3.6, 3.7.



Рис. 7. Шлифовка и полировка реставраций.

Fig. 7. Finishing and polishing of restorations.



Рис 8. Окончательный вид прямых эстетических реставраций 3.6, 3.7 спустя 1 неделю.

Fig. 8. Post-operative picture showing the direct aesthetic restorations in teeth 3.6.,3.7 after 1 week.

Dentsply Sirona (Рис. 3). Далее была выполнена некрэктомия, в зубе 3.6 была сформирована полость класса II по Блеку, в зубе 3.7 сформирована полость I класса по Блеку. Пескоструйная обработка полостей зубов 3.6, 3.7 была выполнена с помощью аппарата Rondoflex и порошка оксида алюминия 27 мкр. Твердые ткани зубов протравливали с помощью 37% геля ортофосфорной кислоты. Протравливание дентина производили в течение 15 секунд, эмаль протравливали в течение 30 секунд. Для адгезивной подготовки использовали универсальную адгезивную систему Prime & Bond One ETCH и RINSE (Dentsply Sirona). Для восстановления аппроксимальных стенок зубов 3.6, 3.7 и создания контактных пунктов использовала

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Николаев А.И., Гильмияров Э.М., Митронин А.В., Садовский В.В. Критерии оценки композитных реставраций зубов. Монография. Критерии оценки композитных реставраций зубов. МЕДпрес-информ, 2015.
2. Митронин А.В., Чунихин А.А., Абаев З.М., Басова А.А., Гришин С.Ю., Примерова А.С., Савина Н.П. Применение композитного материала на силановой основе в восстановительной терапии зубов жевательной группы. Cathedra – кафедра. Стоматологическое образование. 2014;49:32-36.
3. Петерсен П.Э., Кузьмина Э.М. Распространенность стоматологических заболеваний. Факторы риска и здоровье полости рта. Основные проблемы общественного здравоохранения. Dental Forum. 2017;1:2-11.

ли матричную систему Palodent V3 (Dentsply Sirona) и композитный материал Ceram.X SphereTEC One A3 (Рис. 4-5). Дентинный этаж был восстановлен текущим композитом SDR (Dentsply Sirona). Восстановление жевательной поверхности зубов 3.6, 3.7 проводили послойным внесением композитного материала Ceram.X SphereTEC One A3, Edthet-X WO и композитных красок (Рис. 6). По завершении восстановления анатомической морфологии зубов 3.6, 3.7 использовали полировочную чашку Enhance с пастой Prisma Gloss extra fine для удаления с поверхности реставраций слоя, ингибированного кислородом. Заключительным этапом эстетической реабилитации зубов 3.6, 3.7 являлись шлифовка и полировка созданных реставраций (Рис 7.). В данном клиническом случае для шлифовки и полировки жевательной поверхности использовались полиры Enhance и Enhance PoGo, для аппроксимальных стенок зубов 3.6, 3.7 – малоабразивные диски и тонкие штрипсы. Окончательный вид эстетических реставраций зубов 3.6, 3.7 через 1 неделю после лечения представлен на рисунке 8.

Обсуждение

Универсальный композит Ceram.X SphereTec (Dentsply Sirona) показал отличные свойства моделировки и полировки, что привело к высокоэстетичному результату. Данный материал имеет 5 оттенков средней прозрачности, что упрощает попадание в цвет при лечении жевательной группы зубов. Нанокерамические композитные материалы обладают хорошими прочностными характеристиками, что позволяет создавать реставрации, идентичные натуральным зубам, и в функциональном аспекте. Использование матричной системы Palodent V3 позволяет быстро и эффективно восстановить контактные пункты между зубами.

4. Askar H., Krois J., Göstemeyer G. et al. Secondary caries: what is it, and how it can be controlled, detected, and managed?. Clin Oral Invest. 2020;24:1869–1876. <https://doi.org/10.1007/s00784-020-03268-7>
5. Mitronin A.V., Grishin S.Yu., Ostanina D.A. The reliability of assessing the quality of aesthetic dental restoration: an objective or subjective approach. Endodontics today. 2018;4:40-45.
6. Vanini, L. Light and color in anterior composite restorations. Pract. Periodontics Aesthetic Dent. 1996;8:684.
7. Rondoni D. The course of time in dental morphology. Int Dent S Afr Australas Ed 2006; 1(2): 76–81.
8. Mitronin A., Ostanina D., Ruzina A., Khvorostenko O. Aesthetic rehabilitation of posterior teeth with direct composite restorations

(a case report). Endodontics today. 2021;19(3):188-189. <https://doi.org/10.36377/1726-7242-2021-19-3-188-189>

9. Патрушева М.С., Михальченко А.В., Михальченко В.Ф. Клиническая оценка эффективности реставрации жевательной группы

зубов различными видами нанокомпозитов. Волгоградский научно-медицинский журнал. 2021;2:42-47.

REFERENCES:

1. Nikolaev A.I., Gilmiyarov E.M., Mitronin A.V., Sadovsky V.V. Evaluation criteria for composite dental restorations. Monograph. Evaluation criteria for composite dental restorations. MEDpress- inform, 2015.

2. Mitronin A.V., Chunikhin A.A., Abaev Z.M., Basova A.A., Grishin S.Yu., Primerova A.S., Savina N.P. The use of a silorane-based composite material in the restorative therapy of chewing teeth. Cathedra – Cathedra. Dental education. 2014;49:32-36.

3. Petersen P.E., Kuzmina E.M. The prevalence of dental diseases. Risk factors and oral health. Major public health issues. Dental forum. 2017;1:2-11.

4. Askar H., Krois J., Göstemeyer G. et al. Secondary caries: what is it, and how it can be controlled, detected, and managed?. Clin Oral Invest. 2020;24:1869–1876. <https://doi.org/10.1007/s00784-020-03268-7>.

5. Mitronin A.V., Grishin S.Yu., Ostanina D.A. The reliability of assessing the quality of aesthetic dental restoration: an objective or subjective approach. Endodontics today. 2018;4:40-45.

6. Vanini, L. Light and color in anterior composite restorations. Pract. Periodontics Aesthetic Dent. 1996;8:684.

7. Rondoni D. The course of time in dental morphology. Int Dent S Afr Australas Ed 2006; 1(2): 76-81.

8. Mitronin A., Ostanina D., Ruzina A., Khvorostenko O. Aesthetic rehabilitation of posterior teeth with direct composite restorations (a case report). Endodontics today. 2021;19(3):188-189. <https://doi.org/10.36377/1726-7242-2021-19-3-188-189>

9. Patrusheva M.S., Mikhailchenko A.V., Mikhailchenko V.F. Clinical efficacy assessment of masticatory teeth restoration with the use of different nanocomposite types. Volgograd Scientific Medical Journal. 2021;2:42-47.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ:

Митронин А.В. – профессор, доктор медицинских наук, декан стоматологического факультета МГМСУ, заведующий кафедрой, заслуженный врач РФ, ORCID ID: 0000-0002-3561-6222.

Останина Д.А. – к.м.н., ассистент, ORCID ID: 0000-0002-5035-5235.

Эшназаров Х.Н. – призер всероссийского этапа Международного конкурса клинических случаев GCCC 2021, студент.

Кафедра 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.

AUTHOR INFORMATION:

Alexander V. Mitronin – professor, Doctor of Medical Sciences, Dean of the Faculty of Dentistry, Head of the Department, Honored Doctor of Russian Federation, ORCID ID: 0000-0002-3561-6222.

Diana A. Ostanina – assistant, ORCID ID: 0000-0002-5035-5235.

Khizrav H. Eshnazarov – participant of Russian national competition in Global Clinical Case Contest 2021, student.

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

ВКЛАД АВТОРОВ:

Митронин А.В. – подготовка статьи или ее критический пересмотр в части значимого интеллектуального содержания; окончательное одобрение варианта статьи для опубликования.

Останина Д.А. – подготовка статьи или ее критический пересмотр в части значимого интеллектуального содержания.

Эшназаров Х.Н. – сбор данных или анализ и интерпретацию данных.

AUTHOR'S CONTRIBUTION:

Alexander V. Mitronin – drafted the article or revised it critically for important intellectual content; approved the version to be published.

Diana A. Ostanina – drafted the article or revised it critically for important intellectual content.

Khizrav N. Eshnazarov – the acquisition, analysis, or interpretation of data for the article.

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

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

A stamp technique to restore central incisor dentinal tooth body

© Giovanni Dolce

Private practice, PALERMO, ITALY

Abstract:

This case report describes palatal wall direct restoration with the stamp technique in Twenty-eight-year-old patient. The procedure was completed with the silicone index, transparent silicon and composite resin. After 5 years function patients was satisfied with the obtained functional result and had a wish to improve the adjacent tooth aesthetics.

Keywords: root filled teeth, resin composites, direct restoration.

Received: 20.01.2022; **revised:** 15.03.2022; **accepted:** 16.03.2022.

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

Acknowledgments: There are no funding and individual acknowledgments to declare

For citation: Giovanni Dolce. A stamp technique to restore central incisor dentinal tooth body. *Endodontics today*. 2022; 20(1):51-53. DOI: 10.36377/1726-7242-2022-20-1-51-53.

INTRODUCTION

Direct tooth-coloured restorations are often used for root-filled teeth as a relatively low cost, aesthetic alternative [1]. Opalescence, fluorescence, color, and translucency parameters must be previously known to allow the proper resin application according to the different stratified layers to obtain a dental natural appearance [2]. A diagnostic wax-up is created for the case planning, and a silicone barrier or "wall" is made as a guide to the treatment to facilitate the dental

anatomy reconstruction. This silicone barrier can be made from pre-existing restorations, when the restoration shape is good, but need color change; or from a diagnostic wax-up at the study model, due to the need of smile rehabilitation or any fracture presence.

Limitations of past resin-based composites like mechanical fracture resistance and surface instability have been partially solved first by micro-hybrid composites and recently with the introduction of nano-hybrid and nano-filled composites. Regardless of mechanical and surface characteristics, various other aspects have improved in RBCs in last decades, such as biocompatibility [3] and cytotoxicity [4, 5].

The aim of this case report is to demonstrate proposed technique with up to five years follow-up

CASE REPORT

Twenty-eight-year-old patient came at the dental office in October 2016 to improve strength of palatal area of his upper central right incisor (tooth №1.1). Tooth previously underwent root canal treatment. Frontal aesthetic aspect has been recently restored with a direct composite veneer, so the treatment showed in this sequence had just the aim to restore the palatal aspect (Fig. 1).

A silicon index, built with an ordinary silicone and relined with a transparent silicon, has been used intra orally to realize



Fig. 1. Initial situation.

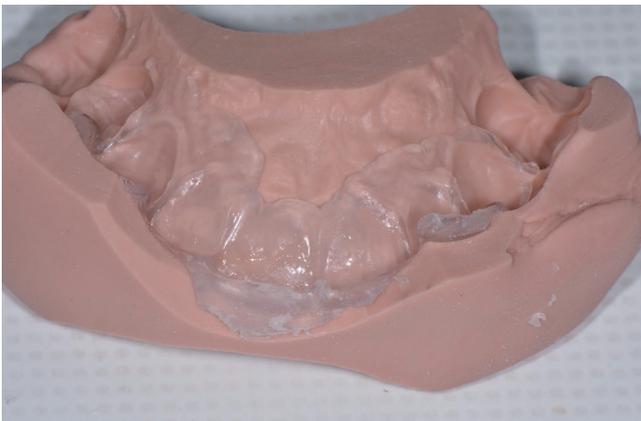


Fig. 2. Traditional and transparent silicone index.



Fig. 3. Silicone index modification.

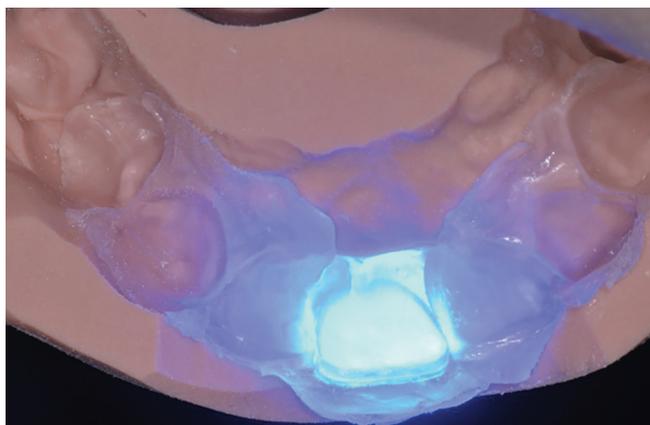


Fig. 4. Silicone index translucently check.



Fig. 5. Tooth isolation.

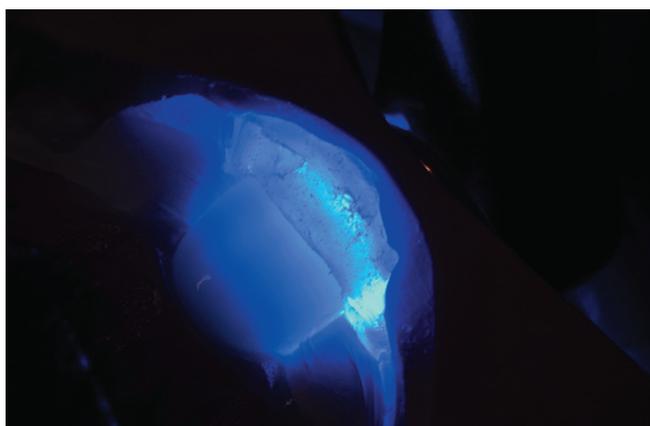


Fig. 6. A dentin composite polymerization (UD 2 Enamel Plus Micerium S.p.A., Avegno, Italy)



Fig. 7. A dentin composite resin after polymerization (UD 2 Enamel Plus Micerium S.p.A., Avegno, Italy)



Fig. 8. Restoration after finishing and polishing



Fig. 9. Five-year recall visit.

a sort of "stamp technique" to restore the composite core of the old post endodontic restoration (Figures 2-4). A dentin composite (UD 2 Enamel Plus Micerium S.p.A., Avegno, Italy) was used to replicate a dentinal body (Figures 5 -8).

May 2021 the patient came back to the dental office for a routine checkup (Fig. 9). Restoration on tooth 1.1 maintains a good aspect but patient ask me to improve general aesthetic.

After treatment plan acceptance the patient was treated in couple of week with an lithium disilicate glass-ceramic IPS e.Max veneer on tooth 1.2 and with a zirconia- ceramic full crown (core composite was not replaced in order to insert a endodontic post because the composite core was well compacted in 2016 thanks to "stamp technique "). Analyzing the benefit-costs ratio, I preferred to avoid removing the old composite with the risk to create some micro-cracks. In this picture sequence here, you can see the final result (Figures 10-11).

DISCUSSION

Restorative procedures of direct anterior teeth based on the use of a silicone index are well established since many years [6-10]. Natural teeth are characterized both from shades and from opaque and translucent areas. Contemporary composites can emulate both characteristics, providing therefore, the clinician powerful tools to face esthetic challenges.

Composite repair is a reliable procedure that is generally carried out either immediately (shade adjustments, contact point augmentation or shape modification) or on aged composite restorations (in case of secondary caries or fracture) [11-13]

Upon complete polymerization, the matrix and the resin prosthesis are removed from the mouth; the provisional restorations are contoured, adjusted, and polished. The



Fig. 10. Final result after indirect restoration.



Fig. 11. Final result after indirect restoration. Side view.

presented technique has many advantages including: the elimination of seating error, maximizing the occlusal precision and margins adaptation with less entrapment of bubbles during the loading phase.

CONCLUSION

The technique presented allows the clinician to easily prepare, model and check the thickness of composite restorations. Furthermore the risk to incorporate “bubbles”

REFERENCES:

1. Taha NA, Palamara JE, Messer HH. Fracture strength and fracture patterns of root filled teeth restored with direct resin restorations. J Dent. 2011 Aug;39(8):527-35. doi: 10.1016/j.jdent.2011.05.003.
2. Hirata R, Pacheco JF. Cor e forma – Conceito aplicado com resina composta em dentes posteriores. Dent Gaucho 2001;8:24-8.
3. Cazzaniga, G.; Ottobelli, M.; Ionescu, A.C.; Paolone, G.; Gherlone, E.; Ferracane, J.L.; Brambilla, E. In Vitro Biofilm Formation on Resin-Based Composites after Different Finishing and Polishing Procedures. J. Dent. 2017, 67, 43–52.
4. Spagnuolo, G.; Desiderio, C.; Riviaccio, V.; Amato, M.; Rossetti, D.V.; D'Antò, V.; Schweikl, H.; Lupi, A.; Rengo, S.; Nocca, G. In Vitro Cellular Detoxification of Triethylene Glycol Dimethacrylate by Adduct Formation with N-Acetylcysteine. Dent. Mater. 2013, 29, e153–e160.
5. Eckhardt, A.; Müller, P.; Hiller, K.-A.; Krifka, S.; Bolay, C.; Spagnuolo, G.; Schmalz, G.; Schweikl, H. Influence of TEGDMA on the Mammalian Cell Cycle in Comparison with Chemotherapeutic Agents. Dent. Mater. 2010, 26, 232–241.
6. Paolone, G. Direct composite restorations in anterior teeth. Managing symmetry in central incisors. Int. J. Esthet. Dent. 2014, 9, 12–25.
7. Vanini, L. Light and color in anterior composite restorations. Pract. Periodontics Aesthetic Dent. 1996, 8, 684.

AUTHOR INFORMATION:

Giovanni Dolce – Italian winner of Jules Allemand Trophy in 2013. Actually Tutor in restorative dentistry at Palermo University, private clinician, external consultant in other private dental clinics with specialization in restorative, aesthetic dentistry and prosthodontic, ORCID ID: 0000-0003-3631-272X.

Private practice. 12 via Sicilia, PALERMO, 90144, ITALY

AUTHOR'S CONTRIBUTION:

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

Координаты для связи с авторами / Coordinates for communication with authors:
Giovanni Dolce, E-mail: giovado88@gmail.com

or areas of minor resistance in composite mass is less compared to a composite free hand modeled. It could be therefore considered a contribution to the well-known silicone index technique, while providing predictable and functional palatal restorations in a single stage appointment, therefore allowing chair-time and laboratory costs savings.

8. Fahl, N., Jr. A polychromatic composite layering approach for solving a complex Class IV/direct veneer-diastrama combination: Part I. Pract. Proced. Aesthet Dent. 2006, 18, 641–645.

9. Fahl, N., Jr. A polychromatic composite layering approach for solving a complex Class IV/direct veneer/diastrama combination: Part II. Pract. Proced. Aesthet Dent. 2007, 19, 17–22.

10. Dietschi, D.; Ardu, S.; Krejci, I. A new shading concept based on natural tooth color applied to direct composite restorations. Quintessence Int. 2006, 37, 91–102.

11. Beck, F.; Lettner, S.; Graf, A.; Bitriol, B.; Dumitrescu, N.; Bauer, P.; Moritz, A.; Schedle, A. Survival of Direct Resin Restorations in Posterior Teeth within a 19-Year Period (1996–2015): A Meta-Analysis of Prospective Studies. Dent Mater. 2015, 31, 958–985.

12. Fernández, E.; Martín, J.; Vildósola, P.; Oliveira, O.B.; Gordan, V.; Mjor, I.; Bersezio, C.; Estay, J.; Andrade, M.F.D.; Moncada, G. Can Repair Increase the Longevity of Composite Resins? Results of a 10-Year Clinical Trial. J. Dent. 2015, 43.

13. Pallesen, U.; Dijken, J.W.V.V. A Randomized Controlled 30 Years Follow up of Three Conventional Resin Composites in Class II Restorations. Dent. Mater. 2015, 31.

Correction of skeletal class 2 malocclusion with Carriere Motion appliance: case report

© Mariam M. Shubitidze

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

Abstract:

The article considers nonsurgical and nonextraction method of treatment of patient with skeletal class 2 malocclusion.

Aim. To evaluate the treatment effectiveness of Carrier Distalize, determining the short-term skeletal and dental effects occur as a result of Class II malocclusion correction utilizing the Carrière Overall, the Carriere Distalizer appears to be effective in early results in the treatment of Class II malocclusion.

Materials and methods: A 25 years old male patient presented for treatment exhibition a class 2 malocclusion with a severely retrusive mandible was treated with Carrier motion class 2 appliance, after previous orthodontic unsuccessful treatment with extraction of the lower right premolar by brace system. the appliance was used for 5 month fool time. This systematic review was conducted and changes were analyzed from dental photo protocol, lateral cephalograms taken at the start and after and study model measurements from pre and post treatment

Results: the time of skeletal class two correction in class one for Carriere motion appliance was significantly shorter. great mesial mandibular movement and improvement in sagittal skeletal relation were shown after carrier motion appliance treatment for five month.

Conclusions. Treatment resulted that carrier motion appliance is simple to apply, comfortable for patient and affective in correcting class 2 malocclusion.

Keywords: Class II malocclusion, Carriere Distalizer, Class II.

Received: 01.02.2022; **revised:** 6.03.2022; **accepted:** 13.03.2022.

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

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

For citation: Mariam M. Shubitidze. Correction of skeletal class 2 malocclusion with Carriere Motion appliance: case report. *Endodontics today*. 2022; 20(1):54-56. DOI: 10.36377/1726-7242-2022-20-1-54-56.

INTRODUCTION

The Carriere Motion Appliance (CMA) has become popular among orthodontic practitioners for non-extraction Class II dental correction, since Dr. Louis Carriere first introduced and described his appliance in 2004. [1] Carriere asserts that the CMA "allows distal movement of the canine along the alveolar ridge without tipping" and "produces a distal rotational movement of the maxillary first molars around their palatal roots [2]." The manufacturer, Henry Schein, reports an average of 3 to 6 mm of distalization of the maxillary posterior segment as a unit while controlling for unwanted torqueing and tipping. According to the literature, a distal movement of the maxillary first molars with Carriere motion appliance occurs prior to fixed appliances or clear aligners, with the anchorage from either lower arch or Essix retainer. The Distalizer is made of moldinjected, nickelfree stainless steel.[3]

It is bonded to the canine and first molar as follows: the canine pad, which allows distal movement of the canine along the alveolar ridge with out tipping, provides a hook for the attachment of Class II elastics to the lower first

molar. The Carriere Motion appliance is a technology that first addresses the patient's sagittal dimension to establish a Class I platform prior to comprehensive orthodontic treatment. [3] This is accomplished the initial 3-6 months of treatment.[4]

Stage one with the Carriere motion appliance is to involve the malocclusion II class one platform by distalizing each maxilar segment. Protocol is called 'Sagittal First'. [4] Sagittal First eliminates competing force vectors inherent in traditional methodologies when traction is employed concurrent with fixed appliance treatment. After reaching a Class I platform in the buccal segments starts stage two finishes therapy with brackets or another finishing appliance, including Invisalign.[3]

CLINICAL CASE

Twenty-five-year old male patient presented for treatment exhibiting a skeletal Class II, malocclusion with a severely retrusive mandibular. skeletally patient had a retroposition of the mandible, overbite 6 mm. His chief complaint was chewing difficulty and he expressed a strong desire to



Fig. 1. Intraoral patient photos in occlusion in the first appointment. a – front view; b – left view, c – right view.



Fig. 2. Overjet before treatment.



Fig. 3. Initial view. Right side with fixed Carriere Motion.



Fig. 4 Frontal view after Carriere motion treatment before stage 2.

improve his esthetic appearance. The patient had had previous orthodontic treatment with extraction of the lower right premolar. In consultation with other orthodontists, orthognathic surgery was recommended, which he wanted to avoid (Fig. 1, 2).

After removing old braces, bonded Carriere motion appliance size 25mm, to the upper canines and first molars with "Force 1" 6oz, ¼ intraoral elastics for the first and second month, arch wire in mandibular 014/025 And "force 2" 8oz, 3/16 elastics for the third and fourth months. fifth month.

Arch wire on mandibular 017/025 and intraoral elastics "force 1" plus "force 2." (Fig. 3,4).

5 months of sagittal correction, the occlusal lock of the Class I platform had been accomplished (Sagittal First) and the case was ready to progress to the next stage. The carrier Motion appliance was removed and brackets were bonded.

Treatment followed the archwire sequence:

- .014 Cu Nitantium
- .014 x .025 Cu Nitantium
- .017 x .025 Cu Nitantium
- .019 x .025 Cu Nitantium

The first wire, 014 round Cu Nitantium wire, corrected the rotations of the incisors. Power chain was used to close the spaces between the incisors with the .014 x .025 Cu Nitantium wire,. After these spaces closed, the .017 x .025 Cu Nitantium wire would begin torque control with the final

REFERENCES:

1. Kim-Berman H, McNamara JA Jr, Lints JP, McMullen C, Franchi L. Treatment effects of the Carriere® Motion 3D™ appliance for the correction of Class II malocclusion in adolescents. *Angle Orthod.* 2019;89(6):839-846Madurantakam P. Fixed or removable
2. Baumrind S, Molthen R, West EE, Miller DM. Distal displacement of the maxilla and the upper first molar. *Am J Orthod.* 1979;75:630-640.

archwire, the .019 x .025 Cu Nitantium wire, to finalise the axial angulations of the anteriors. When the upper .019 x .025 archwire was engaged, three links of power chain were run bilaterally from the 2nd premolar to the 1st premolar and from the 1st premolar to a crimpable hook attached to the wire distal to the lateral incisor to retract the anterior segment, bringing it into the final desired position.

Five months of sagittal treatment with Carriere Motion appliance and second stage 10,3 month of fixed appliance treatment the case finished to a harmonic occlusal and facial result. The result exhibits an excellent repositioning of the mandible held in position by the occlusal lock of the class 1 platform (Fig. 5).

DISCUSSION

The aim of the study was to evaluate opportunity and effectiveness of Carriere motion appliance for correction sagittal component of malocclusion skeletal class 2 within the first half year of treatment, with Non extraction and nonsurgical. The treatment plan was to reposition the mandible forward, placing the case into a Class I occlusion (Sagittal First) using the Carriere Motion Appliance. By the end of the first month of sagittal correction, there was already evidence of some derotation of the upper first molar and movement of the buccal segment toward a Class I occlusion. Space was also beginning to open between the upper incisors. After 5 months of sagittal correction, the occlusal lock of the Class I platform had been accomplished (Sagittal First) and the case was ready to progress to the next stage. after the fixed appliance treatment the case was finished to a great occlusion and facial signs. After changes in molar relationship the most obvious skeletal change was an increase in lower anterior facial height.

CONCLUSION

Carrier Motion appliance is effective and efficient for correction class 2 malloclusion. Carriere Motion fixed appliance has shown good and predictable results as the first phase of skeletal 2 class treatment, thus confirming its effectiveness as a non-surgical orthodontic method. Ease for doctors to fix and a very comfortable for patients in everyday life.

3. Sandifer CL, English JD, Colville CD, Gallerano RL, Akyalcin S. Treatment effects of the Carriere® distalizer using lingual arch and full fixed appliances. *J World Fed Orthod.* 2014;3: e49-e54.

4. Thurzo, A., Urbanová, W., Novák, B., Waczulíková, I. and Varga, I., 2021. 3D Printed Orthodontic Distalizer with Individual Base for Tooth-Borne Hybrid Approach in Class II Unilateral Malocclusions Treatment.



Fig. 5. Patient after stage 2 at the end of the treatment. a – front view; b – maxilla, c – left view; d – mandibula.

AUTHOR INFORMATION:

Mariam M. Shubitidze – postgraduate student of the Department of Pediatric Dentistry and Orthodontics, ORCID ID: 0000-0002-1928-8310.

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

AUTHOR'S CONTRIBUTION:

Mariam M. Shubitidze – has made a substantial contribution to the concept or design of the article; the acquisition, analysis, or interpretation of data for the article; drafted the article or revised it critically for important intellectual content; approved the version to be published.

*Координаты для связи с авторами / Coordinates for communication with authors:
Mariam M. Shubitidze, E-mail: mariamdentist12@gmail.com*

Изменение торка фронтальных зубов на основании КЛКТ с использованием универсальной таблицы

© Копецкий И.С., Месхия Н.Г., Копецкая А.И., Никольская И.А., Кабисова Г.С.

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Москва, Россия

Резюме:

Цель. Изучение толщины костной ткани у пациентов с патологическими наклонами зубов, планирующих ортодонтическое лечение на несъемной аппаратуре.

Материалы и методы. в работе изучены КЛКТ пациентов с патологическими наклонами зубов, описан дефицит костной ткани, приведена универсальная таблица, которая помогает на этапе планирования лечения при изменении торка фронтальных зубов рассчитать необходимую толщину костной ткани на различных уровнях длины корня.

Результаты. Дефицит костной ткани описывается в двух исследуемых группах, однако у пациентов с ретрузией дефицит наиболее выражен в пришеечной трети с вестибулярной стороны, у группы с протрузией дефицит описан в пришеечной трети с оральной поверхности в пришеечной трети.

Заключение. В статье описан клинический случай ортодонтического лечения с использованием универсальной таблицы. Показан принцип работы универсальной таблицы, а также описаны собственные клинические результаты, доказывающие эффективность применения универсальной таблицы.

Ключевые слова: ортодонтическое лечение, толщина костной ткани, КЛКТ, центр сопротивления, торк зуба.

Конфликт интересов: Авторы декларируют отсутствие конфликта интересов.

Благодарности: финансирование и индивидуальные благодарности для декларирования отсутствуют.

Статья поступила: 10.02.2022; **исправлена:** 15.03.2022; **принята:** 16.03.2022.

Для цитирования: Копецкий И.С., Месхия Н.Г., Копецкая А.И., Никольская И.А., Кабисова Г.С. Изменение торка фронтальных зубов на основании КЛКТ с использованием универсальной таблицы. Эндодонтия today. 2022; 20(1):57-63. DOI: 10.36377/1726-7242-2022-20-1-57-63.

Torque change of anterior teeth based on CBCT using a universal table

© Igor S. Kopetskiy, Nana G. Meskhiya, Alena I. Kopetskaya, Irina A. Nikolskaya, Galina S. Kabisova

Pirogov Russian National Research Medical University (Pirogov Medical University), Moscow, Russia

Abstract:

Aim. The thickness of bone tissue in patients with pathological dental inclinations planning orthodontic treatment with fixed equipment.

Materials and methods. The CBCT scans of patients with pathological dental inclinations was studied, bone tissue deficiency was described, a universal table was given that helps to calculate the necessary thickness of bone tissue at various levels of root length at the stage of treatment planning when the torc of the frontal teeth changes.

Results. Bone tissue deficiency is described in two study groups, however, in patients with retrusion, the deficiency is most pronounced in the cervical third from the vestibular side, in the group with protrusion, the deficiency is described in the cervical third from the oral surface in the cervical third.

Conclusions. The article describes a clinical case of orthodontic treatment using a universal table. The principle of operation of the universal table is shown, as well as its own clinical results proving the effectiveness of the universal table are described.

Keywords: orthodontic treatment, bone mass, CT scan, center of resistance, torque.

Received: 10.02.2022; **revised:** 15.03.2022; **accepted:** 16.03.2022.

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

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

For citation: Igor S. Kopetskiy, Nana G. Meskhiya, Alena I. Kopetskaya, Irina A. Nikolskaya, Galina S. Kabisova. Torque change of anterior teeth based on CBCT using a universal table. Endodontics today. 2022; 20(1):57-63. DOI: 10.36377/1726-7242-2022-20-1-57-63.

АКТУАЛЬНОСТЬ

Обращаясь к диагностике тканей пародонта у пациентов с зубочелюстными аномалиями, необходимо принять во внимание строение альвеолярных отростков, толщину костной ткани. К факторам, которые могут приводить к потере альвеолярной кости, можно отнести силы, используемые в процессе ортодонтического лечения, различные техники перемещения зубов, изменения угла наклона зубов и др. [1-4].

Часто встречаемым осложнением, которое врач ортодонт получает во время ортодонтического лечения у пациентов в условиях дефицита костной ткани во фронтальном отделе патологически наклоненных резцов, является резорбция кортикальной кости, которая встречается от 32,7% до 50% [5, 6].

ЦЕЛЬ

Улучшить диагностику и прогнозирование результатов лечения на этапе планирования у пациентов с зубочелюстными аномалиями во фронтальном отделе с применением универсальной таблицы.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

На КЛКТ изучали фронтальный сегмент в области зубов 1.3–2.3 и 3.3–4.3. верхней и нижней челюсти. Все исследования проводились без накусочной пластины, в привычной окклюзии.

Было изучено 80 рентгенологических исследований у пациентов с патологическими наклонами зубов во фронтальном отделе. Из них по 20 томограмм с протрузией и ретрузией верхних и нижних резцов и клыков. Измерения костной ткани проводили с вестибулярной и оральной поверхности, разделив корень зуба на три сегмента: пришеечную 1/3, середину 1/2, и апикальную

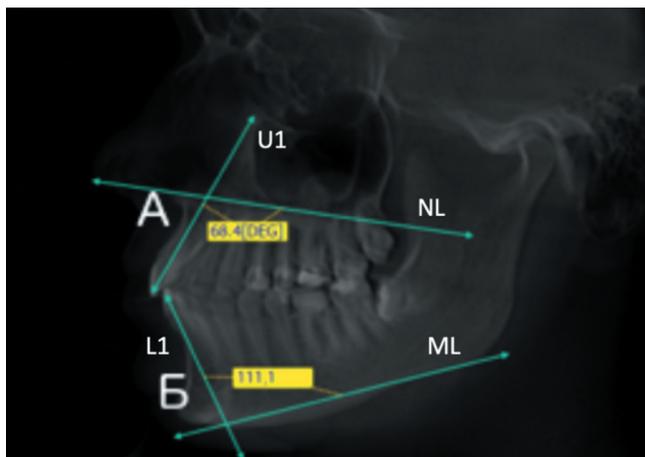


Рис. 1. Определение угла наклона резцов.

Fig. 1 Determining the incisor inclination.

	1°	2°	3°	4°	5°	6°	7°
9 ≤ L (длина корня) <10							
1/3 вест	[0,052...0,058]	[0,105...0,116]	[0,157...0,175]	[0,21...0,233]	[0,262...0,292]	[0,315...0,35]	[0,368...0,409]
3/3 вест	[0,105...0,116]	[0,21...0,233]	[0,314...0,349]	[0,42...0,466]	[0,525...0,583]	[0,631...0,701]	[0,737...0,819]
10 ≤ L (длина корня) <11							
1/3 вест	[0,058...0,064]	[0,116...0,128]	[0,175...0,192]	[0,233...0,256]	[0,292...0,321]	[0,35...0,385]	[0,409...0,45]
3/3 вест	[0,116...0,128]	[0,233...0,256]	[0,349...0,384]	[0,466...0,513]	[0,583...0,642]	[0,701...0,771]	[0,819...0,9]
11 ≤ L (длина корня) <12							
1/3 вест	[0,064...0,07]	[0,128...0,14]	[0,192...0,21]	[0,256...0,28]	[0,321...0,35]	[0,385...0,42]	[0,45...0,491]
3/3 вест	[0,128...0,14]	[0,256...0,279]	[0,384...0,419]	[0,513...0,559]	[0,642...0,7]	[0,771...0,841]	[0,9...0,982]
12 ≤ L (длина корня) <13							
1/3 вест	[0,07...0,076]	[0,14...0,151]	[0,21...0,227]	[0,28...0,303]	[0,35...0,379]	[0,42...0,455]	[0,491...0,532]
3/3 вест	[0,14...0,151]	[0,279...0,303]	[0,419...0,454]	[0,559...0,606]	[0,7...0,758]	[0,841...0,911]	[0,982...1,064]
13 ≤ L (длина корня) <14							
1/3 вест	[0,076...0,081]	[0,151...0,163]	[0,227...0,245]	[0,303...0,326]	[0,379...0,408]	[0,455...0,49]	[0,532...0,573]
3/3 вест	[0,151...0,163]	[0,303...0,326]	[0,454...0,489]	[0,606...0,653]	[0,758...0,817]	[0,911...0,981]	[1,064...1,146]
14 ≤ L (длина корня) <15							
1/3 вест	[0,081...0,087]	[0,163...0,175]	[0,245...0,262]	[0,326...0,35]	[0,408...0,437]	[0,49...0,526]	[0,573...0,614]
3/3 вест	[0,163...0,175]	[0,326...0,349]	[0,489...0,524]	[0,653...0,699]	[0,817...0,875]	[0,981...1,051]	[1,146...1,228]
15 ≤ L (длина корня) <16							
1/3 вест	[0,087...0,093]	[0,175...0,186]	[0,262...0,28]	[0,35...0,373]	[0,437...0,467]	[0,526...0,561]	[0,614...0,655]
3/3 вест	[0,175...0,186]	[0,349...0,372]	[0,524...0,559]	[0,699...0,746]	[0,875...0,933]	[1,051...1,121]	[1,228...1,31]
16 ≤ L (длина корня) <17							
1/3 вест	[0,093...0,099]	[0,186...0,198]	[0,28...0,297]	[0,373...0,396]	[0,467...0,496]	[0,561...0,596]	[0,655...0,696]
3/3 вест	[0,186...0,198]	[0,372...0,396]	[0,559...0,594]	[0,746...0,793]	[0,933...0,992]	[1,121...1,191]	[1,31...1,392]
17 ≤ L (длина корня) <18							
1/3 вест	[0,099...0,105]	[0,198...0,21]	[0,297...0,314]	[0,396...0,42]	[0,496...0,525]	[0,596...0,631]	[0,696...0,737]
3/3 вест	[0,198...0,209]	[0,396...0,419]	[0,594...0,629]	[0,793...0,839]	[0,992...1,05]	[1,191...1,261]	[1,392...1,473]
18 ≤ L (длина корня) <19							
1/3 вест	[0,105...0,111]	[0,21...0,221]	[0,314...0,332]	[0,42...0,443]	[0,525...0,554]	[0,631...0,666]	[0,737...0,778]
3/3 вест	[0,209...0,221]	[0,419...0,442]	[0,629...0,664]	[0,839...0,886]	[1,05...1,108]	[1,261...1,331]	[1,473...1,555]
19 ≤ L (длина корня) <20							
1/3 вест	[0,111...0,116]	[0,221...0,233]	[0,332...0,349]	[0,443...0,466]	[0,554...0,583]	[0,666...0,701]	[0,778...0,819]
3/3 вест	[0,221...0,233]	[0,442...0,466]	[0,664...0,699]	[0,886...0,932]	[1,108...1,167]	[1,331...1,401]	[1,555...1,637]

Рис. 1. Универсальная таблица линейных перемещений в костной ткани в (мм) в зависимости от угла (в deg).

Fig. 1. Universal table of linear displacements in bone tissue in (mm) depending on the angle (in deg).

	8°	9°	10°	11°	12°	13°	14°	15°
9 ≤ L (длина корня) < 10								
1/3 вест	[0,422...0,468]	[0,475...0,528]	[0,529...0,588]	[0,583...0,648]	[0,638...0,709]	[0,693...0,77]	[0,748...0,831]	[0,804...0,893]
3/3 вест	[0,843...0,937]	[0,95...1,056]	[1,058...1,176]	[1,166...1,296]	[1,275...1,417]	[1,385...1,539]	[1,496...1,662]	[1,608...1,786]
10 ≤ L (длина корня) < 11								
1/3 вест	[0,468...0,515]	[0,528...0,581]	[0,588...0,647]	[0,648...0,713]	[0,709...0,779]	[0,77...0,847]	[0,831...0,914]	[0,893...0,982]
3/3 вест	[0,937...1,031]	[1,056...1,161]	[1,176...1,293]	[1,296...1,425]	[1,417...1,559]	[1,539...1,693]	[1,662...1,828]	[1,786...1,965]
11 ≤ L (длина корня) < 12								
1/3 вест	[0,515...0,562]	[0,581...0,634]	[0,647...0,705]	[0,713...0,778]	[0,779...0,85]	[0,847...0,923]	[0,914...0,997]	[0,982...1,072]
3/3 вест	[1,031...1,124]	[1,161...1,267]	[1,293...1,411]	[1,425...1,555]	[1,559...1,7]	[1,693...1,847]	[1,828...1,995]	[1,965...2,144]
12 ≤ L (длина корня) < 13								
1/3 вест	[0,562...0,609]	[0,634...0,686]	[0,705...0,764]	[0,778...0,842]	[0,85...0,921]	[0,923...1]	[0,997...1,08]	[1,072...1,161]
3/3 вест	[1,124...1,218]	[1,267...1,373]	[1,411...1,528]	[1,555...1,685]	[1,7...1,842]	[1,847...2,001]	[1,995...2,161]	[2,144...2,322]
13 ≤ L (длина корня) < 14								
1/3 вест	[0,699...0,795]	[0,686...0,739]	[0,764...0,823]	[0,842...0,907]	[0,921...0,992]	[1...1,077]	[1,08...1,164]	[1,161...1,25]
3/3 вест	[1,218...1,312]	[1,373...1,478]	[1,528...1,646]	[1,685...1,814]	[1,842...1,984]	[2,001...2,155]	[2,161...2,327]	[2,322...2,501]
14 ≤ L (длина корня) < 15								
1/3 вест	[0,656...0,703]	[0,739...0,792]	[0,823...0,882]	[0,907...0,972]	[0,992...1,063]	[1,077...1,154]	[1,164...1,247]	[1,25...1,34]
3/3 вест	[1,312...1,405]	[1,478...1,584]	[1,646...1,763]	[1,814...1,944]	[1,984...2,126]	[2,155...2,309]	[2,327...2,493]	[2,501...2,679]
15 ≤ L (длина корня) < 16								
1/3 вест	[0,703...0,75]	[0,792...0,845]	[0,882...0,94]	[0,972...1,037]	[1,063...1,134]	[1,154...1,231]	[1,247...1,33]	[1,34...1,429]
3/3 вест	[1,405...1,499]	[1,584...1,689]	[1,763...1,881]	[1,944...2,073]	[2,126...2,267]	[2,309...2,463]	[2,493...2,659]	[2,679...2,858]
16 ≤ L (длина корня) < 17								
1/3 вест	[0,75...0,796]	[0,845...0,898]	[0,94...0,999]	[1,037...1,101]	[1,134...1,204]	[1,231...1,308]	[1,33...1,413]	[1,429...1,518]
3/3 вест	[1,499...1,593]	[1,689...1,795]	[1,881...1,998]	[2,073...2,203]	[2,267...2,409]	[2,463...2,617]	[2,659...2,826]	[2,858...3,037]
17 ≤ L (длина корня) < 18								
1/3 вест	[0,796...0,843]	[0,898...0,95]	[0,999...1,058]	[1,101...1,166]	[1,204...1,275]	[1,308...1,385]	[1,413...1,496]	[1,518...1,608]
3/3 вест	[1,593...1,686]	[1,795...1,901]	[1,998...2,116]	[2,203...2,333]	[2,409...2,551]	[2,617...2,77]	[2,826...2,992]	[3,037...3,215]
18 ≤ L (длина корня) < 19								
1/3 вест	[0,843...0,89]	[0,95...1,003]	[1,058...1,117]	[1,166...1,231]	[1,275...1,346]	[1,385...1,462]	[1,496...1,579]	[1,608...1,697]
3/3 вест	[1,686...1,78]	[1,901...2,006]	[2,116...2,233]	[2,333...2,462]	[2,551...2,692]	[2,77...2,924]	[2,992...3,158]	[3,215...3,394]
19 ≤ L (длина корня) < 20								
1/3 вест	[0,89...0,937]	[1,003...1,056]	[1,117...1,176]	[1,231...1,296]	[1,346...1,417]	[1,462...1,539]	[1,579...1,662]	[1,697...1,786]
3/3 вест	[1,78...1,874]	[2,006...2,112]	[2,233...2,351]	[2,462...2,592]	[2,692...2,834]	[2,924...3,078]	[3,158...3,324]	[3,394...3,573]

Рис. 1, продолжение. Универсальная таблица линейных перемещений в костной ткани в (мм) в зависимости от угла (в deg).

Fig. 1, continued. Universal table of linear displacements in bone tissue in (mm) depending on the angle (in deg).

треть 3/3. Измерения выполняли путем проведения перпендикуляра от вестибулярной поверхности компактной пластинки зуба к поверхности корня зуба.

Исследование КЛКТ проводили на компьютерном томографе Planmeca ProMax 3D Mid Serp с датчиком плоским, который обладает высокой разрешающей способностью (РС). Голова пациента фиксировалась неподвижно, вертикально, в положении стоя. Центрирование осуществляли по стандартным световым меткам. Размер поля сканирования в данном исследовании (FOV) составлял 16×16 см.

Зона интереса включала череп, лицевой отдел черепа, ВНЧС.

Условия сканирования: напряжение – 90 кВ; 12,5 мА. составила сила тока Эффективная эквивалентная доза 77 мкЗв. Минимальная информативная толщина среза составляла 0,2 мм. воксел = 200 мм.

При проведении КТ исследований, изображение было обработано в специализированной программе Romexis. С возможностью создания мультипланарных и панорамных реконструкций.

Из исследования размером 16×16 выделяли фрагменты томорамм на сагиттальном срезе, далее по методу Шварца отмечали плоскость верхней (NL) и нижней (ML) челюсти, определяли наклон и положение резцов, как наклон оси зуба к плоскости основания верхней (NL) и нижней (ML) челюсти (рис. 1). На верхней челюсти изучали наружный нижний угол, а на нижней – внутренний верхний угол. Где значения угла

на верхней челюсти брали равному $70^\circ \pm 5^\circ$ – относили к норме, при значении 65° и меньше – относили к протрузии резцов, при значении 75° и больше – к ретрузии резцов. На нижней челюсти значения угла равному $90^\circ \pm 5^\circ$ – относили к норме, меньше 85° – относили к ретрузии резцов, при значениях больше 95° – к протрузии резцов.

Для оценки критерия толщины костной ткани и запланированного перемещения зуба (изменения наклона) была разработана и предложена универсальная таблица (рис. 1), которая содержит средние данные о длине корней фронтальных зубов верхней и нижней челюсти, толщине костной ткани с вестибулярной и оральной поверхности в пришеечной и апикальной трети. Таблица позволяет оценить объем костной ткани, необходимый для изменения наклона зуба от 1° до 15° . В данной таблице за основу взята длина корня исследуемого зуба, с помощью чего врач может спрогнозировать изменение наклона зуба на необходимое число градусов и, сверившись с табличными данными, удостовериться в достаточной толщине костной ткани в пришеечной и апикальной трети.

Использование таблицы при планировании изменения вестибуло-орального наклона зуба позволит врачу не вывести корни зубов за кортикальную пластинку, не допустить резорбцию костной ткани в зоне дефицита кости.

Таблица 1. Сравнительные характеристики альвеолярной кости зуба 1.1 при протрузии и ретрузии в мм.

Table 1. Comparative characteristics of the alveolar bone of tooth 1.1 with protrusion and retrusion in mm.

	Протрузия	Ретрузия	Дельта (в%)	P достоверность
Т.К.Т.(вест.) 1/3	1,03 ± 0,08	0,73 ± 0,15	29,1	p > 0,05
Т.К.Т.(вест.) 2/3	0,67 ± 0,08	0,96 ± 0,11	30,2	p > 0,05
Т.К.Т.(вест.) 3/3	1,41 ± 0,07	0,91 ± 0,09	35,5	p < 0,001
Т.К.Т.(небн.)1/3	0,71 ± 0,10	0,85 ± 0,13	19,7	p > 0,05
Т.К.Т.(небн.) 2/3	3,97 ± 0,25	1,48 ± 0,13	62,7	p < 0,001
Т.К.Т.(небн.) 3/3	7,36 ± 0,40	8,01 ± 0,40	8,1	p > 0,05
S.(к.тк.)	39,94 ± 3,46	42,25 ± 3,66	5,5	p < 0,001
L.корня	13,54 ± 0,25	12,98 ± 0,29	4,1	p < 0,001
H.(м.з.п)	13,08 ± 0,66	12,44 ± 0,35	4,9	p < 0,001

Таблица 2. Сравнительные характеристики альвеолярной кости зуба 3.1 при протрузии и ретрузии в мм.

Table 2. Comparative characteristics of the alveolar bone of tooth 3.1 with protrusion and retrusion in mm.

	Протрузия	Ретрузия	Дельта (в%)	P достоверность
Т.К.Т.(вест.) 1/3	0,83 ± 0,04	0,30 ± 0,07	63,9	p < 0,001
Т.К.Т.(вест.) 2/3	0,89 ± 0,08	1,74 ± 0,05	48,9	p < 0,001
Т.К.Т.(вест.) 3/3	3,20 ± 0,28	3,28 ± 0,12	2,4	p > 0,05
Т.К.Т.(небн.)1/3	0,31 ± 0,04	0,45 ± 0,07	45,2	p > 0,05
Т.К.Т.(небн.) 2/3	1,23 ± 0,11	1,34 ± 0,10	8,2	p > 0,05
Т.К.Т.(небн.) 3/3	3,10 ± 0,18	3,08 ± 0,10	0,6	p > 0,05
L.корня	11,44 ± 0,17	12,81 ± 0,12	10,7	p < 0,001
H.(м.з.п)	9,47 ± 0,27	11,47 ± 0,18	17,4	p < 0,001

Принцип использования универсальной таблицы:

1. Необходимо измерить длину корня зуба, и толщину костной ткани в пришеечной и апикальной трети вестибулярно.

2. Посмотреть в таблице запланированное изменение угла наклона зуба.

3. Посмотреть рекомендуемую толщину костной ткани, рассчитанную после изменения вестибуло-орального наклона зуба.

4. Проанализировать полученные данные, что позволит спланировать ортодонтическое лечение.

Результаты, полученные при проведении КЛКТ исследования, обрабатывали с помощью методов вариационной статистики, описана средняя арифметическая, ошибка нормы и достоверность. Статистический анализ полученных данных был проделан на основе компьютерных программ Statistica 7.0 for Windows (Stat Soft, Inc., США).

РЕЗУЛЬТАТЫ

Нами описана и заполнена таблица (таблица 1) по изучению толщины костной ткани в области каждого зуба у пациентов с протрузией и ретрузией.

Толщина костной ткани у зуба 1.1 с вестибулярной поверхности в пришеечной трети на 29,1% больше в группе с протрузией (p > 0,05), в средней трети на 30% больше в группе с ретрузией (p < 0,001), в области апекса на 35% больше в группе с протрузией (p > 0,05). Толщина костной ткани с палатинальной поверхности в пришеечной трети на 9,7% больше в группе с ретрузией (p > 0,05), в средней трети на 62,7% больше в группе с протрузией (p < 0,001), а в области апекса на 8% больше в группе с ретрузией (p > 0,05). Площадь костной ткани на 5% больше в группе с ретрузией (p < 0,001), длина корня на 4% больше в группе с протрузией (p < 0,001), и высота межзубной перегородки на 4,1% больше в группе с протрузией (p < 0,001). Аналогичным образом были описаны зубы фронтального сегмента.

После проведенных измерений, нам удалось установить анализ изучаемых томограмм у двух групп пациентов с протрузией и ретрузией резцов на верхней челюсти показал, что дефицит костной ткани в пришеечной трети с вестибулярной стороны у зуба 1.1 на 29% (p > 0,05) больше в группе с ретрузией, у зуба 2.1 на 37,5% (p > 0,05) дефицит больше в группе с ретрузией. В пришеечной трети с вестибулярной стороны у зуба 1.2 в группе с ретрузией дефицит на 14,1% больше, у зуба 2.2 дефицит больше на 6,9% в группе с ретрузией. У зуба 1.3 дефицит больше на 28,9% (p > 0,05) в группе с ретрузией. У зуба 2.3 дефицит больше на 42,4% (p > 0,05) в группе с ретрузией.

С палатинальной поверхности дефицит костной ткани в пришеечной трети у зуба 1.1 больше на 19,7% в группе с протрузией. У зуба 2.1 дефицит больше на 18,8% (p > 0,05) в группе с протрузией. У зуба 1.2 дефицит больше на 23,8% в группе с протрузией, у зуба 2.2 дефицит больше на 23% в группе с протрузией. У клыков дефицит больше в группе с ретрузией: у зуба 1,3 на 8,3%, у зуба 2.3 на 13,8% (p > 0,05).

Затем нами был проведен анализ томограмм пациентов с патологическими наклонами фронтальной группы зубов, у пациентов с протрузией и ретрузией на нижней челюсти (таблица 2).

Толщина костной ткани у зуба 3.1 в пришеечной трети с вестибулярной стороны на 63,9% больше в группе с протрузией протрузии (p < 0,001), в средней трети на 48,9% больше при ретрузии (p < 0,001), в области апекса на 2,4% больше при ретрузии (p > 0,05). Объем костной ткани с лингвальной стороны в пришеечной трети на 45,2% больше в группе с ретрузией (p > 0,05), в средней трети на 8,2% больше при ретрузии (p > 0,05), у апекса данные схожие в двух группах (p > 0,05), длина корня на 10,7% больше при ретрузии (p < 0,001), высота межзубной перегородки на 17% больше при ретрузии (p < 0,001).

Необходимо отметить, что наблюдался дефицит костной ткани в пришеечной трети с вестибулярной стороны у центральных резцов: у зуба 3.1 на 63,9% де-

фицит больше в группе с ретрузией, у зуба 4.1 на 63% ($p > 0,05$) дефицит больше в группе с ретрузией. У латеральных резцов в пришеечной трети с вестибулярной стороны: у зуба 3.2 – в группе с ретрузией дефицит больше на 55,3% ($p > 0,05$), у зуба 4.2 дефицит больше на 68,4% в группе с ретрузией. У зуба 3.3 дефицит больше на 57,5% ($p > 0,05$) в группе с ретрузией. У зуба 4.3 на 82,4% дефицит больше в группе с ретрузией.

У фронтальных зубов нижней челюсти с лингвальной поверхности наблюдается больший дефицит в группе с протрузией: у зуба 3.1 дефицит больше на 45,2% ($p > 0,05$) в группе с протрузией, у зуба 4.1 дефицит больше на 40% в группе с протрузией, у зуба 3.2 дефицит больше на 27,1% в группе с протрузией, у зуба 4.2 дефицит больше на 23,5% ($p > 0,05$) в группе с протрузией, у зуба 3.3 дефицит больше на 2,3% в группе с протрузией. У 4.3 дефицит больше на 2,2% в группе с протрузией.

Рассмотрим томограмму пациента с протрузией резцов верхней и нижней челюсти. Угол наклона резцов верхней челюсти до начала ортодонтического лечения $U1/NL = 60^\circ$, после лечения – 65° . Угол наклона нижних резцов $L1/ML = 111^\circ$, после лечения – 104° . Проведено перемещение зубов фронтальной группы на верхней челюсти на 5° , на нижней на 7° , данные к/т перемещения показывают, что у зубов верхней челюсти не наблюдается дефицита костной ткани в пришеечной трети. Используя предложенную нами таблицу при исходной толщине костной ткани 1,3 мм у зуба 1.1, при длине корня зуба 12 мм, при изменении градуса наклона на 5° рекомендованная толщина

костной ткани составила [0,35-0,37] (рис. 3). У зуба 1.2 исходная толщина костной ткани равна 1,2 мм в пришеечной трети, при изменении наклона зуба на 5° рекомендованная толщина костной ткани [0,379...0,408] мм при длине зуба 13 мм. (рис. 4). У резцов нижней челюсти при изменении наклона зубов на 7° по данным к/т обнаружен дефицит костной ткани. У зуба 3.2 при исходной толщине костной ткани в пришеечной трети 0,6 мм, длине корня 13,2 мм рекомендованная толщина костной ткани по данным универсальной таблицы составила [0,532...0,573] мм, что недопустимо ввиду недостаточной толщины костной ткани (рис. 5). У зуба 3.3 при исходной толщине костной ткани 0,2 мм и длине корня 13,5 мм, рекомендованная толщина костной ткани по данным универсальной таблицы составила [0,532...0,573] мм, что недопустимо ввиду недостаточной толщины костной ткани (рис. 6).

ОБСУЖДЕНИЕ

При анализе томограммы пациентов с патологическими наклонами зубов выявлено, что у пациентов группы с протрузией и ретрузией на верхней челюсти в пришеечной трети с вестибулярной и палатинальной поверхности дефицит кости отмечается у двух исследуемых групп. Однако в группе с ретрузией дефицит выражен значительно с вестибулярной поверхности в пришеечной трети. И наоборот, с палатинальной стороны у центральных и боковых резцов дефицит более выражен в группе с протрузией. Площадь костной ткани имеет наибольшие значения в группе с ретрузией. Дли-

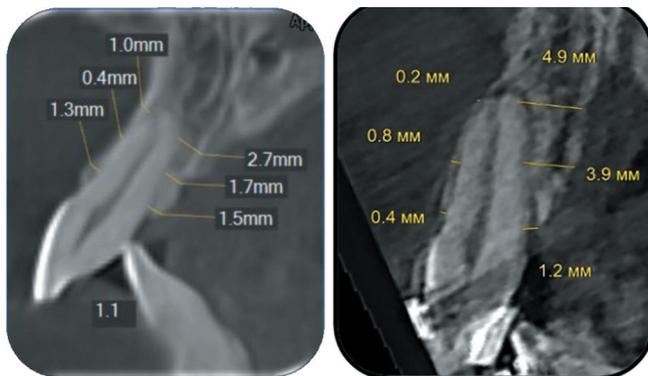


Рис. 3. Толщина костной ткани в пришеечной трети до и после изменения наклона, зуб 1.1 на 5° .

Fig. 3. The thickness of the bone tissue in the cervical third before and after the change in inclination, tooth 1.1 by 5° .

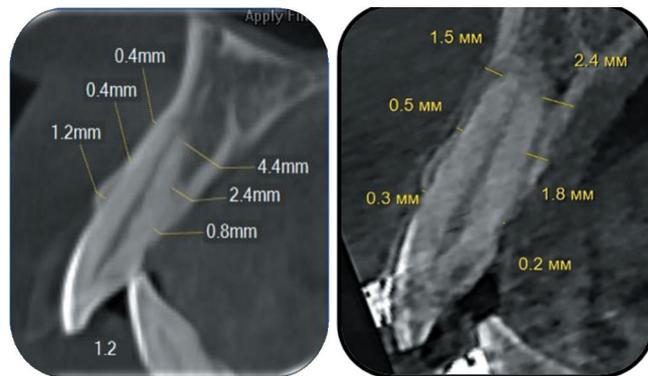


Рис. 4. Толщина костной ткани в пришеечной трети до и после изменения наклона зуба 1.2, на 5° .

Fig. 4. The thickness of the bone tissue in the cervical third before and after changing the inclination of the tooth 1.2, by 5° .

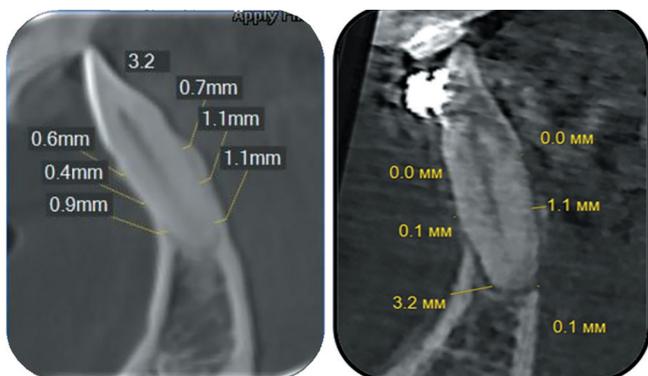


Рис. 5. Толщина костной ткани в пришеечной трети до и после изменения наклона, зуб 3.2 на 7° .

Fig. 5. Bone thickness in the cervical third before and after the change in inclination, tooth 3.2 by 7° .

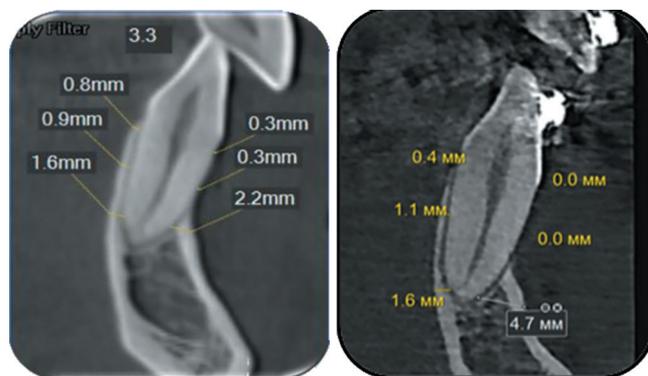


Рис. 6. Толщина костной ткани в пришеечной трети до и после изменения наклона, зуб 3.3 на 7° .

Fig. 6. Bone thickness in the cervical third before and after the change in inclination, tooth 3.3 by 7° .

на корня и высота межзубной перегородки значимых различий не имеют. При изучении состояния костной ткани на нижней челюсти, дефицит костной ткани в пришеечной трети с вестибулярной и лингвальной поверхности отмечается так же в двух исследуемых группах. Однако в группе с ретрузией дефицит выражен значительно с вестибулярной поверхности в пришеечной трети. И наоборот, с лингвальной стороны у центральных и боковых резцов дефицит более выражен в группе с протрузией.

ВЫВОДЫ

При анализе томограммы пациентов с патологическими наклонами зубов, у пациентов группы с протрузией и ретрузией на верхней челюсти в пришеечной трети с вестибулярной и палатинальной поверхности дефицит костной ткани отмечается у двух исследуемых групп. Однако в группе с ретрузией дефицит выражен значительно с вестибулярной поверхности в пришеечной трети. И наоборот, с палатинальной стороны у центральных и боковых резцов дефицит более выражен в группе с протрузией. Площадь костной ткани имеет наибольшие зна-

чения в группе с ретрузией. Длина корня и высота межзубной перегородки значимых различий не имеют.

Таким образом можно установить, что дефицит костной ткани у зубов нижней челюсти в пришеечной трети с вестибулярной и лингвальной поверхности отмечается в двух исследуемых группах. Однако в группе с ретрузией дефицит выражен значительно с вестибулярной поверхности в пришеечной трети. И наоборот, с лингвальной стороны у центральных и боковых резцов дефицит более выражен в группе с протрузией.

Показана эффективность использования универсальной таблицы, данные которой позволяют врачам ортодонтам получать сведения о необходимой толщине костной ткани при изменении наклона зуба в зоне перемещения. Проведя измерения костной ткани по предложенной нами методике совместно с использованием универсальной таблицы, была предложена оптимальная тактика безопасного перемещения зуба с учетом дефицита костной ткани на различных уровнях длины корня.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Денисова Ю. Л. Особенности комплексного лечения заболеваний пародонта в сочетании с зубочелюстными аномалиями с применением пассивной самолигирующей системы Damon System (Ormco). Проблемы стоматологии. 2010;2:40-46.

2. I. S. Kopetskiy, N. G. Meskhiya, A. I. Kopetskaya et al. Planning orthodontic frontal teeth inclination and estimating bone thickness from cone-beam computed tomography images. Bulletin of Russian State Medical University. 2021; 2:39-45. doi:10.24075/BRSMU.2021.015

3. Bayome M, Park JH, Han SH, Baek SH, Sameshima GT, Kook YA. Evaluation of dental and basal arch forms using cone-beam CT and 3D virtual models of normal occlusion. Aust Orthod J. 2013 May;29 (1):43-51.

4. Bulyalert A, Pimkhaokham A. A novel classification of anterior alveolar arch forms and alveolar bone thickness: A cone-beam

computed tomography study. Imaging Sci Dent. 2018 Sep;48 (3):191-199. doi:10.5624/isd.2018.48.3.191.

5. О. И. Арсенина, А. И. Грудянов, А. Г. Надточий и соавт. Совершенствование диагностики состояния тканей пародонта у пациентов с различным биотипом десны. Российский стоматологический журнал. 2019;23 (3-4):153-157. doi:10.18821/1728-2802-2019-23-3-4-153-157.

6. Е. И. Мерзвинская, А. Б. Слабковская, Н. С. Дробышева и соавт. Оценка костных и мягкотканых параметров по компьютерным томограммам у пациентов с гнатической формой дистальной окклюзии и ретрузии резцов верхней челюсти. Бюллетень медицинских интернет-конференций. 2013;9 (3): 1097-1099.

REFERENCES:

1. Denisova Yu. L. Features of the complex treatment of periodontal diseases in combination with dentoalveolar anomalies using the passive self-ligating system Damon System (Ormco). Problems of dentistry. 2010;2:40-46.

2. I. S. Kopetskiy, N. G. Meskhiya, A. I. Kopetskaya et al. Planning orthodontic frontal teeth inclination and estimating bone thickness from cone-beam computed tomography images. Bulletin of Russian State Medical University. 2021; 2:39-45. doi:10.24075/BRSMU.2021.015

3. Bayome M, Park JH, Han SH, Baek SH, Sameshima GT, Kook YA. Evaluation of dental and basal arch forms using cone-beam CT and 3D virtual models of normal occlusion. Aust Orthod J. 2013 May;29 (1):43-51.

4. Bulyalert A, Pimkhaokham A. A novel classification of anterior alveolar arch forms and alveolar bone thickness: A cone-beam

computed tomography study. Imaging Sci Dent. 2018 Sep;48 (3):191-199. doi:10.5624/isd.2018.48.3.191.

5. O. I. Arsenina, A. I. Grudyanov, A. G. Nadtochiy et al. Improving the diagnosis of the state of periodontal tissues in patients with different gum biotypes. Russian Dental Journal. 2019;23 (3-4):153-157. doi:10.18821/1728-2802-2019-23-3-4-153-157.

6. E. I. Merzhvinskaya, A. B. Slabkovskaya, N. S. Drobysheva et al. Evaluation of bone and soft tissue parameters according to computed tomograms in patients with gnathic form of distal occlusion and retrusion of the maxillary incisors. Bulletin of Medical Internet Conferences. 2013;9 (3): 1097-1099.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ:

Копецкий И.С. – доктор медицинских наук, заведующий кафедрой терапевтической стоматологии, профессор.

Месхия Н.Г. – ассистент кафедры терапевтической стоматологии.

Копецкая А.И. – лаборант кафедры терапевтической стоматологии.

Никольская И.А. – доцент кафедры терапевтической стоматологии.

Кабисова Г.С. – доцент кафедры терапевтической стоматологии.

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования "Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова" Министерства здравоохранения Российской Федерации. 117997, Россия, г. Москва, ул. Островитянова, 1.

AUTHOR INFORMATION:

Igor S. Kopetskiy – Doctor of Medical Sciences, Head of the Department of Therapeutic Dentistry, Professor.

Nana G. Meskhiya – Assistant of the Department of Therapeutic Dentistry.

Alena I. Kopetskaya – Laboratory assistant of the Department of Therapeutic Dentistry.

Irina A. Nikolskaya – Associate Professor of the Department of Therapeutic Dentistry.

Galina S. Kabisova – Associate Professor of the Department of Therapeutic Dentistry.

Pirogov Russian National Research Medical University (Pirogov Medical University). 1, Ostrovityanova st., Moscow, 117997, Russia.

ВКЛАД АВТОРОВ:

Копецкий И.С. – окончательное одобрение варианта статьи для опубликования.

Месхия Н.Г. – сбор данных или анализ и интерпретацию данных.

Копецкая А.И. – существенный вклад в замысел и дизайн исследования.

Никольская И.А. – существенный вклад в замысел и дизайн исследования.

Кабисова Г.С. – существенный вклад в замысел и дизайн исследования.

AUTHOR'S CONTRIBUTION:

Igor S. Kopetskiy – approved the version to be published.

Nana G. Meskhiya – the acquisition, analysis, or interpretation of data for the article.

Alena I. Kopetskaya – has made a substantial contribution to the concept or design of the article.

Irina A. Nikolskaya – has made a substantial contribution to the concept or design of the article.

Galina S. Kabisova – has made a substantial contribution to the concept or design of the article.

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

Месхия Н.Г. / Nana G. Meskhiya, E-mail: nilipelka@gmail.com.

Анализ кристаллограмм ротовой жидкости в динамике лечения пациентов с патологией слизистой полости рта

© Македонова Ю.А.^{1,2}, Александрина Е.С.¹, Дьяченко С.В.¹, Афанасьева О.Ю.¹, Куркина О.Н.¹

¹Волгоградский государственный медицинский университет, Волгоград Россия.

²Волгоградский медицинский научный центр, Волгоград, Россия.

Резюме:

Одним из методов экспресс-диагностики является кристаллографическое исследование ротовой жидкости данной категории больных. На основании количественных и качественных критериев слюны, полученных методом клиновидной дегидратации, можно неинвазивно оценить эффективность проводимой терапии и своевременно откорректировать назначенное лечение.

Цель. Провести сравнительный анализ кристаллограмм ротовой жидкости в динамике лечения пациентов с патологией слизистой полости рта.

Материалы и методы. проведено обследование 90 пациентов с диагнозом: K12.00 афтозный стоматит (малый), хронический рецидивирующий афтозный стоматит (легкая форма). Все пациенты разделены на 3 групп согласно методам терапии 1:1:1 по принципу рандомизации. Для оценки состояния ротовой жидкости пациентов с афтозным стоматитом на фоне различных методов лечения применялся метод клиновидной дегидратации, где переход высыхающей биологической жидкости в твердое состояние приводит к определенному статическому порядку, который можно наблюдать и исследовать. В качестве материала для исследования использовалась слюна.

Результаты. При качественном анализе кристаллограмм выявлены различные типы структур с включением призматических кристаллов изогнутой формы. Обнаружены призматический, фрагментарный, изогнутый, X-образный, скелетный типы кристаллов на всем поле зрения. При этом отсутствовала четкая структурированная картина в результате нарушения процесса нормальной кристаллизации.

Выводы. Существует явная потребность в дальнейших исследованиях молекулярного этиопатогенеза этих состояний, которые должны позволить выявить более специфические молекулярные мишени для разработки диагностических тестов и терапевтического вмешательства. На основании полученных данных метод клиновидной дегидратации, применяемый для кристаллографического исследования ротовой жидкости объективно отражает состояние слизистой полости рта и может применяться в качестве дополнительного неинвазивного метода диагностики воспалительно деструктивных заболеваний слизистой полости рта, а также для коррекции плана лечения и контроля результатов проводимой терапии.

Ключевые слова: кристаллография, ротовая жидкость, слизистая оболочка полости рта, хронический рецидивирующий афтозный стоматит.

Статья поступила: 20.01.2022; **исправлена:** 28.02.2022; **принята:** 07.03.2022.

Конфликт интересов: Авторы декларируют отсутствие конфликта интересов.

Для цитирования: Македонова Ю.А., Александрина 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.

Analysis of crystallograms of oral fluid in the dynamics of treatment of patients with pathology of the oral mucosa

© Yuliya A. Makedonova^{1,2}, Ekaterina S. Aleksandrina¹, Svetlana V. Dyachenko¹, Olga Yu. Afanayeva¹, Oksana N. Kurkina¹

¹Volgograd State Medical University, Volgograd, Russia

²Volgograd Medical Research Center, Volgograd, Russia

Abstract:

One of the express diagnostic methods is a crystallographic study of the oral fluid of this category of patients. Based on the quantitative and qualitative criteria of saliva obtained by the method of wedge dehydration, it is possible to non-invasively assess the effectiveness of the therapy and timely correct the prescribed treatment.

Aim. To conduct a comparative analysis of the crystallograms of the oral fluid in the dynamics of the treatment of patients with pathology of the oral mucosa.

Materials and methods. 90 patients were examined with a diagnosis of K12.00 aphthous stomatitis (small), chronic recurrent aphthous stomatitis (mild form). All patients were divided into 3 groups according to the methods of therapy 1:1:1 according to the principle of randomization. To assess the state of the oral fluid of patients with aphthous stomatitis against the background of various methods of treatment, the method of wedge-shaped dehydration was used, where the transition of a drying biological fluid into a solid state leads to a certain static order that can be observed and studied. Saliva was used as the material for the study.

Results. A qualitative analysis of the crystallograms revealed various types of structures with inclusions of bent prismatic crystals. Prismatic, fragmentary, curved, X-shaped, skeletal types of crystals were found throughout the entire field of view. At the same time, there was no clear structured picture as a result of a violation of the normal crystallization process.

Conclusion. There is a clear need for further research into the molecular etiopathogenesis of these conditions, which should allow the identification of more specific molecular targets for the development of diagnostic tests and therapeutic intervention. Based on the data obtained, the wedge dehydration method used for crystallographic examination of the oral fluid objectively reflects the state of the oral mucosa and can be used as an additional non-invasive method for diagnosing inflammatory and destructive diseases of the oral mucosa, as well as for correcting the treatment plan and monitoring the results of therapy.

Keywords: crystallography, oral fluid, oral mucosa, chronic recurrent aphthous stomatitis.

Received: 20.01.2022; **revised:** 28.02.2022; **accepted:** 7.03.2022.

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

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

For citation: Yuliya A. Makedonova, Ekaterina S. Aleksandrina, Svetlana V. Dyachenko, Olga Yu. Afanasyeva, Oksana N. Kurkina. 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.

ВВЕДЕНИЕ

На сегодняшний день неуклонно растет распространенность заболеваний слизистой оболочки полости рта [1]. Это обусловлено рядом факторов. Во-первых, снижение иммунной реактивности организма на фоне сопутствующей патологии, в том числе и на фоне COVID-19 [2,3]. Во-вторых, ряд заболеваний слизистой полости рта связано со стрессовыми жизненными событиями [4-6]. Исследование 160 пациентов с рецидивирующим афтозным стоматитом (средний возраст 36,03 года, 65% женщин), проводившееся в течение 1 года, показало, что переживание стрессового события в жизни увеличило шансы эпизода рецидивирующего афтозного стоматита почти в три раза (соотношение шансов [CO] = 2,72; 95% доверительный интервал [CI] = 2,04-3,62). При изучении психологические стрессоры (такие как экзамен или собеседование) оказывали большее влияние (ИЛИ = 3,46, 95% ДИ = 2,54-4,72), чем физические стрессоры (такие как физическое заболевание или травма) (ИЛИ = 1,44; 95% ДИ = 1,04-1,99) в возникновении рецидивирующих афтозных эпизодов стоматита [7-10]. Травма, хроническое раздражение высокими температурами и химическими компонентами при курении приводит к утолщению слизистой оболочки полости и нарушению барьерной функции [11,12]. На сегодняшний день немногочисленные авторы сообщают о возможной корреляции между раком и рецидивирующим афтозным стоматитом [13]. Одна из гипотез заключается в том, что нарушение регуляции в клеточно-опосредованном состоянии иммунитета и накопление множества провоспалительных цитокинов и Т-клеток могут быть связаны с раковыми опухолями [14]. При наличии фактора некроза опухоли – альфа (TNF-а) и интерлейкина (IL) – 6 наивные CD4 Т-клетки могут развиваться в клетки Th-22, которые секретируют IL-22 и TNF-а [15].

Имеются данные, свидетельствующие о том, что клетки Th-22 участвуют в раковых заболеваниях [16].

Одними из наиболее часто встречающихся заболеваний слизистой полости рта являются такие патологии как stomatitis, красный плоский лишай, хронический рецидивирующий афтозный стоматит и патология слизистой на фоне перенесенной новой коронавирусной инфекции [17-19]. ХРАС – это одно из самых распространенных заболеваний слизистой оболочки полости рта во всех географических регионах [20]. Gröschl M. и соавторы провели всестороннее проспективное анкетное исследование о распространенности рецидивирующего афтозного стоматита с участием более 10 000 молодых людей в 21 разных странах [21]. В этом исследовании 38,7% мужчин и 49,7% женщин сообщили о двух или более предыдущих случаях рецидивирующего афтозного стоматита. Приблизительно 25% участников сообщили, по крайней мере, об одном эпизоде рецидивирующего афтозного стоматита в течение прошедшего 1 года. Рецидивирующий афтозный стоматит чаще всего наблюдается у молодых пациентов с пиковым началом в возрасте от 18 до 44 лет [22]. Незначительные афтозные язвы с легкими симптомами обычно не требуют специального лечения. Местные меры, такие как использование полосканий для полости рта, могут быть достаточными, пока язвы не заживают спонтанно. Когда язвы становятся надоедливыми и болезненными, назначается лечение, которое часто ищут разочарованные пациенты. Рецидивирующие язвы в полости рта могут возникать в результате различных несоответствующих этиологий и, следовательно, могут представлять диагностическую проблему. Исторически, диагноз многих из этих состояний был поставлен, основываясь только на клинической картине, иногда вместе с биопсией ткани. Однако не в каждом случае будут представлены типичные клинические или гистологические особенности, связанные с определенным состоянием. Лечение многих из этих состояний также было неспецифичным, часто с участием нецелевых противовоспалительных или иммунодепрессивных агентов. Существует

явная потребность в дальнейших исследованиях этиопатогенеза этих состояний, которые должны позволить выявить более специфические молекулярные мишени для разработки диагностических тестов и терапевтического вмешательства [23].

Одним из методов экспресс-диагностики является кристаллографическое исследование ротовой жидкости данной категории больных. На основании количественных и качественных критериев слюны, полученных методом клиновидной дегидратации, можно неинвазивно оценить эффективность проводимой терапии и своевременно откорректировать назначенное лечение [24, 25].

Основой терапии является применение актуальных стероидов [26]. Инъекция стероидов может также использоваться для болезненных, больших поражений. В некоторых случаях системная терапия стероидами или другими агентами может быть необходима в краткосрочной перспективе [27]. Недавний Кокрановский обзор системных методов лечения рецидивирующего афтозного стоматита включал 25 испытаний и показал, что ни один препарат не был эффективным, и результаты оставались неубедительными. Некоторые изученные препараты перечислены в таблице 1.

Главной задачей врача-стоматолога является не только купировать воспаление в ранние сроки, но и создать депо лекарственного препарата в очаге поражения, используя при этом систему доставки лекарственных препаратов [28,29]. Одним из таких препаратов является гидрогелевый материал на основе альгината натрия с деринатом (дезоксирибонуклеатом натрия) – Колетекс-гель. Действие Колетекс-геля обусловлено входящими в его состав компонентами: деринат – способствует регенерации и репарации тканей, восстанавливает местный иммунитет. Альгинат натрия – природный полисахарид, обладает гемостатическим действием, создает атравматичный защитный слой на поверхности, стимулирует процесс заживления. Препарат обладает двусторонним действием – ускоряет процессы репаративной регенерации слизистой полости рта и устраняет развившееся нарушение регуляции местного иммунитета.

ЦЕЛЬ

Провести сравнительный анализ кристаллограмм ротовой жидкости в динамике лечения пациентов с патологией слизистой полости рта.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Для реализации поставленной цели проведено обследование 90 пациентов с диагнозом: K12.00 афтозный стоматит (малый), хронический рецидивирующий афтозный стоматит (легкая форма). Все пациенты разделены на 3 групп согласно методам терапии 1:1:1 по принципу рандомизации.

I-ая группа (основная) – проводилось местное традиционное лечение: обезболивающие препараты (2% раствор лидокаина), протеолитические ферменты, антисептические средства (0,05% раствор хлоргексидина) и кератопластики (масляный раствор витамина А); II-ая группа (сравнения) в схему лечения больных включены аппликации Колетекс-геля по следующей схеме – на слизистую оболочку нанести 1 мл геля на 1 см пораженной области. Время экспозиции от 30 минут до 1 часа; 2-3 раза в день; III-ая группа (контрольная) – лица с интактной слизистой оболочкой рта для кристаллографического метода исследования.

Таблица 1. Препараты, применяемые в лечении ХРАС.

Table 1. Drugs used in the treatment of CRAS.

Препараты местного действия	Препараты системного действия
Триамцинолонаацетонид	Преднизон
Доксициклин	Колхицин
Миноциклин	Левамизол
Амлексанокс	Витамины (В 12)
Лазерная терапия	

Для оценки состояния ротовой жидкости пациентов с афтозным стоматитом на фоне различных методов лечения применялся метод клиновидной дегидратации, где переход высыхающей биологической жидкости в твердое состояние приводит к определенному статическому порядку, который можно наблюдать и исследовать [30]. В качестве материала для исследования использовалась слюна. С помощью специальной компьютерной программы МорфоТест-4 проводился качественный и количественный анализ – описание общей кристаллографической картины, выявление маркеров патологии до начала лечения и на разных сроках на фоне различных методов терапии.

Забор материала произведен натощак, пациенты перед приемом стоматолога не чистили зубы или через 4 часа после последнего приема пищи и проведении гигиены ротовой полости. Больных просили сплевывать в чистые высушенные пробирки объемом 5 мл. Перед помещением исследуемого образца на предметное стекло ротовую жидкость центрифугировали в течение 10 мин. в режиме 3000 об/мин. Готовые стекла нагревали в термостате при $t 370^{\circ}\text{C}$ в течение 30 минут. Исследование проводилось с помощью лабораторного микроскопа Axioscope 40 при начальном увеличении 100x. Анализ кристаллограмм проводили на основании изучения следующих параметров: расчет площади центральной и периферической зон [31]. Сравнительная характеристика кристаллизованных минеральных компонентов фации проводилась по следующим параметрам: тип кристалла, форма кристалла, размер кристалла. При микроскопическом анализе фации учитывались следующие формы кристаллов: скелетный, фрагментарный, угнетённый дендрит, разветвлённый дендрит, призматический, спиральный, X-образный. Также изучались кристаллы двух типов, скелетный и призматический с изогнутой формой, для оценки степени нарушения нормального процесса кристаллизации во время их образования. При количественном расчете показателей учитывали площадь центральной, промежуточной и краевой зон, в мкм.

Результаты лабораторных исследований оценивали до начала терапии и через 10 дней после лечения по мере заживления слизистой полости рта.

Обработка и анализ полученной информации проведён с использованием операционной системы Microsoft Windows 10. Статистическая обработка полученных результатов выполнена в программе Statistica 13.0. Статистический анализ проведен методом вариационной статистики с определением средней величины (M), ее средней ошибки ($\pm m$), оценки достоверности различия по группам с помощью критерия Стьюдента (t), при $p < 0,05$, $t \geq 2$.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Первоначально были исследованы полученные кристаллограммы у пациентов контрольной группы, у здоровых людей. Отмечалось четкое разделение на внеш-

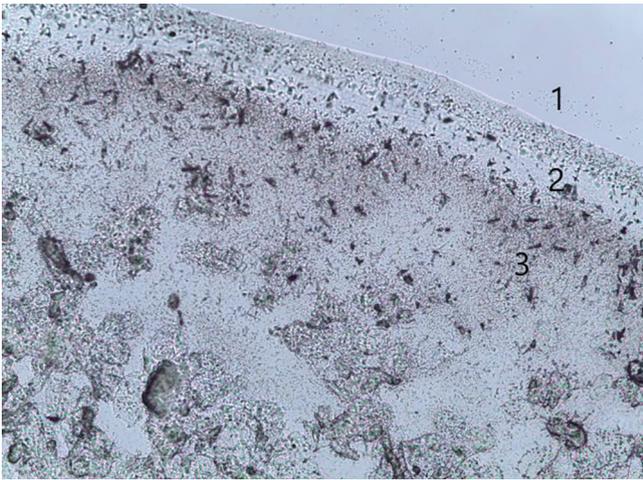


Рис. 1. Кристаллограмма здоровых людей, ув.х100.
Fig. 1. Crystallogram of healthy people, x100.

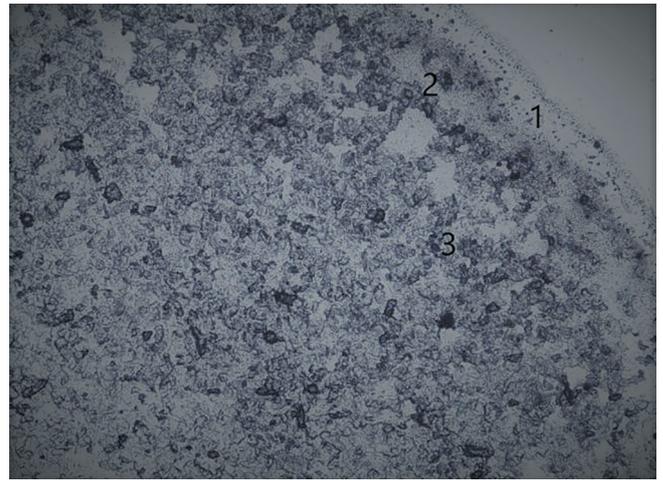


Рис. 3. Кристаллограмма пациентов с афтозным стоматитом.

Fig. 3. Crystallogram of patients with aphthous stomatitis.

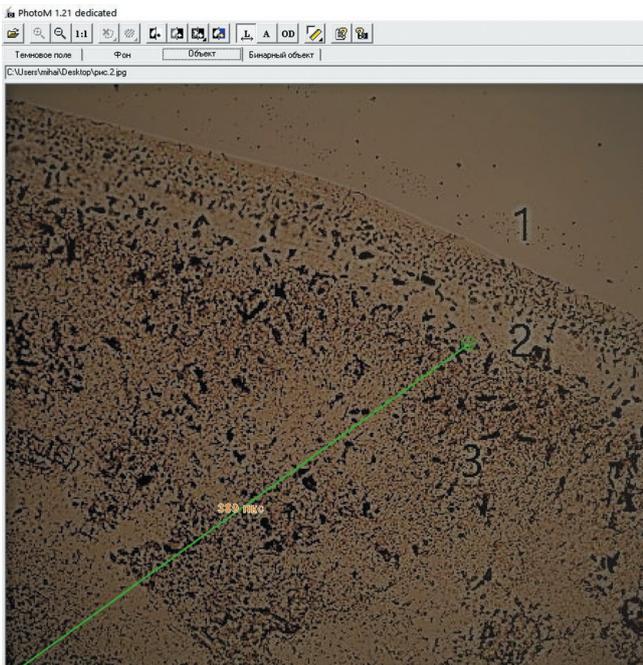


Рис. 2. Расчет площади трех зон на программе ВидеоТестМорфо- 4.

Fig. 2. Calculation of the area of three zones using the VideoTestMorpho-4 program.

нию (периферическую – 1), переходную (промежуточную – 2) и внутреннюю (центральную- 3) зоны (рис. 1).

Внешняя зона имела гомогенную структуру без включения дополнительных элементов. В промежуточной зоне отмечались мелкие кристаллические образования, кристаллизация соли в белке. Внутренняя центральная зона была устлана мелкими кристаллическими гомогенными образованиями без каких-либо дополнительных включений.

Площадь внешней зоны составила $0,193 \pm 0,002$ мкм, площадь промежуточной зоны $0,283 \pm 0,004$ мкм, площадь центральной зоны – $0,602 \pm 0,003$ мкм (рис. 2).

Кристаллограмма пациентов с афтозным стоматитом до начала лечения существенно отличалась от группы здоровых лиц как в качественных, так и в количественных показателях (рис. 3).

При качественном анализе кристаллограмм выявлены различные типы структур с включением призматических

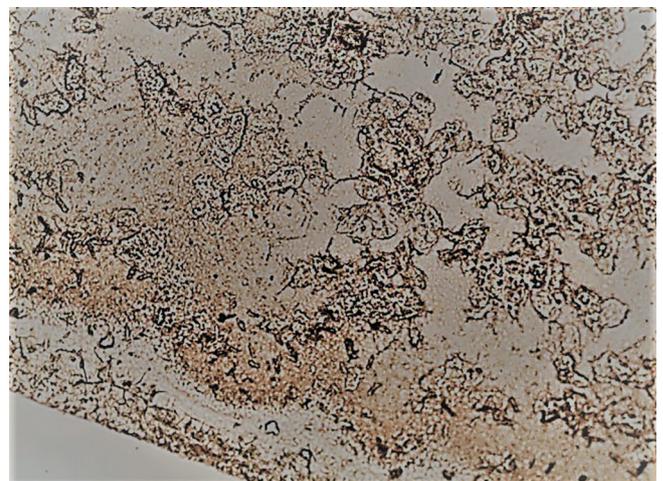


Рис. 4. Кристаллограмма пациентов I группы через 10 дней от начала фармакотерапии.

Fig. 4. Crystallogram of patients of group I 10 days after the start of pharmacotherapy.

кристаллов изогнутой формы. Обнаружены призматический, фрагментарный, изогнутый, X-образный, скелетный типы кристаллов на всем поле зрения. При этом отсутствовала четкая структурированная картина в результате нарушения процесса нормальной кристаллизации.

Площадь внешней зоны составила $0,357 \pm 0,002$ мкм, площадь промежуточной зоны – $0,435 \pm 0,003$ мкм, площадь центральной зоны – $0,255 \pm 0,003$ мкм. Из полученных данных следует, что площадь центральной зоны существенно уменьшена за счет увеличения площадей промежуточной и периферической зон. Существенное увеличение площади внешней зоны свидетельствуют об активном воспалительном процессе в полости рта.

У пациентов I группы (традиционная терапия) через 10 дней после лечения кристаллограмма представлена дополнительными включениями, не характерными для нормы, отмечалось изменение характера кристаллов, бесформенными элементами, что свидетельствует о патологической кристаллизации ротовой жидкости (рис. 4).

Количественный анализ расчета площадей периферической, промежуточной и центральной зон представлен в таблице 2.

Таблица 2. Сравнительный количественный анализ кристаллограмм пациентов, мкм.

Table 2. Comparative quantitative analysis of crystallograms of patients, microns.

	Площадь периферической зоны	Площадь промежуточной зоны	Площадь центральной зоны
Контроль	0,193 ± 0,002*	0,283 ± 0,004*	0,602 ± 0,003*
До начала лечения	0,357 ± 0,002**	0,435 ± 0,003**	0,255 ± 0,003**
I группа	0,305 ± 0,005*	0,428 ± 0,004*	0,236 ± 0,009*
II группа	0,201 ± 0,002**	0,310 ± 0,003**	0,575 ± 0,004**

* Статистическая значимость различий относительно группы контроля, при $p < 0,05$.

** Статистическая значимость различий относительно показателя до начала лечения, при $p < 0,01$.

Так, площадь периферической зоны в I группе существенно не изменило свое значение и составило $0,305 \pm 0,005$ мкм, во II группе пациентов напротив, отмечается существенное статистически значимое уменьшение площади периферической и промежуточной зон на фоне увеличения площади центральной зоны. При этом, отмечается статистическая значимость различий относительно показателя до начала терапии ($p < 0,01$). У пациентов, заживление афт которых проходило на фоне традиционного лечения, площадь центральной зоны в 2,6 раза меньше относительно группы здоровых лиц, площадь промежуточной и периферической зон соответственно больше в 1,5 раза, что характеризует затяжное хроническое воспалительное течение ($p < 0,05$). При сравнении количественного анализа кристаллограмм между первой и второй группами следует отметить, что площадь периферической зоны у пациентов I группы достоверно выше (1,5 раза). У пациентов, в схему лечения которых включены аппликации Колетекс-геля, отмечается статистически значимое уменьшение площади краевой и переходной зон, увеличение объектов центральной зоны, отсутствием хаотичного направления.

ОБСУЖДЕНИЕ

Одним из малоизученных и трудно поддающихся лечению является хронический рецидивирующий афтозный стоматит (ХРАС). В настоящее время лечение хронического рецидивирующего афтозного стоматита сводится к симптоматическому. Это продиктовано отсутствием доказательной базы относительно этиологии и патогенеза данного заболевания, что является предметом постоянных научных споров многих исследователей. До настоящего времени не было разработано причинного лечения ХРАС; вместо этого, местные и системные препараты используются для уменьшения боли и воспаления. Проведенный анализ кристаллограмм пациентов до начала и на фоне проводимого лечения позволяет сделать вывод о необходимости тщательного и подробного сбора анамнеза, клинического и лабораторного обследования каждого пациента с целью выявления индивидуальных общесоматических и местных триггерных факторов, и соответствующей коррекции общепринятой терапии. Так как, основываясь на современные исследования по этиопатогенезу рецидивирующего афтозного стоматита, триггерные факторы в каждом отдельном случае следует определять в индивидуальном порядке, то появляется необходимость в разработке схемы комплексного обследования.

Заключение. У пациентов второй группы спустя 10 дней фармакотерапии кристаллограмма отмечалась подобно фациям группы здоровых лиц. Также не было обнаружено большее количество кристаллов с неправильной изогнутой формой, возникающих в результате нарушений процессов нормальной кристаллизации. В первой же группе несмотря на улучшение ситуации



Рис. 5. Кристаллограмма пациентов II группы через 10 дней от начала фармакотерапии.

Fig. 5. Crystallogram of patients of group II 10 days after the start of pharmacotherapy.

кристаллограмма не соответствовала картине группы контроля, при этом отмечалась статистически достоверная значимость различий (при $p < 0,05$). Рецидивирующие язвы в полости рта могут возникать в результате различных несоответствующих этиологий и, следовательно, могут представлять диагностическую проблему. Исторически, диагноз многих из этих состояний был сделан, основываясь только на клинической картине, иногда вместе с биопсией ткани. Однако не в каждом случае будут представлены типичные клинические или гистологические особенности, связанные с определенным состоянием. Лечение многих из этих состояний также было неспецифичным, часто с участием нецелевых противовоспалительных или иммунодепрессивных агентов. Существует явная потребность в дальнейших исследованиях молекулярного этиопатогенеза этих состояний, которые должны позволить выявить более специфические молекулярные мишени для разработки диагностических тестов и терапевтического вмешательства. На основании полученных данных метод клиновидной дегидратации, применяемый для кристаллографического исследования ротовой жидкости объективно отражает состояние слизистой полости рта и может применяться в качестве дополнительного неинвазивного метода диагностики воспалительно деструктивных заболеваний слизистой полости рта, а также для коррекции плана лечения и контроля результатов проводимой терапии.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

- Alpsoy 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.
- 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.
- Torul D, Omezli MM. Is saliva a reliable biofluid for the detection of COVID-19? *Dent Med Probl.* 2021; 58(2): 229-235. DOI: 10.17219/dmp/132515.
- Анисимова И.В., Золотова Л.Ю., Ломиашвили Л.М., Симонян Л.А. Характеристика данных анкетирования, микрокристаллизации и лабораторных показателей ротовой жидкости у пациентов с красным плоским лишаем. *Проблемы стоматологии.* 2018; 14(1): 5-10. doi: 10.24411/2077-7566-2018-00001.
- 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.
- 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.
- Македонова Ю.А., Александрина Е.С., Варгина С.А., Сищенко Т.А. Сравнительная эффективность местного лечения афтозного стоматита. *Эндодонтия today.* 2021; 19(2): 105-110. DOI: 10.36377/1726-7242-2021-19-2-95-100.
- Roblegg E, Coughran A, Sirjani D. Saliva: An all-rounder of our body. *Eur J Pharm Biopharm.* 2019; 142: 133-141. DOI: 10.1016/j.ejpb.2019.06.016.
- Millsop JW, Wang EA, Fazel N. Etiology, evaluation, and management of xerostomia. *Clin Dermatol.* 2017; 35(5): 468-476. DOI: 10.1016/j.clindermatol.2017.06.010.
- 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.
- 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.
- Kelly P, Connolly E. The prevalence and persistence of saliva in vehicles. *Forensic Sci Int Genet.* 2021; 53: 102-113. DOI: 10.1016/j.fsigen.2021.102530.
- Volle G, Fraison JB, Gobert D, et al. Dietary and nondietary triggers of oral ulcer recurrences in Behçet's disease. *Arthritis Care Res.* 2017; 69(9): 1429-1436. DOI: 10.1002/acr.23155.
- 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.
- 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.
- 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.
- Михальченко Д.В., Македонова Ю.А., Гаврикова Л.М. Кристаллографический анализ ротовой жидкости у пациентов с пост-протетическими осложнениями при дентальной имплантации в динамике лечения. *Вестник Волгоградского государственного медицинского университета.* 2020; 3(75): 97-102. DOI: 10.19163/1994-9480-2020-3(75)-97-102.
- Донская О.С., Антонова И.Н., Горбачева И.А. Маркеры патологии в периферической зоне фаций ротовой жидкости у пациентов с биоминералопатиями. *Российская оториноларингология.* 2017; 3(88): 30-36. DOI: 10.18692/1810-4800-2017-3-30-36.
- Chojnowska S, Baran T, Wilińska I, Sienicka P, Cabaj-Wiater I, Knaś M. Human saliva as a diagnostic material. *Adv Med Sci.* 2018; 63(1): 185-191. DOI: 10.1016/j.advms.2017.11.002.
- Amado F, Calheiros-Lobo MJ, Ferreira R, Vitorino R. Sample Treatment for Saliva Proteomics. *Adv Exp Med Biol.* 2019; 1073: 23-56. DOI: 10.1007/978-3-030-12298-0_2.
- Gröschl M. Saliva: a reliable sample matrix in bioanalytics. *Bioanalysis.* 2017; 9(8): 655-668. DOI: 10.4155/bio-2017-0010.
- Boroumand M, Olanas A, Cabras T, Manconi B, Fanni D, Faa G, Desiderio C, Messana I, Castagnola M. Saliva, a bodily fluid with recognized and potential diagnostic applications. *J Sep Sci.* 2021; 44(19): 3677-3690. DOI: 10.1002/jssc.202100384.
- Strayer EC, Lu S, Ribeiro J, Andersen JF. Salivary complement inhibitors from mosquitoes: Structure and mechanism of action. *J Biol Chem.* 2021; 4(296): 100-106. DOI: 10.1074/jbc.RA120.015230.
- Чуракова Ю.А., Антонова А.А. Микрокристаллография как стандартный метод оценки состояния слюны. *Тихоокеанский медицинский журнал.* 2020; 2 (80): 79-81. DOI: 10.34215/1609-1175-2020-2-79-81.
- Dawes C, Wong DTW. Role of Saliva and Salivary Diagnostics in the Advancement of Oral Health. *J Dent Res.* 2019; 98(2): 133-141. DOI: 10.1177/0022034518816961.
- Яковлева О.С., Марцинкевич А.Ф., Осочук С.С. Кристаллографический метод оценки активности щелочной фосфатазы у пациентов, принимающих статины. *Журнал Гродненского государственного медицинского университета.* 2020; 18(3): 258-263. DOI: 10.25298/2221-8785-2020-18-3-258-263.
- Pokrowiecki R, Wojnarowicz J, Zareba T, Koltsov I, Lojkowski W, Tyski S, Mielczarek A, Zawadzki P. Nanoparticles And Human Saliva: A Step Towards Drug Delivery Systems For Dental And Craniofacial Biomaterials. *Int J Nanomedicine.* 2019; 27(14): 9235-9257. DOI: 10.2147/IJN.S221608.
- Бритова А.А., Колбина А.В. Изменение свойств ротовой жидкости при рентгенодиагностике болезней зубов стоматологических пациентов. *Вестник Новгородского государственного университета.* 2019; 1(113): 66-69. DOI: 10.34680/2076-8052.2019.1(113).66-69.
- Castagnola M, Scarano E, Passali GC, Messana I, Cabras T, Iavarone F, Di Cintio G, Fiorita A, De Corso E, Paludetti G. Salivary biomarkers and proteomics: future diagnostic and clinical utilities. *Acta Otorhinolaryngol Ital.* 2017; 37(2): 94-101. DOI: 10.14639/0392-100X-1598.
- 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.

REFERENCES:

- Alpsoy 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.
- 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.
- Torul D, Omezli MM. Is saliva a reliable biofluid for the detection of COVID-19? *Dent Med Probl.* 2021; 58(2): 229-235. DOI: 10.17219/dmp/132515.
- Anisimova I.V., Zolotova L.YU., Lomiashvili L.M., Simonyan L.A. Characterization of questionnaire data, microcrystallization and laboratory parameters of oral fluid in patients with lichen planus. *Problems of dentistry.* 2018; 14(1): 5-10. (In Russ.). DOI: 10.24411/2077-7566-2018-00001.
- 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.
- 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. [Makedonova YU.A., Aleksandrina E.S., Vargina S.A., Sinenko T.A. Comparative effectiveness of local treatment of aphthous stomatitis. *Endodontics today*. 2021; 19(2): 105-110. (In Russ.). DOI: 10.36377/1726-7242-2021-19-2-95-100.
8. Roblegg E, Coughran A, Sirjani D. Saliva: An all-rounder of our body. *Eur J Pharm Biopharm*. 2019; 142: 133-141. DOI: 10.1016/j.ejpb.2019.06.016.
9. Millsop JW, Wang EA, Fazel N. Etiology, evaluation, and management of xerostomia. *Clin Dermatol*. 2017; 35(5): 468-476. DOI: 10.1016/j.clindermatol.2017.06.010.
10. 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.
11. 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.
12. Kelly P, Connolly E. The prevalence and persistence of saliva in vehicles. *Forensic Sci Int Genet*. 2021; 53: 102-113. DOI: 10.1016/j.fsigen.2021.102530.
13. Volle G, Fraison JB, Gobert D, et al. Dietary and nondietary triggers of oral ulcer recurrences in Behcet's disease. *Arthritis Care Res*. 2017; 69(9): 1429-1436. DOI: 10.1002/acr.23155.
14. 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.
15. 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.
16. 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.
17. Mihalchenko D.V., Makedonova YU.A., Gavrikova L.M. Crystallographic analysis of the oral fluid in patients with post-prosthetic complications during dental implantation in the dynamics of treatment. *Bulletin of the Volgograd State Medical University*. 2020; 3(75): 97-102. (In Russ.). DOI: 10.19163/1994-9480-2020-3(75)-97-102.
18. Donskaya O.S., Antonova I.N., Gorbacheva I.A. Markers of pathology in the peripheral zone of oral fluid facies in patients with biomineralopathies. *Russian otorhinolaryngology*. 2017; 3(88): 30-36. (In Russ.). DOI: 10.18692/1810-4800-2017-3-30-36.
19. Chojnowska S, Baran T, Wilińska I, Sienicka P, Cabaj-Wiater I, Knaś M. Human saliva as a diagnostic material. *Adv Med Sci*. 2018; 63(1): 185-191. DOI: 10.1016/j.advms.2017.11.002.
20. Amado F, Calheiros-Lobo MJ, Ferreira R, Vitorino R. Sample Treatment for Saliva Proteomics. *Adv Exp Med Biol*. 2019; 1073: 23-56. DOI: 10.1007/978-3-030-12298-0_2.
21. Gröschl M. Saliva: a reliable sample matrix in bioanalytics. *Bioanalysis*. 2017; 9(8): 655-668. DOI: 10.4155/bio-2017-0010.
22. Boroumand M, Olianias A, Cabras T, Manconi B, Fanni D, Faa G, Desiderio C, Messana I, Castagnola M. Saliva, a bodily fluid with recognized and potential diagnostic applications. *J Sep Sci*. 2021; 44(19): 3677-3690. DOI: 10.1002/jssc.202100384.
23. Strayer EC, Lu S, Ribeiro J, Andersen JF. Salivary complement inhibitors from mosquitoes: Structure and mechanism of action. *J Biol Chem*. 2021; 4(296): 100-106. DOI: 10.1074/jbc.RA120.015230.
24. Churakova YU.A., Antonova A.A. Microcrystallography as a standard method for assessing the state of saliva. *Pacific Medical Journal*. 2020; 2 (80): 79-81. (In Russ.). DOI: 10.34215/1609-1175-2020-2-79-81.
25. Dawes C, Wong DTW. Role of Saliva and Salivary Diagnostics in the Advancement of Oral Health. *J Dent Res*. 2019; 98(2): 133-141. DOI: 10.1177/0022034518816961.
26. Yakovleva O.S., Marcinkevich A.F., Osochuk S.S. Crystallographic method for assessing alkaline phosphatase activity in patients taking statins. *Journal of Grodno State Medical University*. 2020; 18(3): 258-263. (In Russ.). DOI: 10.25298/2221-8785-2020-18-3-258-263.
27. Pokrowiecki R, Wojnarowicz J, Zareba T, Koltsov I, Lojkowski W, Tyski S, Mielczarek A, Zawadzki P. Nanoparticles And Human Saliva: A Step Towards Drug Delivery Systems For Dental And Craniofacial Biomaterials. *Int J Nanomedicine*. 2019; 27(14): 9235-9257. DOI: 10.2147/IJN.S221608.
28. Britova A.A., Kolbina A.V. Changes in the properties of the oral fluid in the X-ray diagnosis of diseases of the teeth of dental patients. *Bulletin of the Novgorod State University*. 2019; 1(113): 66-69. (In Russ.). DOI: 10.34680/2076-8052.2019.1(113).66-69.
29. Castagnola M, Scarano E, Passali GC, Messana I, Cabras T, Iavarone F, Di Cintio G, Fiorita A, De Corso E, Paludetti G. Salivary biomarkers and proteomics: future diagnostic and clinical utilities. *Acta Otorhinolaryngol Ital*. 2017; 37(2): 94-101. DOI: 10.14639/0392-100X-1598.
30. 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.
31. 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.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ:

Македонова Ю.А. – доктор медицинских наук, доцент, заведующий кафедрой стоматологии института непрерывного медицинского и фармацевтического образования¹; старший научный сотрудник лаборатории инновационных методов реабилитации и абилитации²; ORCID ID: 0000-0002-5546-8570.

Александрина Е.С. – ассистент кафедры стоматологии института непрерывного медицинского и фармацевтического образования; ORCID ID: 0000-0002-3259-5809.

Дьяченко С.В. – ассистент кафедры стоматологии института непрерывного медицинского и фармацевтического образования ВолГМУ; ORCID ID: 0000-0002-5526-8130.

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

Куркина О.Н. – кандидат медицинских наук, доцент кафедры стоматологии института непрерывного медицинского и фармацевтического образования ВолГМУ; ORCID ID: 0000-0002-4759-3777.

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:

Yuliya A. Makedonova – Doctor of 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.

Ekaterina S. Aleksandrina – assistant of the Dentistry Department; ORCID ID: 0000-0002-3259-5809.

Svetlana V. Dyachenko – assistant of the Dentistry Department; ORCID ID: 0000-0002-5526-8130.

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

Oksana N. Kurkina – candidate of Medical Sciences, associate professor of the Dentistry Department; ORCID ID: 0000-0002-4759-3777.

¹Volgograd State Medical University. 1 Pavshih Borcov sq, Volgograd, 400131, Russia.

²Volgograd Medical Scientific Center. 1 Pavshih Borcov sq, Volgograd, 400131, Russia.

ВКЛАД АВТОРОВ:

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

Александрина Е.С. – сбор данных.

Дьяченко С.В. – подготовка статьи.

Афанасьева О.Ю. – интерпретация данных.

Куркина О.Н. – 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.

Ekaterina S. Aleksandrina – the acquisition of data for the article.

Svetlana V. Dyachenko – analysis of data for the article.

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

Oksana N. Kurkina – drafted the article or revised it critically for important intellectual content.

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

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

Оценка неврологического статуса у ортодонтических пациентов с дисфункцией височно-нижнечелюстного сустава

© Велиханова Н.Р.¹, Дробышева Н.С.¹, Шульц Е.И.², Васильченко В.В.³, Шаров М.Н.¹

¹Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный медико-стоматологический университет имени А.И. Евдокимова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Москва, Россия

²Федеральное государственное автономное учреждение «Национальный медицинский исследовательский центр нейрохирургии имени академика Н. Н. Бурденко» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Москва, Россия

³Федеральное государственное бюджетное учреждение «Национальный медицинский исследовательский центр глазных болезней имени Гельмгольца» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Москва, Россия

Резюме:

Цель. Оценить неврологический статус пациентов с аномалиями окклюзии и дисфункцией височно-нижнечелюстного сустава до и после сплент-терапии.

Материалы и методы. Было проведено клиническое обследование, ультразвуковое исследование и магнитно-резонансная ангиография магистральных сосудов головы и шеи 37 пациентам в возрасте от 18 до 44 лет с дисфункцией височно-нижнечелюстного сустава, обусловленной аномалиями окклюзии.

Результаты. Выделены симптомы: физическая слабость, апатия, нарушение памяти, проблемы со сном, снижение слуха, которые являются маркерами изменений кровообращения головного мозга у ортодонтических пациентов с дисфункцией височно-нижнечелюстного сустава. Была обнаружена асимметрия показателей скорости кровотока по средним мозговым артериям при наличии асимметрии диаметров позвоночных артерий. У 57,69% пациентов отмечалось наличие признаков вертеброгенного воздействия на позвоночные артерии в интравертебральном сегменте (V2). Не было выявлено значимой разницы в показателях гемодинамики головного мозга до и после лечения с применением сплент-терапии.

Выводы. Для эффективного лечения дисфункции височно-нижнечелюстного сустава необходим комплексный междисциплинарный подход.

Ключевые слова: Дисфункция височно-нижнечелюстного сустава, сплент-терапия, ультразвуковая диагностика в стоматологии, церебральная гемодинамика.

Статья поступила: 12.01.2022; **исправлена:** 19.02.2022; **принята:** 25.02.2022.

Конфликт интересов: Авторы декларируют отсутствие конфликта интересов.

Благодарности: Финансирование и индивидуальные благодарности для декларирования отсутствуют.

Для цитирования: Велиханова Н.Р., Дробышева Н.С., Шульц Е.И., Васильченко В.В., Шаров М.Н.. Оценка неврологического статуса у ортодонтических пациентов с дисфункцией височно-нижнечелюстного сустава. Эндодонтия today. 2022; 20(1):72-78. DOI: 10.36377/1726-7242-2022-20-1-72-78.

Neurological status assessment in orthodontic patients with temporomandibular joint dysfunction

© Nasyat R. Velikhanova¹, Nailya S. Drobysheva¹, Evgeniy.I. Shults², Vladimir V. Vasilchenko³, Mikhail N. Sharov¹

¹Yevdokimov Moscow State University of Medicine and Dentistry of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation, Moscow, Russia

²Burdenko National Medical Research Center of Neurosurgery of the Ministry of Health of the Russian Federation, Moscow, Russia

³Helmholtz National Medical Research Center for Eye Diseases of the Ministry of Health of the Russian Federation, Moscow, Russia

Abstract:

Aim. To assess the neurological status of patients with malocclusion and temporomandibular joint dysfunction before and after splint therapy.

Materials and methods. Clinical examination, ultrasound examination and magnetic resonance angiography of the main head and neck vessels were performed in 37 patients with temporomandibular joint dysfunction caused by malocclusion aged 18 to 44 years.

Results. Physical weakness, apathy, memory impairment, sleep problems, hearing loss are markers of changes in cerebral circulation in orthodontic patients with temporomandibular joint dysfunction. The blood flow rate asymmetry along the medial cerebral arteries was found in the presence of asymmetry in the diameters of the vertebral arteries. 57.69% of patients showed vertebrogenic effects signs on the vertebral arteries in the intra vertebral segment (V2). There was no significant difference in the brain hemodynamics parameters before and after treatment with splint therapy.

Conclusions. Effective temporomandibular joint dysfunction treatment requires a comprehensive interdisciplinary approach.

Keywords: TMD, cerebral flow velocity, transcranial duplex ultrasound of cerebral vessels, duplex ultrasound of extracranial departments of brachiocephalic vessels.

Received: 12.01.2022; **revised:** 19.02.2022; **accepted:** 25.02.2022.

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

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

For citation: Nasiyat R. Velikhanova, Nailya S. Drobysheva, Evgeniy.I. Shults, Vladimir V. Vasilchenko, Mikhail N. Sharov. Neurological status assessment in orthodontic patients with temporomandibular joint dysfunction. *Endodontics today*. 2022; 20(1):72-78. DOI: 10.36377/1726-7242-2022-20-1-72-78.

АКТУАЛЬНОСТЬ

По последним научным данным, дисфункция височно-нижнечелюстного сустава встречается у 25–30% населения [1].

Наличие данной патологии у человека значительно снижает качество его жизни и уровень работоспособности. У таких пациентов зачастую наблюдается высокий уровень тревоги, утомляемости, нарушение сна, головные боли, головокружения, нервозность [2-9].

Анализ научных данных показал, что вопрос о влиянии дисфункции височно-нижнечелюстного сустава на кровообращение головного мозга поднимался ранее как отечественными, так и зарубежными авторами, однако не был изучен, ввиду того что находится на стыке нескольких сфер знаний [10-13].

В литературе освещены лишь косвенно связанные с настоящей тематикой сведения. Данная проблематика нуждается в ее дальнейшем углубленном изучении [14, 15].

ЦЕЛЬ

Оценить неврологический статус пациентов с аномалиями окклюзии и дисфункцией височно-нижнечелюстного сустава с помощью проведения клинического осмотра, ультразвукового исследования и магнитно-резонансной ангиографии магистральных сосудов головного мозга.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Нами были отобраны 37 человек в возрасте от 18 до 44 лет с диагнозом дисфункции височно-нижнечелюстного сустава и жалобами, характерными для неврологических расстройств. Из них 6 человек – мужчины, и 31 человек – женщины.

Клинический осмотр, транскраниальное дуплексное сканирование сосудов головного мозга, дуплексное сканирование экстракраниальных отделов брахиоцефальных сосудов, а также магнитно-резонансная ангиография экстра- и интракраниальных

артерий головного мозга проводилась до и после ортодонтического лечения с применением сплнт-терапии.

Клиническое обследование пациентов было проведено по стандартному протоколу обследования, принятому на кафедре ортодонтии МГМСУ им. А.И. Евдоки-

мова, и включало в себя сбор анамнеза и жалоб пациента, осмотр лица и полости рта.

Нами был сформирован в виде анкеты ряд дополнительных вопросов, позволяющих выявить жалобы, характерные для симптомокомплекса коморбидных неврологических расстройств, а именно: бывают ли у Вас головокружения, частые головные боли, шум в ушах, есть ли у Вас снижение слуха, проблемы со зрением, проблемы со сном, сложности с концентрацией внимания, повышенная утомляемость при умственной работе, ухудшение памяти, сильная физическая слабость, апатия, частые перепады настроения, раздражительность?

Также пациентам было предложено описать интенсивность боли в области височно-нижнечелюстного сустава по визуальной аналоговой шкале (ВАШ) от 0 до 10 баллов, согласно которой значение 0 соответствует отсутствию болевых ощущений, а 10 – невыносимой боли.

В рамках клинического обследования нами была проведена оценка состояния височно-нижнечелюстного сустава по сокращенному «Гамбургскому» тесту и карте боли Мариано Рокабадо.

«Гамбургский» тест включает в себя следующие вопросы: асимметрично ли открывание рта, открывание рта резко ограниченное или слишком большое, определяются ли внутрисуставные шумы, асинхронен ли окклюзионный звук, болезненна ли пальпация жевательных мышц, травматична ли эксцентрическая окклюзия зубов?

Оценка результатов основывается на суммировании положительных ответов, 3 и более положительных ответов свидетельствуют о возможном наличии у обследуемых пациентов дисфункции височно-нижнечелюстного сустава.

Карта боли Мариано Рокабадо была использована нами при проведении пальпации в области височно-нижнечелюстного сустава. В данной карте описаны 8 болей, которые соответствуют исследуемым анатомическим зонам (рис. 1), а также интерпретация полученной информации в результате проведенной пальпации.

Ультразвуковое исследование сосудов головы и шеи было выполнено всем 37 пациентам на базе отдела ультразвуковых исследований ФГБУ «НМИЦ ГБ им. Гельмгольца» Минздрава России. Обследование включало

в себя проведение транскраниального дуплексного сканирования сосудов головного мозга, а также дуплексное сканирование экстракраниальных отделов брахиоцефальных сосудов при помощи многофункциональной ультразвуковой диагностической системы VOLUSON E8 (GE Healthcare, датчик GE 11L-D Linear Probe, секторный датчик 3Sp-D) (США).

Данный метод на сегодняшний день востребован за счет своей высокой информативности, безопасности, неинвазивности и доступности проведения, в том числе, при динамическом контроле. В ходе проведения дуплексного ультразвукового исследования определялись количественные и качественные характеристики кровотока в общих сонных, внутренних сонных, наружных сонных и позвоночных артериях, в артериях Виллизиева круга (средних мозговых, передних мозговых и задних мозговых артериях), а также в венах Розенталя и прямом синусе головного мозга. Во время исследования пациенты выполняли функциональную пробу для оценки изменения показателей кровотока при опускании нижней челюсти.

Были учтены следующие параметры: систолическая скорость кровотока (Vps), конечная диастолическая скорость кровотока (Ved), индекс пульсации (PI) и усредненная по времени максимальная скорость кровотока (TAMX). Ультразвуковое дуплексное исследование экстракраниальных отделов брахиоцефальных сосудов позволяет оценить анатомический ход и диаметр артерий каротидного и вертебробазиллярного бассейнов, а также показатели гемодинамики в них.

Магнитно-резонансная ангиография экстра- и интракраниальных артерий головного мозга проводилась на базе отделения рентгеновских и радиоизотопных методов диагностики ФГАУ «НМИЦ нейрохирургии им. ак. Н.Н. Бурденко» Минздрава России с использованием магнитно-резонансного томографа с напряженностью магнитного поля 3,0 тесла.

Протокол проведения магнитно-резонансной ангиографии состоял из анатомических изображений в режимах 3D-SPGR (выполнялась в аксиальной плоскости с последующим построением реформатных изображений в сагиттальной и фронтальной плоскостях) и T1 с техникой супрессии жировой ткани (FatSat) во фронтальной проекции. Обследование магистральных сосудов шеи и головы и их ветвей проводилось в режиме время-пролетной магнитно-резонансной ангиографии

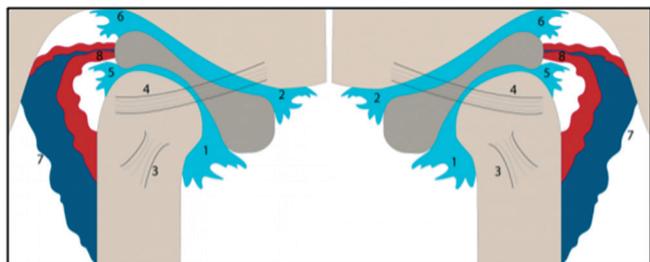


Рис. 1. Схема анатомических структур и зон пальпации по карте боли Мариано Рокабадо: 1 – передне-нижняя синовия; 2 – передне-верхняя синовия; 3 – боковая коллатеральная связка; 4 – височно-нижнечелюстная связка; 5 – задне-нижняя синовия; 6 – задне-верхняя синовия; 7 – биламинарная зона; 8 – задисковые ткани.

Fig. 1. Mariano Rocabado's pain map: 1 – anterior-inferior synovium; 2 – anterior-superior synovium; 3 – lateral collateral ligament; 4 – temporomandibular ligament; 5 – posterior-inferior synovium; 6 – posterior-superior synovium; 7 – bilaminar zone; 8 – posterior tissues.

высокого разрешения – 3D-ToF HR (Time of Flight, High Resolution). Для количественной оценки мозгового кровотока использовалась бесконтактная ASL-перфузия.

По результатам проведенного исследования некоторым пациентам была рекомендована повторная консультация врача-невролога.

Статистическая обработка данных произведена с использованием статистического пакета версии IBM SPSS Statistic 24.0.

Для выявления неявных обобщающих характеристик организационной структуры анкеты здоровья для пациентов был проведен факторный анализ методом главных компонент с использованием матричного вращения Варимакс и испытаниями сферическими тестами Бартлетта и тестом пригодности КМО (Кайзера – Мейера – Олкина).

РЕЗУЛЬТАТЫ

По результатам сбора анамнеза, 100 % опрошенных пациентов с дисфункцией височно-нижнечелюстного сустава предъявляли жалобы, характерные для неврологических нарушений, а именно на головокружения (70,59 %), частые головные боли (64,7 %), шум в ушах (64,7 %), снижение слуха (35,29 %), проблемы со зрением (35,29 %) и сном (41,18 %), сложности с концентрацией внимания (41,18 %), повышенную утомляемость при умственной работе (76,47 %), нарушение памяти (52,94 %), сильную физическую слабость, апатию (70,59 %), а также частые перепады настроения и раздражительность (47,06 %).

По результатам статистического анализа мера выборочной адекватности Кайзера-Мейера равна 0,53, что больше 0,5. Это говорит о пригодности корреляционной матрицы и выборочной адекватности данных для факторного анализа. Значения теста Бартлетта равны 90,897 при $p = 0,002 < 0,01 > 0,001$, а значит, данные факторного анализа пригодны для интерпретации.

Таблица 1. Матрица повернутых компонент по методу Варимакс.

Table 1. Matrix of rotated components with the Varimax method.

Жалобы	Компонента			
	1	2	3	4
Сильная физическая слабость, апатия	0,887	-0,182	-0,090	0,022
Головокружения	0,874	-0,083	0,149	-0,322
Нарушения памяти	0,847	0,331	-0,249	0,011
Проблемы со сном, бессонница	0,752	0,392	-0,085	0,143
Снижение слуха	-0,038	0,803	-0,002	-0,119
Сложности с концентрацией внимания	0,110	0,781	-0,163	0,137
Частые перепады настроения, раздражительность	0,571	0,593	0,144	0,350
Шум в ушах	-0,010	-0,094	0,797	0,112
Повышенная утомляемость при умственной работе	0,508	0,146	-0,713	0,157
Частые головные боли	0,550	0,187	0,585	-0,250
Проблемы со зрением	-0,062	0,043	-0,013	0,968

Метод выделения: Анализ методом главных компонент. Метод вращения: Варимакс с нормализацией Кайзера. а. Вращение сошлось за 6 итераций.

По методу Варимакс нами было выделено 4 фактора суммарно объясняющих 78,77% всей дисперсии. Первый фактор, объясняющий 37,83% всей дисперсии включает в себя следующие пункты анкеты с максимальными факторными нагрузками: сильная физическая слабость, апатия ($R = 0,89$), головокружения ($R = 0,87$), нарушения памяти ($R = 0,85$). Второй фактор объясняет 17,57% всей дисперсии и включает в себя: снижение слуха ($R = 0,8$) и сложности с концентрацией внимания ($R = 0,78$). Третий фактор – 13,4% дисперсии – шум в ушах ($R = 0,97$). Четвертый фактор – 9,9% – проблемы со зрением ($R = 0,78$).

Фактически это означает, что почти 80% случаев объясняют 4 фактора с перечисленным набором жалоб от пациентов (табл. 1).

В результате оценки боли при пальпации мышц челюстно-лицевой области по визуально-аналоговой шкале (ВАШ) до лечения было получено среднее значение 8,14, которое соответствует максимально возможной боли по ВАШ. После лечения пациентов с применением сплонт-терапии данный показатель снизился до 0.

Согласно результатам «Гамбургского» теста, до лечения у 90,91 % пациентов наблюдается асимметричное открывание рта, ограниченное или чрезмерное открывание рта зарегистрировано у 81,82 % пациентов, у 100 % пациентов определяются внутрисуставные шумы, асинхронный окклюзионный звук, болезненность при пальпации жевательных мышц, а также травматичная эксцентрическая окклюзия зубов.

После проведенного лечения по результатам «Гамбургского» теста такие симптомы, как асимметричное или чрезмерное открывание рта, асинхронный окклюзионный звук, болезненность при пальпации жевательных мышц, отсутствуют. В свою очередь, внутрисуставные шумы и травматичная эксцентрическая окклюзия зубов сохраняются после лечения с применением сплонт-терапии.

По результатам пальпации височно-нижнечелюстного сустава по карте боли Мариано Рокабадо было выявлено, что у 44,45 % пациентов диагностируется боль во всех 8 зонах пальпации с правой стороны, а у 55,56 % – с левой. Данная разница в показателях связана с различием выраженности анатомических и функциональных нарушений височно-нижнечелюстного сустава с правой и левой сторон. В свою очередь, боли № 1 и № 2 были диагностированы у 100 % пациентов с дисфункцией височно-нижнечелюстного сустава с обеих сторон. Боль № 3 была выявлена у 88,89 % с правой стороны, у 100 % – с левой. Боли № 4 и № 5 отмечались у 66,67 % пациентов справа и у 100 % – слева. Боли № 6 и № 7 были зарегистрированы у 66,67 % пациентов с правой стороны, у 88,89 % – с левой.

После проведенного лечения с применением сплонт-терапии при пальпации по карте боли Мариано Рокабадо у пациентов наблюдается сохранение болей № 3 и № 4: в 45,46 % случаев справа и в 36,37 % случаев – слева.

В ходе транскраниального ультразвукового дуплексного исследования сосудов головного мозга было зарегистрировано: скорость кровотока до лечения в средней мозговой артерии слева составила 123,17 см/сек, справа – 119,74 см/сек, при норме 80–130 см/сек, в передней мозговой артерии слева – 90,65 см/сек, справа – 91,09 см/сек, при норме 50–100 см/сек, в задней мозговой артерии слева – 65,43 см/сек, справа – 64,78 см/сек, во внутренней сонной артерии слева – 77,61 см/сек, справа – 76,74 см/сек, при норме 40–80 см/сек, в позвоночной артерии слева – 64,13 см/сек, справа – 58,70 см/сек, при норме 32–60 см/сек. В вене Розенталя скорость кровотока слева составила 15,39 см/сек, справа – 15,09 см/сек, при норме 11–18 см/сек. В прямом синусе скорость кровотока – 37,22 см/сек при норме 14–30 см/сек (табл. 2).

Скорость кровотока после лечения в средней мозговой артерии слева составила 123,25 см/сек, справа – 119,5 см/сек, при норме 80–130 см/сек, в передней мозговой артерии слева – 92,5 см/сек, справа – 92,5 см/сек, при норме 50–100 см/сек, в задней мозговой артерии слева – 61,25 см/сек, справа – 60,2 см/сек, во внутренней сонной артерии слева – 77,5 см/сек, справа – 77,5 см/сек, при норме 40–80 см/сек. В позвоночной артерии слева – 62,09 см/сек, справа – 56,25 см/сек, при норме 32–60 см/сек. В вене Розенталя скорость кровотока слева составила 16,25 см/сек, справа – 16,25 см/сек, при норме 11–18 см/сек. В прямом синусе скорость кровотока – 32,5 см/сек при норме 14–30 см/сек (табл. 2).

Согласно результатам, полученным в ходе дуплексного сканирования экстракраниальных отделов брахиоцефальных сосудов до лечения диаметр левой позвоночной артерии составляет 3,42 мм, диаметр правой позвоночной артерии – 2,94 мм. Линейная скорость кровотока в левой позвоночной артерии – 57,6 см/сек, в правой позвоночной артерии – 49,2 мм/сек.

После лечения диаметр левой позвоночной артерии составляет 3,42 мм, диаметр правой позвоночной артерии – 2,94 мм. Линейная скорость кровотока в левой позвоночной артерии – 58,75 см/сек, в правой позвоночной артерии – 50, 2 мм/сек. У 57,69% пациентов отмечалось наличие косвенных признаков вертеброгенного воздействия на позвоночные артерии в интравертебральном сегменте (V2) (табл. 3).

В ходе проведения магнитно-резонансной ангиографии и ASL-перфузии нами было оценено 15 зон для правого и левого полушарий, а именно: А1 (отрезок от

Таблица 2. Результаты транскраниального дуплексного сканирования сосудов головного мозга до и после лечения.

Table 2. Results of brain vessels transcranial duplex scanning before and after treatment.

Название артерий	Глубина локации, мм	Систолическая скорость кровотока (см/с)					%
		До		Норма/n	После		
		L	R		L	R	
Средняя мозговая артерия, М1	56–60	123,17	119,74	80–130	123,25	119,50	n < 15
Передняя мозговая артерия, А1	65–70	90,65	91,09	50–100	92,50	92,50	n < 30
Задняя мозговая артерия	–	65,43	64,78	–	61,25	60,20	–
Внутренняя сонная артерия	60	77,61	76,74	40–80	77,50	77,50	–
Позвоночная артерия	60	64,13	58,70	32–60	62,09	56,25	–
Вена Розенталя	65	15,39	15,09	11–18	16,25	16,25	–
Прямой синус	55	37,22		14–30	32,50		–

бифуркации внутренней сонной артерии до передней соединительной артерии, проксимальный сегмент передней мозговой артерии); M1 (отрезок от бифуркации внутренней сонной артерии до бифуркации средней мозговой артерии); M2 (отрезок от бифуркации средней мозговой артерии до циркулярной борозды островка); M3 (отрезок средней мозговой артерии от циркулярной борозды до выхода из сильвиевой щели на поверхность); P1 (отрезок от бифуркации огибающей артерии до задней соединительной артерии, проксимальный сегмент задней мозговой артерии); N. caudatus (хвостатое ядро); Putamen (скорлупа); Talamus (таламус); A2 (передняя мозговая артерия от передней соединительной артерии до каллезомаргинальной артерии); M4 (корковые ветви средней мозговой артерии); M5, M6 (дистальные отделы средней мозговой артерии); P2 (отрезок от задней соединительной артерии до задней поверхности среднего мозга); Hemisphere (полушария головного мозга), WM (белое вещество головного мозга).

По результатам ASL-перфузии в программе ASPECTS показатели до и после сплент-терапии не имеют значимой разницы (табл. 4).

ОБСУЖДЕНИЕ

В результате статистического анализа полученных данных в ходе анкетирования пациентов были выделены симптомы: физическая слабость, апатия, нарушение

памяти, проблемы со сном, снижение слуха, которые являются маркерами изменений кровообращения головного мозга у ортодонтических пациентов с дисфункцией височно-нижнечелюстного сустава.

По результатам «Гамбургского» теста среднее значение после лечения составило 2 балла из 6 возможных. Данный показатель меньше 3 баллов, что свидетельствует об эффективности подобранного метода лечения для обследуемой группы пациентов.

После проведенного лечения с применением сплент-терапии при пальпации по карте боли Мариано Рокабадо у пациентов наблюдается сохранение болей № 3 и № 4: в 45,46 % случаев справа и в 36,37 % случаев – слева. Подобное распределение результатов после сплент-терапии мы связываем с необратимыми изменениями связочного аппарата при дисфункции височно-нижнечелюстного сустава.

По результатам транскраниального дуплексного сканирования, дуплексного сканирования экстракраниальных отделов брахиоцефальных сосудов, а также магнитно-резонансной ангиографии экстра- и интракраниальных артерий головного мозга полученные данные не имеют значимой разницы до и после лечения с применением сплент-терапии.

Была обнаружена асимметрия показателей скорости кровотока по средним мозговым артериям при наличии асимметрии диаметров позвоночных артерий.

У 57,69% пациентов отмечалось наличие признаков вертеброгенного воздействия на позвоночные артерии в интравертебральном сегменте (V2), что может быть обусловлено вынужденным положением головы при аномалиях окклюзии, и как следствие – изменением положения шейных позвонков.

Стоит также отметить, что у обследуемых пациентов была зарегистрирована повышенная скорость кровотока в прямом синусе головного мозга. Данный фактор в сочетании с жалобами, предъявляемыми пациентами, а именно, жалобами на головную боль, головокружение, шум в ушах, расстройство памяти, нарушение сна, появление тревоги, согласно научным данным, являются

Таблица 3. Результаты дуплексного сканирования экстракраниальных отделов брахиоцефальных сосудов до и после лечения.

Table 3. Results of extracranial sections of brachiocephalic vessels duplex scanning before and after treatment.

Название артерий	Диаметр, мм	Линейная скорость кровотока, см/с	
		До	После
Левая позвоночная артерия	3,42	57,60	58,75
Правая позвоночная артерия	2,94	49,20	50,20

Таблица 4. Результаты ASL-перфузии в программе ASPECTS до и после сплент-терапии.

Table 4. ASL perfusion in the ASPECTS program results before and after splint therapy.

Параметры	Справа				Слева			
	До		После		До		После	
	μ, мл / 100 г / мин	σ	μ, мл / 100 г / мин	σ	μ, мл / 100 г / мин	σ	μ, мл / 100 г / мин	σ
A1	69,84	10,65	66,27	8,24	69,27	8,47	66,78	9,54
M1	52,47	10,87	54,52	7,65	58,76	8,91	59,12	8,87
M2	62,73	7,01	62,26	5,34	63,26	9,33	62,35	6,21
M3	58,97	9,46	57,78	5,78	58,78	8,94	57,85	7,54
P1	63,27	10,37	65,03	6,12	68,33	8,97	69,22	8,45
N. caudatus	61,91	10,09	64,52	9,32	64,35	10,05	67,12	10,91
Putamen	47,55	4,86	46,81	5,25	46,54	7,64	45,12	7,45
Talamus	56,81	10,66	57,03	9,29	56,64	12,10	56,85	7,76
A2	69,03	11,32	68,16	8,32	72,12	9,99	70,71	11,43
M4	47,57	9,66	47,73	5,53	58,85	7,46	59,03	3,76
M5	53,52	6,04	54,90	8,77	57,22	7,85	58,71	6,32
M6	57,16	9,46	58,56	4,65	55,71	8,69	56,85	6,05
P2	63,53	9,90	62,27	8,81	69,71	9,13	68,22	7,22
Hemisphere	47,56	5,26	48,53	4,87	48,51	6,08	49,33	6,45
WM	22,90	3,59	22,73	6,43	22,20	4,04	22,97	5,98

*μ – среднее значение

ся начальными проявлениями недостаточности кровоснабжения головного мозга.

ВЫВОДЫ

Результаты настоящего исследования подтверждают важность междисциплинарного подхода в лечении ортодонтических пациентов с дисфункцией височно-нижнечелюстного сустава и нарушениями неврологического статуса. Полученные данные позволяют ре-

комендовать перед началом лечения с применением сплент-терапии проводить анкетирование. При положительном ответе на вопросы-маркеры рекомендовано направлять пациента на консультацию ко врачу-неврологу для исключения патологических изменений кровообращения головного мозга. В случае выявления коморбидных патологий необходимо проводить лечение пациента совместно с врачом-неврологом.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Okeson JP. Management of Temporomandibular Disorders and Occlusion. E-Book. Kentucky, Elsevier Health Sciences; 2019:512.
2. Арутюнов А.В., Костылев А.Н., Линченко С.Н., Пухняк Д.В., Старченко В.И., Колодкин А.А. Дуплексное сканирование с цветовым доплеровским картированием в оценке венозного кровотока головного мозга у больных с сопутствующим шейным остеохондрозом, нуждающихся в стоматологической помощи. Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2015;3(4):496-501.
3. Медведева С. О. Особенности гемодинамических нарушений, психоэмоциональных расстройств и качество жизни у больных артериальной гипертензией с церебральными расстройствами: автореферат дис. кандидата медицинских наук: 14. 01. 05 – Тверь, 2018. – 26с. – 2018.
4. Costen JBl. A Syndrome of Ear and Sinus Symptoms Dependent upon Disturbed Function of the Temporomandibular Joint. Annals of Otolaryngology, Rhinology & Laryngology. 1934;43(1):1-15.
5. Natu VP. Temporomandibular disorder symptoms and their association with quality of life, emotional states, and sleep quality in South-East Asian youths. Journal of oral rehabilitation. 2018;45(10):756-763. doi: 10.1111/joor.12692.
6. Miyamoto I, Yoshida K, Bessho K. Shortened dental arch and cerebral regional blood volume: an experimental pilot study with optical topography. CRANIO®. 2009; 27(2): 94-100.
7. Tchivileva IE, Ohrbach R, Fillingim RB, Greenspan JD, Maixner W, Slade GD. Temporal change in headache and its contribution to risk of developing first-onset TMD in the OPFERA study. Pain. 2017;158(1): 120. doi: 10.1097/j.pain.0000000000000737.
8. Вязьмин А.Я., Газинский В.В. Оценка качества жизни больных с синдромом дисфункции височно-нижнечелюстного сустава.

REFERENCES:

1. Okeson JP. Management of Temporomandibular Disorders and Occlusion-E-Book. Kentucky, Elsevier Health Sciences, 2019, 512p.
2. Arutyunov AV, Kostylev AN, Linchenko SN, Pukhnyak DV, Starchenko VI, Kolodkin AA. Duplex scanning doppler color-mapped vaniem in evaluation of brain venous blood flow in patients with concomitant of cervical osteochondrosis in need of dental care. Mezhdunarodnyy zhurnal prikladnykh i fundamentalnykh isledovaniy. 2015;3(4):496-501.
3. Medvedeva SO. Features of hemodynamic disorders, psychoemotional disorders and quality of life in patients with arterial hypertension with cerebral disorders. Cand. philos. sci. diss. Abstr. Moscow, 2018, 26 p.
4. Costen JBl. A Syndrome of Ear and Sinus Symptoms Dependent upon Disturbed Function of the Temporomandibular Joint. Annals of Otolaryngology, Rhinology & Laryngology. 1934;43(1):1-15. doi: 10.1111/joor.12692.
5. Natu VP. Temporomandibular disorder symptoms and their association with quality of life, emotional states, and sleep quality in South-East Asian youths. Journal of oral rehabilitation. 2018;45(10):756-763. doi: 10.1111/joor.12692.
6. Miyamoto I, Yoshida K, Bessho K. Shortened dental arch and cerebral regional blood volume: an experimental pilot study with optical topography. CRANIO®. 2009; 27(2), 94-100.
7. Tchivileva IE, Ohrbach R, Fillingim RB, Greenspan JD, Maixner W, Slade GD. Temporal change in headache and its contribution to risk of developing first-onset TMD in the OPFERA study. Pain. 2017;158(1): 120. doi: 10.1097/j.pain.0000000000000737.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ:

- Велиханова Н.Р.*¹ – аспирант кафедры ортодонтии, ORCID ID: 0000-0002-5054-7966.
*Дробышева Н.С.*¹ – к.м.н., доцент кафедры ортодонтии, ORCID ID: 0000-0002-5612-3451.
*Шульц Е.И.*² – к.м.н., врач-рентгенолог отделения рентгеновских и радиоизотопных методов диагностики, ORCID ID: 0000-0001-5406-944X.
*Васильченко В.В.*³ – врач ультразвуковой диагностики отдела ультразвуковых исследований, ORCID ID: 0000-0002-6298-6069.
*Шаров М.Н.*¹ – д.м.н., профессор кафедры нервных болезней стоматологического факультета, ORCID ID: 0000-0001-9634-346X.

Инновационные технологии в практической стоматологии. 2018; 126–132.

9. Тардов М.В., Стулин И. Д., Дробышева Н. С., Болдин А. В., Кунельская Н. Л., Байбакова Е. В., Велиханова Н. Р., Каминский-Дворжецкий Н. А. Комплексное лечение синдрома Костена. Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова. 2020;120(4):60-64.
10. Няшин Ю.И., Лохов В. А., Менар М. Исследование влияния патологии зубочелюстной системы на мозговое кровообращение. Механика машин, механизмов и материалов. 2016;37(4):89-93.
11. Обороин Л.Ф., Патлусова Е.С. Взаимодействие биомеханических и гемодинамических факторов при повреждении височно-нижнечелюстного сустава врожденного и приобретенного происхождения. Российский журнал биомеханики. 2009;4(13):94-106.
12. Семенов Р.Р. Оценка состояния мозговой гемодинамики у пациентов с синдромом болевой дисфункции височно-нижнечелюстного сустава. Фундаментальные исследования. 2012;7(2):390-393.
13. Sui S., Liu H. Preliminary study on the changes of cerebral blood flow in TMD patients treated with splint. Chinese Journal of Prosthodontics. 2007;23(1):23.
14. Fernández-González F.J. et al. Efficacy of selective grinding guided by an occlusal splint in management of myofascial pain: A prospective clinical trial. The open dentistry journal. 2017;11: 301. doi: 10.2174/1874210601711010301
15. Велиханова НР, Дробышева НС, Дробышев АЮ. Анализ данных литературы об изменении показателей кровообращения головного мозга при дисфункции височно-нижнечелюстного сустава. Российская стоматология. 2020;13(3):54-55.

8. Vyazmin AYa, Gazinsky VV. Assessment of the quality of life of patients with temporomandibular joint dysfunction syndrome. Innovative technologies in practical dentistry. 2018; 126–132.
9. Tardov MV, Stulin ID, Drobysheva NS, Boldin AV, Kunel'skaja NL, Bajbakova EV, Velikhanova NR, Kaminskiy-Dvorzheckij NA. Comprehensive treatment of Costen syndrome. Zhurnal nevrologii i psikiatrii im. S.S. Korsakova. 2020;120(4):60-64.
10. Nyashin Yul., Lohov VA., Menar M. Investigation of the influence of pathology of the dental system on cerebral circulation. Mechanics of machines, mechanisms, and materials. 2016;37(4):89-93.
11. Oborin LF, Patlusova ES. Interaction of biomechanical and hemodynamic factors in damage to the temporomandibular joint of congenital and acquired origin. Rossijskij zhurnal biomekhaniki. 2009;4(13):94-106.
12. Semenov RR. Estimation of the condition in brain hemodynamics at patients with the syndrome of painful dysfunction of temporomandibular joint. Fundamentalnye issledovaniya. 2012;7(2):390-393.
13. Sui S, Liu H. Preliminary study on the changes of cerebral blood flow in TMD patients treated with splint. Chinese Journal of Prosthodontics. 2007;23(1):23.
14. Fernández-González F.J. et al. Efficacy of selective grinding guided by an occlusal splint in management of myofascial pain: A prospective clinical trial. The open dentistry journal. 2017;11: 301. doi: 10.2174/1874210601711010301
15. Velikhanova NR, Drobysheva NS, Drobyshev AY. Analysis of literature data on changes in blood circulation of the brain in dysfunction of the temporomandibular joint. Russian dentistry. 2020;13(3):54-55.

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 автономное учреждение «Национальный медицинский исследовательский центр нейрохирургии имени академика Н. Н. Бурденко» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Москва, Российская Федерация. 125047, Москва, 4-я Тверская-Ямская улица, 16.

³Федеральное государственное бюджетное учреждение «Национальный медицинский исследовательский центр глазных болезней имени Гельмгольца» Министерства здравоохранения Российской Федерации. 105062, Российская Федерация, Москва, Садовая-Черногрозская ул., д. 14/19.

AUTHOR INFORMATION:

*Nasiyat R. Velikhanova*¹ – postgraduate student of the Department of Orthodontics. ORCID ID: 0000-0002-5054-7966.

*Nailya S. Drobysheva*¹ – senior lecture, Candidate of Medical Science; ORCID ID: 0000-0002-5612-3451.

*Evgeniy I. Shults*² – Candidate of Medical Science; ORCID ID: 0000-0001-5406-944X.

*Vladimir V. Vasilchenko*³ – ORCID ID: 0000-0001-9634-346X.

*Mikhail N. Sharov*¹ – professor, Doctor of Medical Sciences; ORCID ID: 0000-0001-9634-346X.

¹Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "A.I. Yevdokimov Moscow State University of Medicine and Dentistry" of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation. 20c1, Delegatskaya st, Moscow, 27473, Federation.

²Federal State Autonomous Institution "N. N. Burdenko National Medical Research Center of Neurosurgery" of the Ministry of Russian Health of the Russian Federation. 16, 4th Tverskaya-Yamskaya St, Moscow, 125047, Russian Federation.

³Federal State Budgetary Institution "Helmholtz National Medical Research Center for Eye Diseases" of the Ministry of Health of the Russian Federation. 14/19, Sadovaya-Chernogryazskaya st, Moscow, 105062, Russian Federation.

ВКЛАД АВТОРОВ:

Велиханова Н.Р. – существенный вклад в замысел и дизайн исследования.

Дробышева Н.С. – существенный вклад в замысел и дизайн исследования.

Шульц Е.И. – существенный вклад в замысел и дизайн исследования.

Васильченко В.В. – существенный вклад в замысел и дизайн исследования.

Шаров М.Н. – существенный вклад в замысел и дизайн исследования.

AUTHOR'S CONTRIBUTION:

Nasiyat R. Velikhanova – has made a substantial contribution to the concept or design of the article.

Nailya S. Drobysheva – has made a substantial contribution to the concept or design of the article.

Evgeniy I. Shults – has made a substantial contribution to the concept or design of the article.

Vladimir V. Vasilchenko – has made a substantial contribution to the concept or design of the article.

Mikhail N. Sharov – has made a substantial contribution to the concept or design of the article.

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

Велиханова Н.Р. / Nasiyat R. Velikhanova, E-mail: mango323@yandex.ru

Высвобождение ионов никеля из металлических никель-титановых дуг в ротовую полость в период ортодонтического лечения

© Алмасри Р., Косырева Т.Ф., Скальный А.А., Катбех И., Абакелия К.Г., Бирюков А.С., Камганг В.Н.
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Российский университет дружбы народов» (РУДН), Москва, Россия

Резюме:

Никель-титановые дуги широко применяются в ортодонтических приспособлениях при коррекции зубочелюстных аномалий. В литературе говорится о влиянии среды полости рта на ортодонтические дуги, имеющие в составе никель (Ni), которая вызывает коррозию дуг с выделением ионов никеля в ротовую жидкость пациента, что приводит к попаданию никеля в организм. Если содержание никеля в организме превышает определенные пропорции, он считается опасным для здоровья и может вызвать негативное влияние на организм пациента.

Цель. В данной работе изучалась гипотеза: приведет ли клиническое применение термоактивной NiTi дуги круглого сечения к возможному риску увеличения концентрации ионов Ni в ротовой жидкости пациентов в течение первых двух месяцев ортодонтической коррекции.

Материалы и методы. Исследование проводилось у 17 пациентов в возрасте от 14 до 27 лет. Методом атомно-абсорбционного спектрофотометра анализированы образцы ротовой жидкости с предварительным определением pH. Пробы ротовой жидкости собирались у всех пациентов в течение разных периодов времени: до установки несъемной аппаратуры, сразу после фиксации брекетов и подвязывания термоактивной NiTi дуги, затем через 7 дней, один месяц и два месяца после установки брекет-системы.

Результаты. Статистически значимых различий в концентрации ионов Ni в первые два месяца лечения не отмечено. Однако в образцах, взятых у некоторых пациентов (25%) через 1-2 месяца от начала лечения, наблюдалось небольшое увеличение концентрации ионов Ni (на 7,5%).

Выводы. Маловероятно, что термоактивные NiTi дуги являются существенной дополнительной нагрузкой Ni для пациентов, проходивших ортодонтическое лечение брекет-системой с термоактивными дугами.

Ключевые слова: ротовая жидкость, никель, термоактивная NiTi дуга.

Статья поступила: 14.01.2022; **исправлена:** 01.03.2022; **принята:** 05.03.2022.

Конфликт интересов: Авторы сообщают об отсутствии конфликта интересов.

Благодарности: Финансирование и индивидуальные благодарности для декларирования отсутствуют.

Для цитирования: Алмасри Р., Косырева Т.Ф., Скальный А.А., Катбех И., Абакелия К.Г., Бирюков А.С., Камганг В.Н. Высвобождение ионов никеля из металлических никель-титановых дуг в ротовую полость в период ортодонтического лечения. *Эндодонтия today*. 2022; 20(1):79-84. DOI: 10.36377/1726-7242-2022-20-1-79-84.

Nickel ions release from orthodontic wires into the oral cavity during orthodontic treatment

© Rasha Almasry, Tamara F. Kosyрева, Andrey A. Skalny, Imad Katbeh, Kama G. Abakeliya, Alexey, S. Birukov, Wilfrid N. Kamgang
Peoples' Friendship University of Russia" (RUDN University), Moscow, Russia

Abstract:

The medical literature speaks about the influence of the oral cavity environment on the orthodontic archwires containing nickel (Ni) in their structure, causing corrosion of the archwires with the release of nickel ions into the patient's oral fluids leading to its ingestion. If the nickel content in the body exceeds certain proportions, it is considered hazardous and can cause negative effects on the patient's body.

Aim. To assess whether the clinical application of round thermoactive nickel-titanium (NiTi) archwires will risk increasing the concentration of (Ni) ions in the patient's oral fluids within first two months of the orthodontic treatment.

Materials and methods. The Research was conducted on 17 patients, aged 14 to 27 years, fixed metallic orthodontic appliances were used for treatment. Using an atomic absorption spectrophotometer, oral fluid Samples were analyzed to determine the preliminary pH. Oral fluid samples were gathered from all participants of the study groups during different

periods of time, observation was as follows: Before installation of fixed appliances, immediately after fixing the braces and tying up the thermoactive NiTi archwires, in 7 days, one month and two months after fixation.

Results. There were no statistically significant differences in concentration of (Ni) ions in first two months of treatment. However, in (25 %) of samples taken from patients in 1-2 months after the beginning of treatment a small increase in concentration of Ni ions (by 7,5 %) was observed.

Conclusions. It is improbable that a thermoactive NiTi archwire has a significant additional Ni load for patients undergoing orthodontic treatment.

Keywords: oral fluids, nickel, thermoactive NiTi archwires.

Received: 14.01.2022; **revised:** 01.03.2022; **accepted:** 05.03.2022.

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

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

For citation: Rasha Almasri, Tamara F. Kosyreva, Andrey A. Skalny, Imad Katbeh, Kama G. Abakeliya, Alexey S. Birukov, Wilfrid N. Kamgang. Nickel ions release from orthodontic wires into the oral cavity during orthodontic treatment. *Endodontics today*. 2022; 20(1):79-84. DOI: 10.36377/1726-7242-2022-20-1-79-84.

ВВЕДЕНИЕ

Выбор аппаратуры налагает на лечащего врача-ортодонта большую ответственность – осуществить желания пациента касательно исхода лечения и одновременно не допустить ошибок в лечении, которые могут причинить пациенту неудобства и ухудшить его здоровье в краткосрочной или долгосрочной перспективе. Исходя из этого принципа, актуальным вопросом является изучение вопроса о выходе ионов никеля из NiTi дуг, используемых при ортодонтическом лечении брекет-системой, потому что они остаются в течение длительного времени в полости рта [1-4]. Ортодонтические дуги подвергаются воздействию агрессивной внутриротовой среды и подвергаются механической и тепловой нагрузке, что может повлиять на коррозию никелево-титановых дуг (NiTi), поскольку они обладают характеристиками, зависящими от температуры и силовой нагрузки во влажной среде [5,6]. Как нам известно, многие исследования классифицируют никель как канцероген и говорят о вредном влиянии никеля на организм человека при превышении нормальных пропорций, в том числе хроническое воздействие никеля является фактором риска развития рака легких. Кроме того, никель является одним из наиболее распространенных металлов, которые вызывают аллергию [7-9].

Прогрессивное введение сплавов никелид титана (NiTi) в ортодонтическую аппаратуру в виде активных дуг сделало возможным применение непрерывных и постоянных сил в клинике ортодонтии [4]. Много усовершенствований были применены в производстве в отношении ауستنитной активности (суперэластичности) и мартенситной активности (термоактивности) NiTi дуг, чтобы выгодно использовать свойства суперэластичности и памяти формы у NiTi сплавов [3]. Термоактивные дуги сохраняют свою память формы при температуре полости рта 35°C. Развитие производства NiTi ортодонтических дуг не предотвращает появления коррозии, особенно когда присутствуют способствующие этому коррозионные условия [10]. Устойчивость к коррозии NiTi дугам – очень важный фактор, связанный с их химической стабильностью в полости рта [11]. Воздействие высокой температуры, изменения pH ротовой жидкости и кислотность микробной флоры делают условия полости рта уникальными [6,12], так что они не могут быть моделированы в экспериментальных условиях [13]. Неустойчивая химическая структура вызывает выход ионов Ni в среду полости рта и может затронуть биологическую

совместимость [8,9]. NiTi дуги круглого сечения обычно используются для первой стадии лечения: выравнивания и нивелирования, таким образом, они имеют дело со сложными силами, зависящими от выраженности зубочелюстной аномалии и отдельных факторов полости рта [14,15]. Условия полости рта в естественных условиях обычно также не совпадают, то есть различаются жевательной силой, имеют различный статус гигиены полости рта, употребление различных типов продуктов и напитков, различную температуру полости рта, микрофлору и изменения pH фактора среди пациентов [6,8,15-17]. В этом исследовании изучались термоактивные NiTi дуги круглого сечения 0.016 инч (Dentaurum, Equire Thermo-Aktive, Германия) на предмет выделения ионов никеля в ротовую среду молодых здоровых пациентов на начальном этапе коррекции.

ЦЕЛЬ

Оценить выброс ионов никеля в ротовую жидкость при фиксации на зубные ряды брекетов с активными NiTi дугами в первые два месяца лечения.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Все обследуемые пациенты принимали участие в исследовании на добровольной основе с подписанием информированного согласия.

Брекет системы были установлены 17 пациентам, в том числе 9 пациентам женского пола и 8 пациентам мужского пола, в возрасте от 14 до 27 лет (средний возраст 20,2 ± 2,9 лет). Критерии отбора пациентов:

1. Все пациенты с постоянным прикусом;
2. У них нет металлических пломб;
3. У них нет коронок или мостов, которые содержат металл;
4. Некурящие;
5. Не страдают сопутствующими заболеваниями и не принимают лекарства;
6. Ранее не проходившие ортодонтическое лечение.

Каждому пациенту была установлена брекет система (рис.1), в которую входили: 16-20 стальных брекетов, не содержащих Никель (Nickel-free) и круглые термоактивные дуги из сплава никелид титана (Equire Thermo-Aktive) диаметр 0.016 дюймов. Все материалы – производства Дентаурм (Dentaurum, Germany). Наше исследование было проведено на основе того, что термоактивная NiTi дуга является незаменимой в современном ортодонтическом лечении, поскольку она стала неотъемлемой частью многих методов ортодон-

тического лечения зубов брекет-системой, основанных на технологии прямой дуги. Кроме того, всем пациентам измерялась рН ротовой жидкости колориметрическим методом по полоскам индикатора с рН 1-14. Слюна собиралась в течение 5 минут с определением рН 10 минутами позже. рН был определен путем окраски полосы индикатора рН. Определение рН всегда выполнялось при одинаковых условиях окружающего освещения и одним врачом. Образцы ротовой жидкости были собраны определенным образом и сохранены при соблюдении специальных условий, которые предотвращают воздействие окружающей среды на образцы и не допускают изменения их химических и биологических свойств.

Время сбора образцов

Образцы были взяты из ротовой жидкости пациентов до еды и без стимуляции секреции слюны в следующие промежутки времени:

1. Непосредственно перед установкой брекет системы (группа t0);
2. Непосредственно после установки брекет системы (группа T1);
3. Через неделю после установки брекет системы (группа t2);
4. Через месяц после установки брекет системы (группа t3);
5. Через два месяца после установки брекет системы (группа t4).

Способы сбора и хранения образцов

Пациента просили выпить стакан воды, чтобы не допустить обезвоживание при сборе ротовой жидкости, и прополоскать рот водой для удаления остатков пищи. Образец собирали через 10 минут после полоскания рта и хранили при температуре минус 20° С, чтобы предотвратить рост микробов в образцах, в соответствии с методом, использованным в исследовании.

Подготовка образцов для исследования

После разморозки, при комнатной температуре и седиментации слюны со скоростью 3000 об/мин на 15 минут, 3 мл исследуемой жидкости помещали в центрифужную стерильную 10мл пробирку, предназначенную в основном для электронной и радиоэлектронной промышленности, в которой находилось 2 мл бесцветной жидкости (формула HNO₃ азотной кислоты 5%), затем пробирку помещали в кипящую воду на 2 минуты, после



Рис. 1. Вид зубных рядов с фиксированной брекет-системой через 2 месяца коррекции. Аллергические реакции не выявлены. Хорошее периодонтальное здоровье.

Fig. 1. View of the dentition with a fixed bracket system after 2 months of treatment. No allergic reactions have been detected. Good periodontal health.

чего добавлялся 1 мл прозрачной бесцветной дистиллированной воды, далее образцы слюны были переведены в атомно-абсорбционный аппарат для проведения необходимого теста.

Стандартная серия была подготовлена из 10мл стандартного раствора: пациент, наклоняя голову, собирал в пробирку необходимую для исследования слюну, причем количество собранной ротовой жидкости по объему составляло в два раза больше объема стандартного раствора (1 ppm), соответственно увеличивалась концентрация: 5, 10, 20 ppb (микрограмм на литр) в следующем объеме 0.5, 1, 2 мл из предыдущего стандартного раствора, затем предыдущие концентрации помещали в мерной колбе и дополняли объем дистиллированной водой и 5% азотной кислотой до 100 мл.

Нулевой раствор готовили таким же образом, но без добавления стандартного раствора, то есть он состоял из дистиллированной воды и азотной кислоты. Стандартную серию определяли, начиная с нуля в графитовой печи, поглощение для каждой концентрации представлено в таблице 1.

Метод анализа

Образцы анализировали с помощью атомно-абсорбционного спектрофотометра (ААС). В ААС аналитическим сигналом является ослабление интенсивности линии излучения, прошедшего через плазму пламени, содержащую свободные атомы вещества. Поскольку процессы горения протекают по свободно-радикальному механизму, пламя можно рассматривать как плазменное состояние горючего вещества. Пучок излучения от источника с помощью прерывателя поочередно направляется то через пламя, то в обход его. Детектор также поочередно измеряет попадающее на него излучение, а на дисплей компьютера выводится логарифм соотношения интенсивностей исходного излучения и излучения, прошедшего через пламя. В некоторых приборах пучок исходного излучения разбивается на 2 луча: один направляется через пламя, другой – в обход его. Атомно-абсорбционная спектроскопия – это метод количественного анализа, основанный на свойствах атомов поглощать свет с определенной длиной волны (резонансное поглощение). Метод ААС обладает высокой точностью определения отдельных элементов и в практически полном отсутствии спектральных помех. В этом исследовании был использован спектрофотометр (Varian GTA 100, USA). Базовые инструментальные параметры спектрофотометр Varian GTA 100 оптимизированы. Устройство измеряло определенную длину волны никеля (Ni) с вместимостью дуги Equire Thermo-Active (круглая) 0,016 и шириной 0.2 нм. Для анализа использовали газообразный Аргон чистотой 99,999%, для охлаждения использовали обычную воду.

Измерения выполняли в виде аналитических серий по три пробы. Стандартные растворы и образцы вводились автоматически с автоматическим впрыском (auto sampler), содержащим диск для пятидесяти образцов. Объем, используемый при инъекции, был определен

Таблица 1. Концентрации исследуемого раствора слюны по поглощению в ppb (микрограмм/литр).

Table 1. Absorption concentrations of saliva solution under study in ppb (micrograms/liter).

Концентрация	0ppb	5ppb	10ppb	20ppb
Поглощение	0,0153	0,0625	0,1060	0,2085

Таблица 2. Величины изменения концентрации ионов никеля пациента до наложения брекет-системы (t0), непосредственно после установки (t1), через неделю (t2), через 1(t3) и 2 месяца (t4) (ppb). Выделено: P < 0,05.

Table 2. Changes in the concentration of nickel ions of the patient before the application of the bracket system (t0), immediately after installation (t1), after a week (t2), after 1 month (t3) and after 2 months (t4) (ppb). Highlighted: P < 0 .05.

Исследуемая переменная	Период времени	Кол. Пациентов	Сред. арифметическое	Среднеквадратическое отклонение	Среднеквадратическая ошибка	Минимальный показатель	Максимальный показатель
Величина изменения концентрации ионов никеля (ppb)	t0	17	4.15	0.67	0.21	3.3	5.6
	t1	17	3.64	1.01	0.32	2.52	5.54
	t2	17	3.67	0.43	0.14	2.96	4.46
	t3	17	4.16	0.84	0.27	2.78	6.02
	t4	17	3.94	0.90	0.28	2.86	5.82

как 20 мкл, и результаты были записаны в микрограммах/литр (ppb). При подготовке образцов объем образца был добавлен к аналогичному объему раствора, состоящему из азотной кислоты и дистиллированной воды. Результат показаний необходимо было умножить на 2, чтобы получить реальную концентрацию никеля в образце ротовой жидкости.

Контроль качества анализов при исследовании элементного состава осуществлялся с использованием стандартного образца (таблица 1). Результаты анализа контрольных образцов приведены в таблице 2. В случае несоответствия результата измерения контрольного образца критерию оценки выполнялись корректирующие действия.

Статистический анализ

После анализа образцов данные были собраны и проанализированы статистически для того, чтобы рассчитать средние арифметические данные, ошибку, среднеквадратическое отклонение и проценты.

Были проведены анализы и расчёты, которые соответствуют цели данного исследования после того, как мы измерили концентрацию ионов никеля в слюне пациента в пяти разных периодах времени t0, t1, t2, t3, t4.

Рассчитывалась разница концентрации во время исследования по следующей формуле: «Величина изменения концентрации ионов никеля в ротовой жидкости пациента в каждый период времени для каждого пациента = Концентрация ионов никеля перед установкой брекет системы пациенту – Концентрация ионов никеля в ротовой жидкости пациента в последующий период».

РЕЗУЛЬТАТЫ

Результаты показали, что изменения показателей концентрации никеля в ротовой жидкости пациентов после фиксации брекет-системы с термоактивными NiTi дугами, через неделю, месяц и два месяца существенно не меняются (P < 0,05). Разница между данными t0 и t1 сразу после наложения аппаратуры составила 0,51 микрограммах/литр (меньше на 12,3%), через неделю t0 и t2 – без изменений, через месяц t0 и t3 соответствовали исходной концентрации и через два месяца коррекции t0 и t4 были меньше на 5%. При этом средняя величина начальной pH ротовой жидкости (6,7 ± 0,5) на этапах лечения статистически не изменилась и составила через два месяца 6,5 ± 0,5.

Таким образом, наличие термоактивных начальных NiTi дуг круглого сечения 0.016 инч или 0,4 мм в полости рта пациентов, находящихся на ортодонтическом лечении, статистически не увеличивало концентрацию никеля в слюне на протяжении двух месяцев активного периода выравнивания и нивелирования ортодонтической коррекции аномалий положения зубов.

Как видно из таблицы (2), максимальное значение концентрации никеля 6,02 микрограммах/литр (ppb) и минимальное значение концентрации никеля 2,52 ppb было отмечено среди пациентов в период исследования. Что касается времени, то до установки брекетов средние концентрации ионов никеля в ротовой жидкости были 4,15 ± 0,21 ppb (микрограмм на литр). Показатели концентрации ионов никеля статистически достоверно не изменялись в течение двух месяцев.

ОБСУЖДЕНИЕ

Безопасная концентрация никеля в организме, согласно разным исследованиям, в среднем составляет 1-5.5 ppb [18]. Таким образом, в нашем исследовании наблюдалась средняя нормальная концентрация никеля в ротовой жидкости молодого человека. Исследование показало, что у трех пациентов женского пола произошло увеличение концентрации ионов никеля через 1-2 месяца от начала лечения на 7,5% по сравнению с исходным значением. Однако результаты получены на малой выборке, что требует дальнейших исследований.

За два месяца NiTi дуги выпустили очень маленькие концентрации ионов Ni, которые были ниже токсического уровня [18], способного ослабить хемотаксис лейкоцитов и заставить нейтрофилы становиться асферичными и двигаться медленно [9]. Концентрации ионов Ni были также ниже критического значения, необходимого, чтобы вызвать аллергию [1], и текущие результаты идут в соответствии с результатами из других исследований, в которых сплав NiTi рассматривался как безопасный и биологически совместимый материал, когда он используется в полости рта [1, 17, 19].

ВЫВОДЫ

1. Наличие термоактивных никель-титановых дуг в полости рта пациентов, находящихся на ортодонтическом лечении, не увеличивало концентрацию никеля в ротовой жидкости на протяжении двух месяцев активного периода выравнивания и нивелирования ортодонтической коррекции зубочелюстной аномалии.
2. Рекомендуется использовать термоактивную никель-титановую дугу сечением 0.016 инч при начальном этапе ортодонтического лечения несъемной техникой, в связи с ее преимуществами памяти формы и суперэластичности, не опасаясь какого-либо токсического воздействия никеля, входящего в ее состав.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ / REFERENCES:

1. Mikulewicz M, Chojnacka K. Release of metal ions from orthodontic appliances by in vitro studies: a systematic literature review. *Biol Trace Elem Res.* 2011;139(3):241–56.
2. Huang HH. Variation in corrosion resistance of nickel-titanium wires from different manufacturers. *Angle Orthod.* 2005;75(4):661–5.
3. Kuhta M, Pavlin D, Slaj M, Varga S, Lapter-Varga M, Slaj M. Type of archwire and level of acidity: effects on the release of metal ions from orthodontic appliances. *Angle Orthod.* 2009;79(1):102–10.
4. Senkutvan RS, Jacob S, Charles A, Vadgaonkar V, Jatol-Tekade S, Gangurde P. Evaluation of nickel ion release from various orthodontic arch wires: an in vitro study. *J Int Soc Prev Community Dent.* 2014;4(1):12–6.
5. House K, Sernetz F, Dymock D, Sandy JR, Ireland AJ. Corrosion of orthodontic appliances—should we care? *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2008;133(4):584–92.
6. Perinetti G, Contardo L, Ceschi M, Antonioli F, Franchi L, Baccetti T, et al. Surface corrosion and fracture resistance of two nickel-titanium-based archwires induced by fluoride, pH, and thermocycling. An in vitro comparative study. *Eur J Orthod.* 2012; 34 (1):1–9.
7. Maspero C., Giannini L., Galbiati G., Nolet F., Esposito L. & Farronato G. Titanium orthodontic appliances for allergic patients. *Minerva Stomatol.* 2014;63: 10-403.
8. Eliades T. Orthodontic materials research and applications: part 2. Current status and projected future developments in materials and biocompatibility. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2007;131(2):253–64.
9. Ortiz AJ, Fernández E, Vicente A, Calvo JL, Ortiz C. Metallic ions released from stainless steel, nickel-free, and titanium orthodontic alloys: toxicity and DNA damage. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2011;140 (3):e 115–22.
10. Iijima M, Endo K, Ohno H, Yonekura Y, Mizoguchi I. Corrosion behavior and surface structure of orthodontic Ni-Ti alloy wires. *Dent Mater J.* 2001;20(1):103–13.
11. Petoumeno E, Kislyuk M, Hoederath H, Keilig L, Bourauel C, Jäger A. Corrosion susceptibility and nickel release of nickel titanium wires during clinical application. *J Orofac Orthop.* 2008;69(6):411–23.
12. Galeotti A, Uomo R, Spagnuolo G, Paduano S, Cimino R, Valletta R, et al. Effect of pH on in vitro biocompatibility of orthodontic miniscrew implants. *Prog Orthod.* 2013;1:14–5.
13. Mikulewicz M, Chojnacka K, Woźniak B, Downarowicz P. Release of metal ions from orthodontic appliances: an in vitro study. *Biol Trace Elem Res.* 2012;146(2):272–80.
14. Gil FJ, Espinar E, Llamas JM, Manero JM, Ginebra MP. Variation of the superelastic properties and nickel release from original and reused NiTi orthodontic archwires. *J Mech Behav Biomed Mater.* 2012;6:113–9.
15. Mikulewicz M, Chojnacka K, Wołowicz P. Release of metal ions from fixed orthodontic appliance: an in vitro study in continuous flow system. *Angle Orthod.* 2014;84(1):140–8.
16. Wichelhaus A, Geserick M, Hibst R, Sander FG. The effect of surface treatment and clinical use on friction in NiTi orthodontic wires. *Dent Mater.* 2005;21(10):938–45.
17. El-Wassefy N, El-Fallal A, Taha M. Effect of different sterilization modes on the surface morphology, ion release, and bone reaction of retrieved micro-implants. *Angle Orthod.* 2015;85(1):39–47.
18. Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR). 2005. Toxicological profile for Nickel. Atlanta, GA: U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Service.
19. Setcos JC, Babaei-Mahani A, Silvio LD, Mjör IA, Wilson NH. The safety of nickel containing dental alloys. *Dent Mater.* 2006;22(12):1163–8.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ:

- Алмасри Р.* – аспирант кафедры стоматологии детского возраста и ортодонтии, ORCID ID: 0000-0003-3209-266X.
Косырева Т.Ф. – д.м.н, профессор, заведующий кафедрой стоматологии детского возраста и ортодонтии, ORCID ID: 0000-0003-4333-5735.
Скальный А. А. – старший преподаватель кафедры медицинской элементологии, ORCID ID: 0000-0001-5310-3853.
Катбех И. – к.м.н, ассистент кафедры стоматологии детского возраста и ортодонтии, ORCID ID: 0000-0002-4591-7694.
Абакелия К.Г. – аспирант кафедры стоматологии детского возраста и ортодонтии, ORCID ID: 0000-0002-4113-6348
Бирюков А.С. – к.м.н, старший преподаватель кафедры стоматологии детского возраста и ортодонтии, ORCID ID: 0000-0002-0087-2007/
Камганг В.Н. – аспирант кафедры стоматологии детского возраста и ортодонтии, ORCID ID: 0000-0001-6777-8405
 Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Российский университет дружбы народов» (РУДН), 117198, Россия, г.Москва, ул. Миклухо-Маклая, 6

AUTHOR INFORMATION:

- Rasha Almasry* – Postgraduate Student, Department of Pediatric Dentistry and Orthodontics, ORCID ID: 0000-0003-3209-266X.
Tamara F. Kosyрева – Doctor of Medical Sciences, Professor, Head of the Department of Pediatric Dentistry and Orthodontics, ORCID ID: 0000-0003-4333-5735.
Andrey A. Skalny – Senior Lecturer, Department of Medical Elementology. ORCID ID: 0000-0001-5310-3853
Imad Katbeh – Candidate of Medical Sciences, Assistant of the Department of Pediatric Dentistry and Orthodontics, ORCID ID: 0000-0002-4591-7694.
Kama G. Abakeliya – Postgraduate Student, Department of Pediatric Dentistry and Orthodontics, ORCID ID: 0000-0002-4113-6348.
Alexey S. Birukov – Candidate of Medical Sciences, Senior Lecturer, Department of Pediatric Dentistry and Orthodontics, ORCID ID: 0000-0002-0087-2007.
Wilfrid N. Kamgang – Postgraduate Student, Department of Pediatric Dentistry and Orthodontics, ORCID ID: 0000-0001-6777-8405.
 Peoples' Friendship University of Russia" (RUDN University). 6 Miklukho-Maklaya st, Moscow, 117198, Russia

ВКЛАД АВТОРОВ:

- Алмасри Р.* – дизайн исследования; сбор данных, анализ и интерпретация данных; подготовка статьи; окончательное одобрение варианта статьи для опубликования.
Косырева Т.Ф. – дизайн исследования; интерпретация данных; критический пересмотр в части значимого интеллектуального содержания; окончательное одобрение варианта статьи для опубликования.
Скальный А. А. – дизайн исследования; критический пересмотр в части значимого интеллектуального содержания; окончательное одобрение варианта статьи для опубликования.
Катбех И. – сбор данных, анализ и интерпретация данных; подготовка статьи; окончательное одобрение варианта статьи для опубликования.
Абакелия К.Г. – анализ и интерпретация данных; подготовка статьи; окончательное одобрение варианта статьи для опубликования.

Бирюков А.С. – анализ и интерпретация данных; подготовка статьи; окончательное одобрение варианта статьи для опубликования.

Камганг В.Н. – анализ и интерпретация данных; подготовка статьи; окончательное одобрение варианта статьи для опубликования.

AUTHOR'S CONTRIBUTION

Rasha Almasry – substantial contribution to the design of the article; the acquisition, analysis and interpretation of data for the article; drafted the article; approved the version to be published.

Tamara F. Kosyreva – research design; interpretation of data for the article; revised the article critically for important intellectual content; approved the version to be published.

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

Imad Katbeh – the acquisition, analysis and interpretation of data for the article; drafted the article; approved the version to be published.

Kama G. Abakeliya – the analysis and interpretation of data for the article; drafted the article; approved the version to be published.

Alexey S. Birukov – the analysis and interpretation of data for the article; drafted the article; approved the version to be published.

Wilfrid N. Kamgang – the analysis and interpretation of data for the article; drafted the article; approved the version to be published.

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

Косырева Т.Ф. / Tamara F. Kosyreva, E-mail: dr.kosyreva@mail.ru

Оценка эффективности противовоспалительной и антибактериальной терапии патологии пародонта

© Чекина А.В., Ломиашвили Л.М., Веткова К.В.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Омский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Омск, Россия

Резюме:

Цель. Оценить эффективность использования противовоспалительной и противомикробной терапии при патологии тканей пародонта.

Материалы и методы. Было обследовано 78 пациентов. Оценивались результаты лечения в 2 клинических группах. 1 группа получала традиционное лечение, в терапию 2 группы включали местное воздействие на лимфатическую систему. В исследовании были использованы методы: клинический, рентгенологический, бактериоскопический, культуральный, иммунологический, экспертных оценок, математической статистики.

Результаты. Сравнительный анализ результатов лечения больных с пародонтитом показал эффективность применения местного воздействия на лимфатическую систему.

Выводы. Полученные данные позволяют сделать вывод, что в клинической группе пациентов, где применяли местное воздействие на лимфатическую систему в комплексном лечении пародонтита, эффективность терапии выше, что подтверждается положительной динамикой клинических и лабораторных показателей.

Ключевые слова: лабораторные показатели, антибиотикотерапия, клинические показатели, пародонтит.

Статья поступила: 10.01.2022; **исправлена:** 13.02.2022; **принята:** 20.02.2022.

Конфликт интересов: Ломиашвили Л.М. является членом редакционной коллегии, однако, влияние было нивелировано в процессе двойного слепого рецензирования.

Благодарности: Финансирование и индивидуальные благодарности для декларирования отсутствуют.

Для цитирования: Чекина А.В., Ломиашвили Л.М., Веткова К.В. Оценка эффективности противовоспалительной и антибактериальной терапии патологии пародонта. *Эндодонтия today*. 2022; 20(1):85-89. DOI: 10.36377/1726-7242-2022-20-1-85-89.

Evaluation of the effectiveness of anti-inflammatory and antibacterial therapy of periodontal pathology

© Anna V. Chekina, Larisa M. Lomiashvili, Kira V. Vetkova

Omsk State Medical University, Omsk, Russia

Abstract:

Aim. To evaluate the effectiveness of anti-inflammatory and antimicrobial therapy in periodontal tissue pathology.

Materials and methods. 78 patients were examined. The results of treatment in 2 clinical groups were evaluated. Group 1 received traditional treatment; group 2 received therapy included local effects on the lymphatic system. The following methods were used in the study: clinical, radiological, bacterioscopic, cultural, immunological, expert assessments, mathematical statistics.

Results. A comparative analysis of the results of treatment of patients with periodontitis showed the effectiveness of local effects on the lymphatic system.

Conclusions. The data obtained allow us to conclude that in the clinical group of patients where local effects on the lymphatic system were used in the complex treatment of periodontitis, the effectiveness of therapy is higher, which is confirmed by the positive dynamics of clinical and laboratory indicators.

Keywords: laboratory parameters, antibiotic therapy, clinical indicators, periodontitis.

Conflict of interests: Larisa M. Lomiashvili is a member of the journal editorial board, however, the influence was excluded in the double-blind peer review process.

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

For citation: Anna V. Chekina, Larisa M. Lomiashvili, Kira V. Vetkova. Evaluation of the effectiveness of anti-inflammatory and antibacterial therapy of periodontal pathology. Endodontics today. 2022; 20(1):85-89. DOI: 10.36377/1726-7242-2022-20-1-85-89.

АКТУАЛЬНОСТЬ

Среди актуальных проблем стоматологии заболевания пародонта занимают одно из ведущих мест. Воспалительные заболевания пародонта протекают годами, с периодами ремиссий и обострений, что приводит к значительному нарушению функций зубочелюстной системы из-за резорбции костной ткани, гибели удерживающего аппарата зубов и выпадению (или) удалению последних [1-4]. Ассоциации микроорганизмов являются причиной происхождения и развития заболеваний пародонта [1, 2]. Из пародонтальных карманов высеваются самые разнообразные виды бактерий, среди которых большим титром и выраженными патогенными свойствами выделяются стрепто- и стафилококки [1, 3, 4]. Патогенетическими факторами развития воспалительных реакций в тканях пародонта являются нарастающий интерстициальный отек и аутоинтоксикация. С этих позиций наибольший интерес представляет лимфатическая система. Она является неотъемлемым путем, по которому при патологическом процессе удаляются из межклеточного пространства продукты распада клеток, токсины и метаболиты, а также осуществляет комплекс реакций по детоксикации тканевой жидкости и лимфы из очага воспаления [6-9]. Необходимо помнить об этом и включать в терапию пародонтита эффективные и одновременно простые методы воздействия на лимфатическую систему. Лимфотропное введение препаратов позволяет обеспечивать высокие и длительно сохраняющиеся концентрации в патологическом очаге и регионарных лимфатических узлах [9,10]. Кроме того, воздействие на лимфатическую систему усиливает лимфатический дренаж и позволяет удалить из тканей продукты метаболизма и некробиоза и ведет к усилению трофических и репаративных процессов, что особенно актуально при лечении воспалительных заболеваний пародонта [11-14].

ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ

Оценить эффективность использования противовоспалительной и противомикробной терапии при патологии тканей пародонта.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Проведено обследование 78 пациентов с патологией тканей пародонта в возрасте от 25 до 44 лет. У 45% обследованных, кроме воспалительных заболеваний пародонта, была выявлена соматическая патология, из них у 29% пациентов – хронические заболевания ЛОР-органов, у 33% – заболевания желудочно-кишечного тракта и желчевыводящих путей.

Все обследуемые пациенты были разделены на две группы методом случайных чисел:

1 группа (контрольная) – 39 человек, которым проведено традиционное лечение;

2 группа (опытная) – 39 человек, в комплексной терапии последних использовали местное воздействие на лимфатическую систему (лимфотропное введение препаратов). По возрасту, клиническим проявлениям основного заболевания больные опытной и контрольной групп были практически идентичны.

Для контроля эффективности лечения проводили микробиологическое исследование содержимого па-

родонтальных карманов до и после лечения. Осуществляли это с помощью двух методов:

1. Бактериоскопический метод (прямая бактериоскопия).
2. Культуральный (метод посева).

Оценку периферических и локальных показателей фагоцитарной и бактерицидной активности лейкоцитов: фагоцитирование латексных частиц нейтрофилами с вычислением фагоцитарного индекса (ФИ) и тест восстановления нитросинего тетразолия (НСТ).

Цифровые данные обрабатывали с помощью прикладных программ Microsoft – Excel на персональном компьютере «Pentium». Для анализа полученных результатов использовали метод вариационной статистики с вычислением средней арифметической величины (M), среднего квадратичного отклонения (σ), ошибки средней арифметической (m). Достоверность различий двух выборок оценивали с помощью критерия Стьюдента (t), достоверными считали различия при $p < 0,05$; при использовании методов множественного сравнения применяли поправку Бонферрони (Гланц С., 1999), при каждом сравнении уровень значимости зависит от числа сравнений. Для сравнения двух методов лечения и определения наиболее эффективного применяли замкнутые последовательные планы по Коулу (Закс Л., 1976). Комплексное лечение пародонтита складывалось из общепринятых мероприятий: индивидуальная и профессиональная гигиена полости рта, терапевтическое лечение (местное и общее), хирургическое лечение, по показаниям – шинирование зубов, ортопедическое лечение.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Всем обследованным пациентам был поставлен диагноз: пародонтит средней степени тяжести на основании данных клинико-рентгенологического обследования, включавшего сбор анамнеза, оценку стоматологического статуса, рентгенологическое исследование, микробиологическое исследование биотопа пародонтального кармана. Для более объективной оценки патологического процесса в тканях пародонта и реактивности организма проводили биохимический анализ крови. При осмотре выявили, что межзубные сосочки, маргинальная десна, а иногда и альвеолярная часть – цианотично-гиперемированы, неплотно прилегают к поверхности зубов, рыхлые.

При зондировании определяли патологические карманы глубиной 4-5 мм и более. Отмечали большое количество над – и поддесневых зубных отложений (среднее значение индекса Green-Vermillion $2,26 \pm 0,05$ балла), подвижность зубов I-II степени (подвижность оценивали по шкале Миллера в модификации Флезара). Индекс РМА % (в модификации Parma) составлял $83,51 \pm 3,36$, индекс кровоточивости по Muhlemann – $2,30 \pm 0,07$ ($p < 0,05$) (рис. 1). Среднее значение индекса гигиены (Silness-loe) составляло $1,98 \pm 0,07$ балла, что соответствовало неудовлетворительному уходу за полостью рта.

Наличие воспаления в тканях десны подтверждали положительной пробой Шиллера-Писарева. Йодное число Свракова составляло $5,56 \pm 0,06$, что свидетельство-

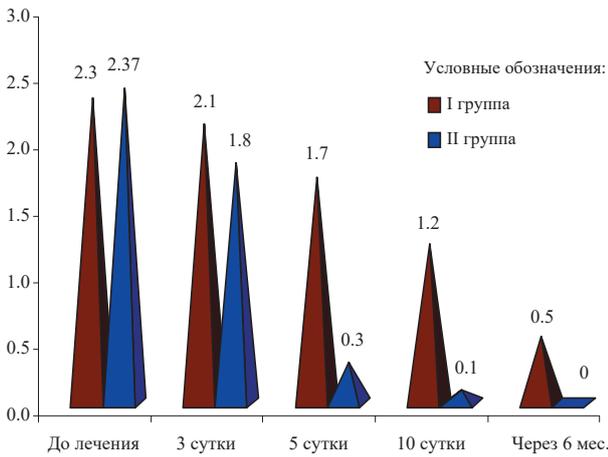


Рис. 1. Сравнительная оценка степени кровоточивости десны (индекс Muhlemann) на разных этапах лечения в обеих группах пациентов (баллы) (*статистически достоверные различия между показателями контрольной и опытной группами, $p < 0,05$).

Fig. 1. Comparative assessment of the degree of gingival bleeding (Muhlemann index) at different stages of treatment in both groups of patients (points) (*statistically revealing differences between the indicators of control and experimental use, $p < 0,05$).

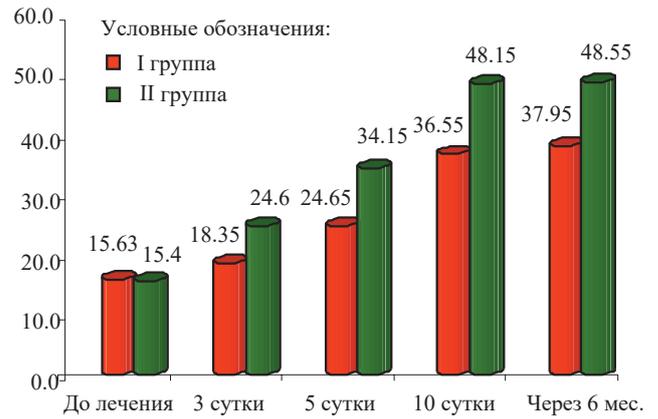


Рис. 2. Сравнительная оценка показателя стойкости капилляров десны (проба Кулаженко) у лиц пародонтитом на фоне проведенного лечения (сек) (*статистически достоверные различия между показателями контрольной и опытной группами, $p < 0,05$).

Fig. 2. Comparative evaluation of the gum capillary resistance index (Kulazhenko test) in patients with periodontitis against the background of treatment (sec) (*statistically revealing differences between the indicators of control and experimental use, $p < 0,05$).

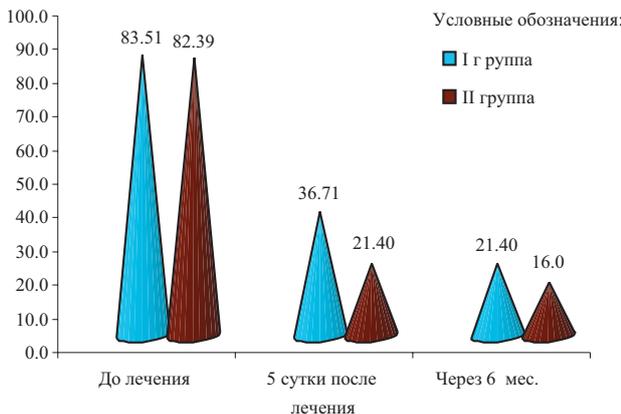


Рис. 3. Динамика значений индекса PMA (%) (*статистически достоверные различия между показателями контрольной и опытной группами, $p < 0,05$).

Fig. 3. Dynamics of PMA index values (%) (*statistically revealing differences between the indicators of control and experimental use, $p < 0,05$).

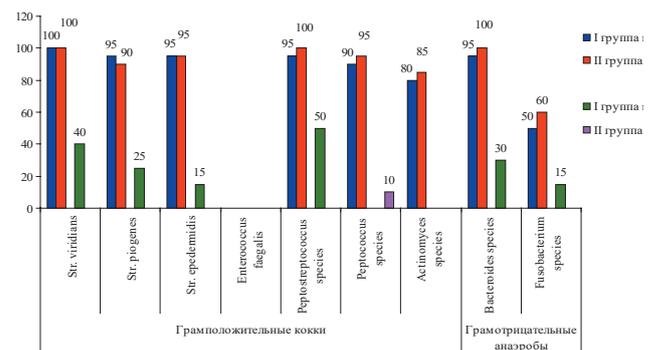


Рис. 4. Результаты микробиологического исследования пародонтального кармана (*статистически достоверные различия между показателями контрольной и опытной группами, $p < 0,05$).

Fig. 4. Results of microbiological examination of the periodontal pocket (*statistically revealing differences between the indicators of control and experimental use, $p < 0,05$).

вало об интенсивном воспалительном процессе. Для определения стойкости капилляров и проницаемости кровеносных сосудов слизистой оболочки десны использовали пробу Кулаженко. При первичном обследовании среднее значение пробы Кулаженко – $15,53 \pm 1,1$ сек. (на 31,26% ниже нормы) ($p < 0,05$) (рис. 2), что указывает на значительную ломкость капилляров, нарушение их проницаемости. При рентгенографическом исследовании регистрировали снижение высоты межзубных перегородок до 1/2 длины корня, очаги остеопороза, расширение периодонтальной щели. У всех больных отмечали смешанный тип резорбирующей костной ткани. Значения показателя, характеризующего фагоцитоз в капиллярной крови, взятой из десны, оказались в пределах нормы только в 26 % случаев. При сравнении результатов исследуемых групп разница была достоверна ($p < 0,05$).

ОБСУЖДЕНИЯ

Сравнительный анализ результатов лечения больных с пародонтитом показал эффективность примене-

ния местного воздействия на лимфатическую систему. На 5 сутки от начала лечения пациенты первой группы отмечали незначительное улучшение. В клинической картине наблюдали уменьшение гиперемии десен, их отечности, значение индекса PMA снизилось до $36,71 \pm 1,36\%$ ($p < 0,05$) (рис. 3). Отмечали уменьшение отделяемого из пародонтальных карманов. Подсчет йодного числа при проведении пробы Шиллера-Писарева свидетельствует, что данный показатель снизился до $2,26 \pm 0,04$ балла. Вместе с тем, значение этого показателя свидетельствовало об умеренно выраженном воспалительном процессе. Результаты оценки значений НСТ-теста в крови, взятой из десны, показали, что значения его в пределах нормы только у 30% пациентов. Показатели фагоцитарного индекса в пределах нормы были зарегистрированы у 40% пациентов. При клиническом исследовании пациентов второй группы, уже на 3 сутки больные отмечали значительное улучшение общего состояния, определяли уменьшение отека мягких тканей, уменьшение кровоточивости, о чем

свидетельствовало значение индекса Muhlemann ($1,8 \pm 0,1$). Обнаруживали снижение значения йодного числа Сваркова ($1,7 \pm 0,05$). Проба Кулаженко показала, что промежуток времени, за которое происходит образование гематомы, у пациентов данной группы увеличивается на 60%.

При осмотре полости рта пациентов 2 группы на 5 сутки после начала лечения у 80% пациентов отмечали отсутствие признаков воспаления, что подтверждалось результатами клинико-лабораторных исследований. При проведении пробы Кулаженко регистрировали увеличение времени образования гематомы в 2,2 раза, (среднее значение $34,15 \pm 0,81$ сек.), что составило 68,3% от нормы. Значения других индексов: йодного числа Сваркова $0,33 \pm 0,01$, индекса Muhlemann ($0,3 \pm 0,1$) фиксировали практически в пределах нормы. Кроме того, значительно снижалось значение индекса РМА до $21,41 \pm 1,61\%$ ($p < 0,05$). При оценке показателя фагоцитарной активности лейкоцитов обращали внимание на то, что его нормализация была зафиксирована у 70% пациентов. Результаты микробиологического исследования содержимого пародонтального кармана на 5 сутки от начала лечения показали: у пациентов 1 группы в 90% пациентов наблюдали рост патогенной микрофлоры, а во 2 группе только у 2 пациентов в анаэробных условиях идентифицированы единичные пептострептококки (рис. 4). Данный факт можно объяснить тем, что лимфотропное введение антибактериального препарата позволяет получить высокие концентрации лекарственных препаратов не только в патологическом очаге, но и в регионарных лимфатических узлах [10-12]. А также лимфостимулирующее действие лидазы и лидокаина, способствует быстрому восстановлению проходимости регионарного лимфатического русла, а значит адекватному дренажу и детоксикации тканевой

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Цепов Л.М., Николаев А.И., Михеева Е.А. Диагностика, лечение и профилактика заболеваний пародонта. Москва: МЕДпресс-информ; 2008: 272.
2. Цепов Л.М. Микрофлора полости рта и ее роль в развитии воспалительных заболеваний пародонта. Пародонтология. 2007;4(45):3-8.
3. Listgarten M.A. Microbiological testing in the diagnosis of periodontal diseases. J. Periodontol. 1992;63(4):332-337.
4. Wilson T.G., Konman K.S. Fundamentals of periodontics. 2nd edition. Boston; 1996:564.
5. Грудянов А.И. Заболевания пародонта. Москва: МИА; 2009:336.
6. Бородин Ю.И. Лимфология как интегральная медико-биологическая наука. Хирургия, морфология, наука. 2007;4(7):13-14.
7. Бородин Ю.И. Внутренняя среда организма и регионарный лимфатический дренаж. Хирургия, морфология, лимфология. 2009;6(11): 8-11.
8. Бородин Ю.И., Коненкова В.И., Повешенко А.Ф. Проблемы лимфангиологии. Новосибирск: Манускрипт; 2010:404.
9. Левин Ю.М. Основы общеклинической лимфологии и эндозологии. Москва; 2003:464.
10. Шумский А.В. Лимфотропная терапия тренталом в лечении хронического герпетического стоматита. Стоматология. 1997;76(1):15-17.

REFERENCES:

1. Tsepov L.M., Nikolaev A.I., Mikheeva E.A. Diagnostics, treatment and prevention of periodontal diseases. Moscow: MEDpress-inform; 2008. 272 p. (In Russ.)
2. Tsepov L.M. The microflora of the oral cavity and its role in the development of inflammatory periodontal diseases. Periodontology. 2007;4(45):3-8. (In Russ.)
3. Listgarten M.A. Microbiological testing in the diagnosis of periodontal diseases. J. Periodontol. 1992;63(4):332-337.
4. Wilson T.G., Konman K.S. Fundamentals of periodontics. 2nd edition. Boston; 1996:564.
5. Grudyanov A.I. Periodontal diseases. Moscow: MIA; 2009:336. (In Russ.)

жидкости и лимфы [9-12]. Ю.М. Левин (1986) указывает на то, что лимфотропное введение лекарственных препаратов снижает риск возникновения аллергических реакций. Следует отметить, что общая доза вводимого антибактериального препарата во 2 группе в 2,5 раза меньше, чем при его внутримышечном введении, а положительный эффект от лечения регистрировали раньше.

Через шесть месяцев после проведенного лечения у 100% пациентов отмечали улучшение самочувствия. Пациенты указывали на исчезновение болей в десне, отсутствие дискомфорта при жевании, кровоточивости десны. Индекс гигиены соответствовал хорошему уходу за полостью рта. Отмечали тенденцию к нормализации индекса РМА- $16,0 \pm 1,23\%$ ($p < 0,05$). Проба Шиллера-Писарева была отрицательная. Среднее значение пробы Кулаженко в данной группе регистрировали в пределах $48,66 \pm 2,11$ сек., что составляет 97% от нормы. В контрольной группе время образования гематомы увеличилось в среднем до $37,75 \pm 1,94$ сек., что составило всего 75,9% от нормы. Необходимо отметить, что при применении лимфотропного введения антибактериального препарата у пациентов наблюдали устойчивую тенденцию к нормализации НСТ-теста. У 70% пациентов его значение соответствовало норме (в группе сравнения у 30%) [15]. При сравнении результатов исследуемых групп разница была достоверна- $p < 0,05$.

ВЫВОДЫ

Таким образом, положительная динамика клинических и лабораторных показателей обосновывает целесообразность местного воздействия на лимфатическую систему в комплексе мероприятий для лечения больных с патологией пародонта.

11. Кротов С.Ю., Пугалова И.Н., Кротов Ю.А. Методы системной и регионарной лимфотропной терапии в оториноларингологии. Российская оториноларингология. 2020;19(4):82-89.
12. Семкин В.А., Надточий А.Г., Возгомент О.В., и др. Лимфатическая терапия и ее значение в комплексном лечении больных. Стоматология. 2020;99(5):116-121.
13. Нагаева М.О., Мирошниченко В.В., Петров И.М., и др. Клиническая оценка эффективности комплексного лечения пациентов с хроническим катаральным гингивитом с применением инъекционного геля гиалуроновой кислоты. Проблемы стоматологии. 2019;15(1):38-43. doi:10.18481/2077-7566-2019-15-1-38-43.
14. Дзюба Е.В., Нагаева М.О., Жданова Е.В. Роль иммунологических процессов в развитии воспалительных заболеваний пародонта и возможности их коррекции. Проблемы стоматологии. 2019;15(2):25-31. doi:10.18481/2077-7566-2019-15-2-25-31.
15. Веткова К.В., Чекина А.В., Борисенко М.А., Чепуркова О.А. Фагоцитарная активность лейкоцитов у пациентов с хроническими формами апикального периодонтита. Сборник научно-практических работ Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 85-летию Заслуженного деятеля науки РФ, профессора, д.м.н. Е.П. Москаленко. Ростов-на-Дону; 2014: 10-13.

6. Borodin Yu.I. Lymphology as an integral medical and biological science. Surgery, morphology, science. 2007;4(7):13-14. (In Russ.)
7. Borodin Yu.I. Internal environment of the organism and regional lymphatic drainage. Surgery, morphology, lymphology. 2009;6(11): 8-11. (In Russ.)
8. Borodin Yu.I., Konenkova A.F., Poveshchenko V.I. Problems of lymphangiology. Novosibirsk: Manuscript; 2010:404. (In Russ.)
9. Levin Yu.M. Fundamentals of general clinical lymphology and endoecology]. Москва; 2003:464. (In Russ.)
10. Shumsky A.V. Lymphotropic therapy with trental in the treatment of chronic herpetic stomatitis. Stomatology. 1997;76(1):15-17. (In Russ.)

11. Krotov S.Yu., Putalova I.N., Krotov Yu.A. Methods of systemic and regional lymphotropic therapy in otorhinolaryngology. Russian otorhinolaryngology. 2020;19(4):82-89. (In Russ.)

12. Semkin V. A., Nadochiy A.G., Vozgmet O.V., et al. Lymphatic therapy and its significance in the complex treatment of patients. Dentistry. 2020;99(5):116-121. (In Russ.)

13. Nagaeva M.O., Miroshnichenko V.V., Petrov I.M., et al. Clinical evaluation of the effectiveness of complex treatment of patients with chronic catarrhal gingivitis using injectable hyaluronic acid gel. Problems of dentistry. 2019;15(1):38-43. doi:10.18481/2077-7566-2019-15-1-38-43. (In Russ.)

14. Dzyuba E.V., Nagaeva M.O., Zhdanova E.V. The role of immunological processes in the development of inflammatory periodontal diseases and the possibility of their correction. Problems of dentistry. 2019;15(2):25-31. doi:10.18481/2077-7566-2019-15-2-25-31. (In Russ.)

15. Vetkova K.V., Chekina A.V., Borisenko M.A., Chepurkova O.A [Phagocytic activity of leukocytes in patients with chronic forms of apical periodontitis]. Collection of scientific and practical works of the All-Russian Scientific and Practical conference dedicated to the 85th anniversary of the Honored Scientist of the Russian Federation, Professor, Doctor of Medical Sciences E.P. Moskalenko. Rostov-on-don; 2014:10-13. (In Russ.)

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ:

Чекина А.В. – к.м.н., доцент кафедры терапевтической стоматологии.

Ломиашвили Л.М. – д.м.н., профессор, заведующий кафедрой терапевтической стоматологии.

Веткова К.В. – к.м.н., доцент кафедры терапевтической стоматологии.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Омский государственный медицинский университет" Министерства здравоохранения Российской Федерации, 644099, Россия, Омск, улица Ленина, д 12.

AUTHOR INFORMATION:

Anna V. Chekina – Candidate of Medical Science, docent of the Department of Therapeutic dentistry

Larisa M. Lomiashvili – Doctor of Medical Science, Prof., Head of Department of Therapeutic dentistry

Kira V. Vetkova – Candidate of Medical Science, senior lecture of the Department of Therapeutic dentistry

Omsk State Medical University, 12 Lenina str, Omsk, 644099, Russia.

ВКЛАД АВТОРОВ:

Чекина А.В. – существенный вклад в замысел и дизайн исследования; подготовка статьи или ее критический пересмотр в части значимого интеллектуального содержания.

Ломиашвили Л. М. – окончательное одобрение варианта статьи для опубликования.

Веткова К. В. – сбор данных или анализ и интерпретацию данных.

AUTHOR'S CONTRIBUTION:

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

Larisa M. Lomiashvili – approved the version to be published.

Kira V. Vetkova – the acquisition, analysis, or interpretation of data for the article.

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

Чекина А.В. / Anna V. Chekina, E-mail: annachekina@yandex.ru

Сохранить молодость пародонта: правда или миф? Стратегия и тактические подходы в периодонтологии на основе профилактической, предиктивной, персонализированной медицины

© Беленова И.А.¹, Митронин В.А.², Сударева А.В.¹, Старцева С.В.¹, Васильева М.С.¹, Олейник Е.А.¹

¹Федеральное государственное бюджетное учреждение высшего образования
«Воронежский государственный медицинский университет имени Н.Н. Бурденко»
Министерства здравоохранения Российской Федерации, Воронеж, Россия

²Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Московский государственный медико-стоматологический университет имени А.И. Евдокимова», Москва, Россия

Резюме:

Актуальность. Применение остеопластических материалов и гиалуроновой кислоты в пародонтологии является чрезвычайно актуальным для современной стоматологии, так как предиктивное введение в протокол лечения остеоиндуктивного препарата и/или гиалуроновой кислоты позволят смоделировать состояние близкое к физиологическому, омолодить, и достичь результатов максимального восстановления структур пародонта.

Цель. Исследования является экспериментальное подтверждение возможности сохранения физиологического состояния и омоложения пародонта с помощью остеопластических материалов и/или гиалуроновой кислоты.

Материалы и методы. В ходе эксперимента изучалась динамика репаративного остеогенеза в искусственно воспроизведенных дефектах челюстных костей у кроликов при использовании остеопластических материалов «Клипдент», «Биопласт-дент» или без применения стимуляторов регенерации, так же как отдельное направление изучен морфогенез тканей пародонта при применении гиалуроновой кислоты.

Результаты. Проведенные морфологические исследования могут свидетельствовать об ускорении процессов регенерации по сравнению с нормальным течением на 6-7 суток.

Выводы. Экспериментально доказано, что сохранение и продление молодости пародонта является возможным. В условиях современной стоматологии это является целесообразным и важным, при условии выбора правильной клинической стратегии и тактических методов. В частности, усовершенствование процедуры открытого кюретажа пародонтального кармана путём предиктивного введения в протокол лечения остеоиндуктивного препарата и/или гиалуроновой кислоты позволят значительно повысить эффективность лечебных мероприятий и восстановить состояние пародонта, близкое к физиологическому.

Ключевые слова: остеоиндукторы, омоложение пародонта, гиалуроновая кислота, открытый кюретаж, реабилитация пациента с болезнью тканей пародонта, восстановление тканей пародонта.

Статья поступила: 17.01.2022; **исправлена:** 16.02.2022; **принята:** 28.02.2022.

Конфликт интересов: Беленова И.А. является членом редакционной коллегии, однако, влияние было нивелировано в процессе двойного слепого рецензирования.

Благодарности: Финансирование и индивидуальные благодарности для декларирования отсутствуют.

Для цитирования: Беленова И.А., Митронин В.А., Сударева А.В., Старцева С.В., Васильева М.С., Олейник Е.А. Сохранить молодость пародонта: правда или миф? Стратегия и тактические подходы в периодонтологии на основе профилактической, предиктивной, персонализированной медицины. *Эндодонтия today*. 2022; 20(1):90-98. DOI: 10.36377/1726-7242-2022-20-1-90-98.

Keeping the periodontium youthful: truth or myth? Strategy and tactical approaches in periodontology based on preventive, predictive, personalized medicine

© Irina A. Belenova¹, Vladislav A. Mitronin², Anastasiya V. Sudareva¹, Svetlana V. Startseva¹, Mariya S. Vasilyeva¹, Elena A. Oleinik¹

¹Burdenko Voronezh State Medical University, Voronezh, Russia²Yevdokimov Moscow State University of Medicine and Dentistry, Moscow, Russia**Abstract:**

Relevance. The use of osteoplastic materials and hyaluronic acid in periodontology is extremely important for modern dentistry, since the predictive introduction of an osteoinductive drug and / or hyaluronic acid into the treatment protocol will allow simulating a state close to physiological, rejuvenating, and achieving the results of maximum restoration of periodontal structures.

Aim. To experimentally confirm the possibility of maintaining the physiological state and rejuvenating the periodontium using osteoplastic materials and / or hyaluronic acid.

Materials and methods. During the experiment, the dynamics of reparative osteogenesis in artificially reproduced defects of the jaw bones in rabbits was studied with the use of osteoplastic materials "Klipdent", "Bioplast-dent" or without the use of regeneration stimulants, as well as the morphogenesis of periodontal tissues when using hyaluronic acid. Results: the morphological studies carried out may indicate the acceleration of the regeneration processes in comparison with the normal course for 6-7 days.

Conclusions. It has been experimentally proven that the preservation and prolongation of periodontal youth is possible. We consider it appropriate and important in the conditions of modern dentistry, provided that the correct clinical strategy and tactical methods are chosen. In particular, the improvement of the procedure for open curettage of the periodontal pocket by predictively introducing an osteoinductive drug and / or hyaluronic acid into the treatment protocol will significantly increase the effectiveness of therapeutic measures and restore the periodontal condition close to physiological.

Keywords: osteoinductors, periodontal rejuvenation, hyaluronic acid, open curettage, rehabilitation of a patient with periodontal tissue disease, periodontal tissue restoration

Received: 17.01.2022; **revised:** 16.02.2022; **accepted:** 28.02.2022.

Conflict of interests: Irina A. Belenova is a member of the journal editorial board, however, the influence was excluded in the double-blind peer review process.

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

For citation: Irina A. Belenova, Vladislav A. Mitronin, Anastasiia V. Sudareva, Svetlana.V. Startseva, Mariya S. Vasilyeva, Elena A. Oleinik.. Keeping the periodontium youthful: truth or myth? Strategy and tactical approaches in periodontology based on preventive, predictive, personalized medicine. *Endodontics today*. 2022; 20(1):90-98. DOI: 10.36377/1726-7242-2022-20-1-90-98.

Что такое молодость? Можно ли ее сохранить? И главное, как это сделать? Все эти вопросы являются чрезвычайно важными как для здоровья каждого конкретного человека, так и для медицины в целом. Пародонт – сложная структура, которая выполняет не только опорную, но и обменную функцию, а значит, является важным связующим звеном в системе организм-полость рта, а также является показателем гомеостаза макроорганизма в целом. Традиционно молодость отождествляется с понятием здоровья, что и будет фигурировать в данной статье. Мы решили изучить объективные критерии старения пародонта и попробовать найти пути, которые препятствуют этому процессу.

Так какие же объективные критерии характеризуют процесс старения пародонта? Основываясь на наших исследованиях и многолетнем опыте работы с патологией пародонта, смело можно сказать, что с возрастом в нем запускаются механизмы изнашивания на микро- и макроуровнях [1-4]. Так, у лиц пожилого и старческого возраста эпителиальный слой слизистой оболочки полости рта истончается в основном за счет шиповидных клеток. Соединительная ткань десны становится плотнее, уменьшается количество межклеточной жидкости, теряется эластичность, грубеют волокна и снижается число фибробластов. Истончается эпителиальный слой в местах с неороговевающим эпителием и, наоборот, отмечается гиперплазия в местах с ороговевающим эпителием [5-7].

В связи с этим, хотелось бы разобраться: можно ли сохранить здоровье пародонта, а значит и его молодость?

Используя данные двадцатипятилетнего опыта наблюдения за пациентами с различными формами заболеваний пародонта, клиническими результатами лечения, профилактики, мы считаем, что это возможно. Однако реально это только в том случае, если мы имеем твердую опору в виде правильной стратегии и выверенных тактических методов.

Базируясь на собственных исследованиях и обзоре литературы российского и зарубежного научного сообщества, мы пришли к выводу, что патологические изменения в пародонте могут происходить по ряду причин, как общего, так и местного характера, а иногда и их сочетании [1-3,8-11]. Причем чаще всего патология пародонта носит мультифакториальный и коморбидный характер [1-5,12-16]. Мы считаем, что стратегия, определяющая решение поставленной задачи – сохранение молодости пародонта, представляет собой предикцию и превенцию заболевания. Причем, золотым стандартом в реализации этих мероприятий мы видим этиопатогенетический подход. То есть, путь предотвращения всевозможных этиологических и патогенетических механизмов запуска болезней и старения пародонта еще на донозологическом этапе. Тактические методы – это те инструменты и направления на пути реализации стратегии, которые помогут достичь стойкого клинического результата. По нашему мнению, наиболее значимыми методами для сохранения здоровья пародонта являются комплексность и персонализация (индивидуализация) программ профилактики. Конструирование и решение поднятой проблемы возможно только на ос-

нове реализации всех упомянутых нами компонентов [10-12,17-21].

Так как в предикции и превенции мы видим основные векторы решения проблем здоровья пародонта, рассмотрим их более подробно.

Предикция представляет собой выявление предрасположенности к заболеванию. Превенция предполагает предотвращение и снижение риска развития заболевания. В рамках реализации национальных программ предикции и профилактики стоматологической заболеваемости, очень важно определить этиологический фактор или комплекс факторов, в результате которого может развиваться заболевание, а также оценить степень влияния факторов риска. Выявление зависимости между состоянием организма и стоматологическим заболеванием определяет успешность предупредительных и профилактических мероприятий. Так, проспективное прогнозирование состояния пародонта, носит особенно важный характер с позиции сохранения его здоровья. Следовательно, предикция и превенция являются опорными моментами донозологической диагностики [1,3,16-21].

На сегодняшний день ВОЗ рекомендует уделить особое внимание комплексным практическим мероприятиям. Кроме того, профилактические программы должны иметь индивидуальный подход, учитывающий общие заболевания, особенности питания, и другие факторы, которые непосредственно влияют на гомеостаз пародонта. Это связано с тем, что организм человека является многомерной открытой системой, взаимодействующей с совокупностью факторов среды. Для медицины это формирует уникальность и неповторимость каждого клинического случая и каждого отдельно взятого пациента. Следовательно, в каждом случае необходимо работать над созданием комплексной индивидуальной модели, направленной на оздоровление пародонта [2,4,16-21].

Актуальность вышесказанного подтверждена собственными исследованиями, подкрепленными экспериментальными данными.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ

Нами был проведен эксперимент на животных на базе Научно-исследовательского института экспериментальной биологии и медицины государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Воронежского государственного медицинского университета им. Н.Н. Бурденко».

ЦЕЛЬ

Подтверждение возможности сохранения физиологического состояния и омоложения пародонта с помощью остеопластических материалов и применения в протоколах профилактики и лечения пародонта гиалуроновой кислоты.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В ходе эксперимента изучалась динамика репаративного остеогенеза в искусственно воспроизведенных травме периодонта у кроликов, соотносимой с проводимым открытым кюретажем при хроническом пародонтите тяжелой степени. В пародонтальный карман вносили остеопластические материалы и накладывали швы. В качестве остеопластических материалов применяли: «Клипдент», «Биопласт-дент» или без применения стимуляторов регенерации.

Основываясь на данных морфологического исследования, проводилась сравнительная характеристика

результатов применения того или иного вида остеопластического материала и регенерации костно-периодонтального дефекта под кровяным сгустком.

Экспериментально-морфологическая часть работы выполнена на 30 половозрелых беспородных лабораторных кроликах с начальной массой 3,5 кг.

В зависимости от используемых остеопластических материалов и видов изучаемой патологии, все животные были разделены на 3 группы.

1-я основная группа (12 кроликов), применялся остеопластический материал биологического (ксеногенного) происхождения «Биопласт-дент».

2-я основная группа (12 кроликов), использовался препарат синтетического происхождения «Клипдент».

3-я третья контрольная группа (12 кроликов), остеопластический материал не применялся.

Полученные в ходе исследования данные были обработаны с помощью методов математической статистики, реализованных в пакете прикладных компьютерных программ STATISTICA 6.0 StatSoft Inc. для персонального компьютера в системе Windows. Критический уровень статистической значимости p был принят, равным 0,05.

Для проверки соответствия данных нормальному закону и условия равенства дисперсий распределений изучаемых признаков в сравниваемых группах использовали модуль "Основные статистики и таблицы" пакета STATISTICA с использованием критерия Шапиро-Уилка, который применяется при исходно неизвестных средних значениях и квадратического отклонения.

Проверка условия, касающегося равенства дисперсий распределений признаков, была проведена с помощью подпрограммы расчета критерия Левена в пакете STATISTICA. При значениях $p < 0,05$ принималась альтернативная гипотеза о существовании различий между значениями дисперсии контрольной и основной групп.

РЕЗУЛЬТАТЫ

При исследовании обзорных гистологических срезов, окрашенных гематоксилином-эозином, было обнаружено, что на 14 суток эксперимента процесс регенерации костной ткани усиливается во всех рабочих группах по сравнению с биоконтролем (рис. 1), опережая основной процесс восстановления на $5,0 \pm 0,7$ дней ($p \leq 0,05$):

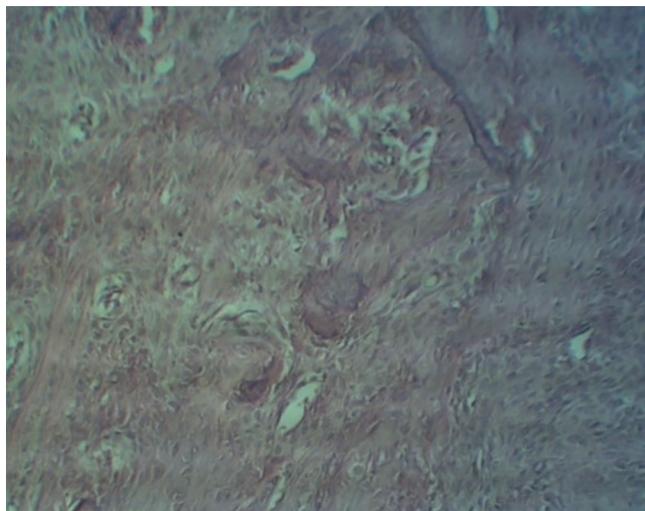


Рис. 1. Костная ткань, 14 суток регенерации.

Окр. гематоксилином-эозином, увел. 100.

Fig. 1. Bone tissue, 14 days of regeneration. Staining with hematoxylin-eosin, increase of 100.

в группе 1 на $6 \pm 0,32$ дней, группе 2 на $5 \pm 0,27$ дней ($p \leq 0,05$).

При рассмотрении морфологических срезов костной ткани (применение «Биопласт-дент») процесс регенерации костной ткани усиливается по сравнению с биоконтролем на $6 \pm 0,32$ дней ($p \leq 0,05$). Наблюдается усиленная васкуляризация всего пространства перелома (рис. 2). Также мы можем наблюдать, что остециты формируются, и начинается процесс их погружения в костные лакуны, интенсивность окрашивания свидетельствует о повышенных обменных процессах (рис. 1 и рис. 3) и формировании основных тяжей костной грубоволокнистой ткани.

Использование в эксперименте «Клипдент» вызывало сходную морфологическую картину (рис. 3) независимо от фракции основного компонента: тинкториальная плотность аморфного вещества усилена, хорошо различимы формирующиеся сосуды (до 1/3 уже сформированных). Скопления грубоволокнистой ткани концентрируются в оксифильно окрашенные поля, в которых, в большей степени, определяются формирующиеся остециты (до 60%) и остеокласты (не более 10%).

Процесс регенерации костной ткани усиливается по сравнению с биоконтролем на $5 \pm 0,27$ дней ($p \leq 0,05$).

Таким образом, по результатам на 14 сутки гистологическая картина клеточного фона и аморфного вещества костной ткани, архитектура микроциркуляторного русла в регенерате свидетельствуют об ускоренном заживлении и остеогенезе на срок превышающий контроль на $5,0 \pm 0,7$ суток ($p \leq 0,05$) (рис. 1, 2 и 3).

При изучении срезов костной ткани на 28 сутки морфологического эксперимента в группе животных «Клипдент» наблюдалось формирование основного костного вещества: остециты были погружены в костные лакуны (они преобладали во всех полях зрения и составляли не менее 70% от общего числа клеток), аморфное вещество было полностью свободным от примесей регенерации, сосуды микроциркуляции с хорошим кровенаполнением и полностью сформированы (рис.4). Процесс регенерации костной ткани усиливается по сравнению с биоконтролем на $7 \pm 0,28$ дней ($p \leq 0,05$).

Таким образом, на основании изучения процессов регенерации на 14 и 28 день, можно констатировать, что процесс регенерации костной ткани с использова-

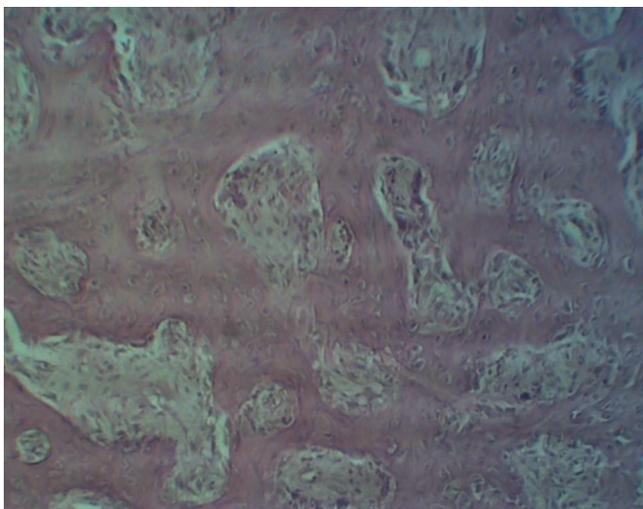


Рис. 2. Костная ткань, 14 суток регенерации. Окр. гематоксилином-эозином, увел. 100.

Fig. 2. Bone tissue, 14 days of regeneration. Staining with hematoxylin-eosin, increase of 100.

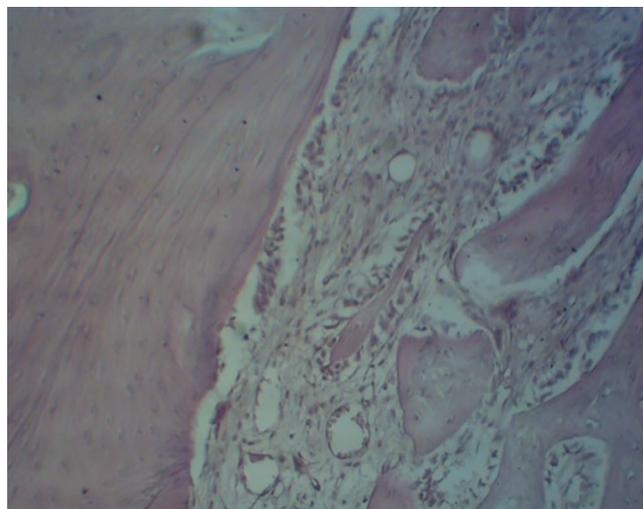


Рис. 3. Костная ткань, 14 суток регенерации. Окр. гематоксилином-эозином, увел. 100.

Fig. 3. Bone tissue, 14 days of regeneration. Staining with hematoxylin-eosin, increase of 100.

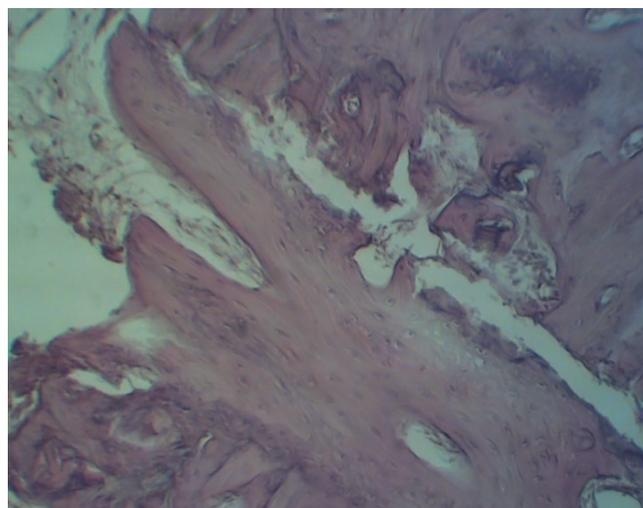


Рис. 4. Костная ткань, 28 суток регенерации. Окр. гематоксилином-эозином, увел. 100.

Fig. 4. Bone tissue, 28 days of regeneration. Staining with hematoxylin-eosin, increase of 100.

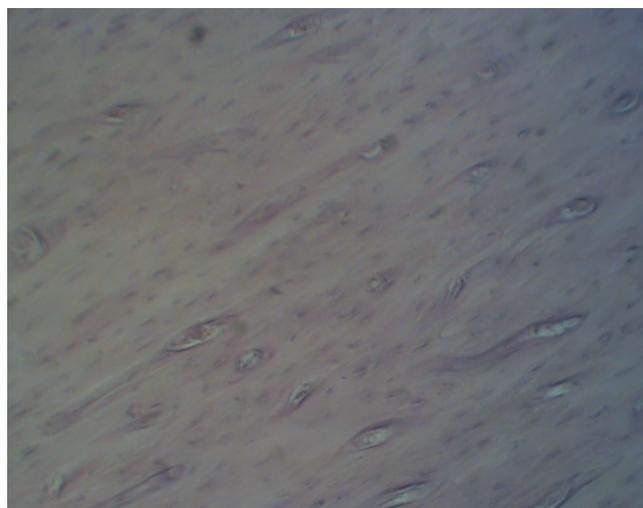


Рис. 5. Костная ткань, 28 суток регенерации. Окр. гематоксилином-эозином, увел. 100.

Fig. 5. Bone tissue, 28 days of regeneration. Staining with hematoxylin-eosin, increase of 100.

нием остеопластических материалов («Биопласт-дент» и «Клипдент») усиливался по сравнению с нормой и опережал ее на $6,0 \pm 0,28$ суток ($p \leq 0,05$) независимо от фракций веществ.

Схожая картина на 28 сутки эксперимента наблюдалась и при использовании «Биопласт-дент» (рис. 5).

Также, в своем исследовании мы изучили изменение диаметра кровеносных сосудов в разных экспериментальных группах. Так, на 3-ий день эксперимента за счет выраженного полнокровия сосудов и активного воспалительного процесса диаметр кровеносных сосудов был максимальным. В основной группе 1 с материалом «Биопласт-дент» данный показатель составил $69,7 \pm 4,3$, $25,9 \pm 3,8$ и $33,5 \pm 3,2$ на 3-ий, 7-ой и 14-ый день соответственно. В основной группе 2 с материалом «Клипдент» $74,4 \pm 3,2$, $38,2 \pm 3,7$ и $42,3 \pm 3,3$ на 3-ий, 7-ой и 14-ый день соответственно. В контрольной группе этот показатель составляет $88,2 \pm 5,2$ на 3-ий день, $66,04 \pm 4,2$ на 7-ой день, $31,2 \pm 3,4$ на 14-ый день и $57,4 \pm 4,2$ на 28-ой день эксперимента (таблица 1).

Диаметр кровеносных сосудов отражает процессы ангиогенеза при формировании соединительной ткани. В процессе регенерации начинают формироваться множественные капилляры, которые впоследствии укрупняются. В нашем исследовании самый меньший диаметр сосудов был на 7-ой день у животных основной группы 1, в которой применялся препарат «Биопласт-дент», в дальнейшем, на 14-ый день, этот показатель увеличивался. Схожая динамика у основной группы с применением «Клипдент», однако на 7-ой день показа-

тель среднего диаметра сосудов выше, чем у группы с препаратом «Биопласт-дент». Динамика среднего диаметра сосудов в контрольной группе происходит схожим образом, но с некоторым сдвигом (задержкой) по отношению к основным группам. Так, наименьший диаметр наблюдался на 14-ый сутки, то есть грануляционная ткань формировалась позже.

Другим направлением эксперимента явилось изучение влияния на морфогенез соединительной ткани гиалуроновой кислоты. Гиалуроновая кислота является специфичным катализатором регенеративных процессов как в соединительной ткани (и как следствие – и в костной).

В обычных условиях регенерации гиалуроновая кислота начинает накапливаться после 10 суток заживления (рис.6), и достигает максимума к $33,0 \pm 0,22$ суткам ($p \leq 0,05$) (в некоторых индивидуальных случаях этот срок сдвигается на несколько суток в обе стороны).

В условиях проведенного эксперимента, уже на 14 сутки (рис.7), независимо от используемого вещества, гиалуроновая кислота в большей степени расположена в матриксе стромы, а не вблизи сосудов, т.е. мы наблюдаем клеточную синтетическую активность искомого вещества, что, безусловно, свидетельствует об активных процессах регенерации уже на данном сроке (опережение на $5 \pm 0,32$ суток ($p \leq 0,05$) по сравнению с контролем (рис.6).

Более того, на 28 сутки эксперимента (рис. 8 и рис. 9) процесс синтеза гиалуроновой кислоты был настолько активен, что сами клетки не были различимы в микро-

Таблица 1. Средний диаметр просвета кровеносных сосудов в экспериментальных группах, мкм.

Table 1. Average diameter of the lumen of blood vessels in experimental groups, microns.

	Дни эксперимента			
	3	7	14	28
Основная группа 1, с материалом «Биопласт-дент».	$69,7 \pm 4,3$ мкм	$25,9 \pm 3,8$ мкм	$33,5 \pm 3,2$ мкм	-
Основная группа 2, с материалом «Клипдент»	$74,4 \pm 3,2$ мкм	$38,2 \pm 3,7$ мкм	$42,3 \pm 3,3$ мкм	-
Контрольная группа 3, без остеопластического материала	$88,2 \pm 5,2$ мкм	$66,04 \pm 4,2$ мкм	$31,2 \pm 3,4$ мкм	$57,4 \pm 4,2$ мкм

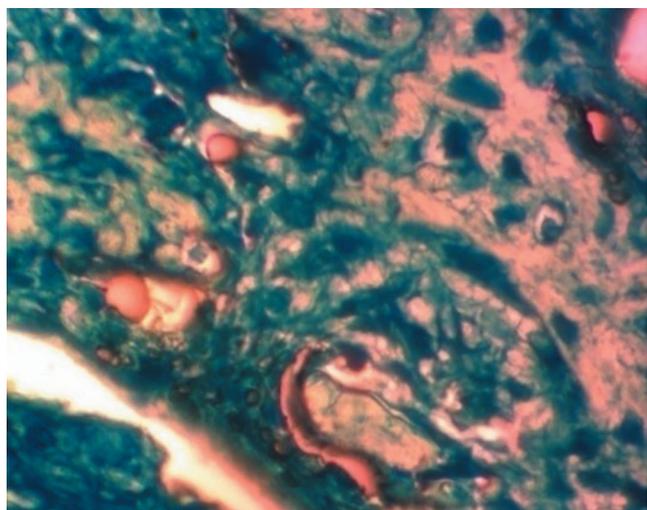


Рис. 6. Костная ткань, регенерация 14 сут. Окр. гиалуроновой кислоты, увел. 600.

Fig. 6. Bone tissue, 14 days of regeneration., hyaluronic acid staining, increase of 600.

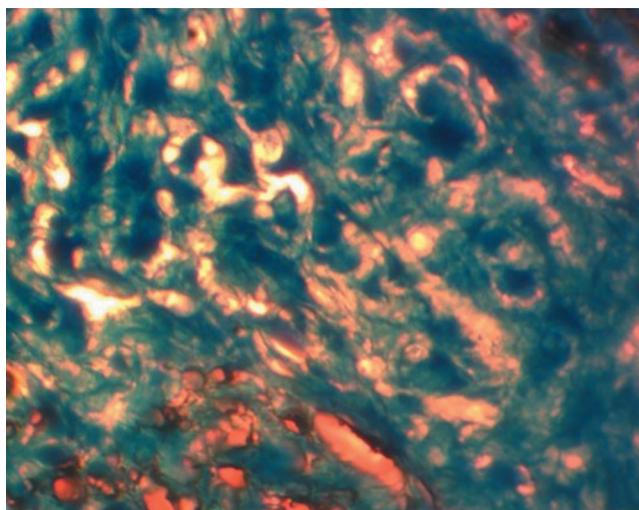


Рис. 7. Костная ткань, регенерация 14 сут. Окр. гиалуроновой кислоты, увел. 600.

Fig. 7. Bone tissue, 14 days of regeneration, hyaluronic acid staining, increase of 600.

препаратах. В норме такого процесса ни разу не наблюдалось (в доступных нам исследованиях), но в экспериментальных работах такие процессы описывались и свидетельствовали о том, что процессы заживления (регенерации) соединительной (костной ткани) были усилены [20]. В итоге установлено, что процесс регенерации ускорялся на $6,0 \pm 0,18$ суток ($p \leq 0,05$) независимо от использованного вещества и степени его дисперсии.

Таким образом, по результатам морфологического экспериментального исследования установлено следующее:

1. На основании изучения архитектоники микроциркуляторного русла регенерация была более выражена и ускорена в среднем на $6,0 \pm 0,28$ суток ($p \leq 0,05$) независимо от фракций веществ по сравнению с нормальным процессом.
2. Динамика изменения диаметра кровеносных сосудов показала, что заживление в контрольной группе протекало со значительной задержкой, заживление наступало к 28-у дню эксперимента, в отличие от основных групп, где оно завершалось к 14-у дню.
3. На основании изучения процессов синтеза гиалуроновой кислоты процесс регенерации ускорялся на $6,0 \pm 0,18$ суток ($p \leq 0,05$) независимо от использованного вещества и степени его дисперсии.

ОБСУЖДЕНИЕ

Таким образом, морфологическое исследование процесса регенерации костной ткани дает возможность сделать следующие выводы.

Результаты, наблюдаемые макроскопически: скорость резорбции остеопластического материала «Биопласт-дент» сопоставима со скоростью регенерации кости, что является оптимальным показателем. Материал «Клипдент» как на 14, так и на 28 сутки эксперимента находился в неизменном виде, что говорит о длительном периоде резорбции этого синтетического материала, и значительном несоответствии этого параметра со скоростью остеорегенерации.

В случае использования остеопластических материалов регенерация микроциркуляторного русла была более выражена как по качественным (зрелость кровеносных сосудов), так и по количественным (динамика изменения диаметра кровеносных сосудов) параме-

трам. А именно: на основании гистологической картины микроциркуляторного русла констатировалось ускорение регенерации в среднем на $6,0 \pm 0,28$ суток ($p \leq 0,05$) по сравнению с нормальным процессом; на основании динамики изменения диаметра кровеносных сосудов установлено, что процесс регенерации завершался к 14 дню, в отличие от 28 при обычных условиях; на основании изучения процессов синтеза гиалуроновой кислоты процесс регенерации ускорялся на $6,0 \pm 0,18$ ($p \leq 0,05$) суток.

С уверенностью можно утверждать, что оба использованных остеопластических материала при внесении в искусственно воспроизведенный дефект способствуют стимуляции процессов остеорепарации, что выражается в более раннем и интенсивном прорастании дефекта сосудами микроциркуляторного русла и, в целом, построении и созревании новых костных структур. Как показывают данные морфологии, интенсивное новообразование костной ткани идет в непосредственной близости гранул остеопластического материала, что также свидетельствует о выраженных остеоиндуктивных свойствах обоих подсаженных материалов. Однако оптимальные результаты получены при использовании материала «Биопласт-дент», который содержит костный ксеноколлаген, гидроксиапатит и хондроэтилсульфаты, и обладает высокой биорезорбцией.

«Клипдент» – синтетический материал, представляющий собой комплекс трикальций фосфата с гиалуроновой кислотой, обладает значительно меньшей скоростью резорбции, чем «Биопласт-дент», что тормозит вторичную перестройку новообразованного костного вещества. Несмотря на вышеуказанный факт, оба испытанных в эксперименте материала обладают выраженными остеоиндуктивными и остеокондуктивными свойствами, оказывая стимулирующее действие на процессы остеорегенерации, и могут быть рекомендованы к использованию в клинической практике.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основании изложенного выше можно сказать, что применение остеопластических материалов в пародонтологии является чрезвычайно актуальным для современной стоматологии, а помещение в карман остеодуктора при проведении открытого кюретажа делает клинический протокол данной процедуры более совер-

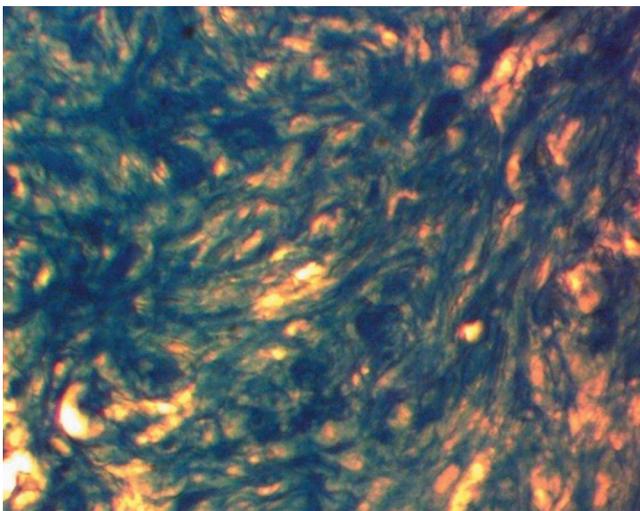


Рис. 8. Костная ткань, регенерация 28 сут. Окр. гиалуроновой кислоты, увел. 400.

Fig. 8. Bone tissue, 28 days of regeneration, hyaluronic acid staining, increase of 400.

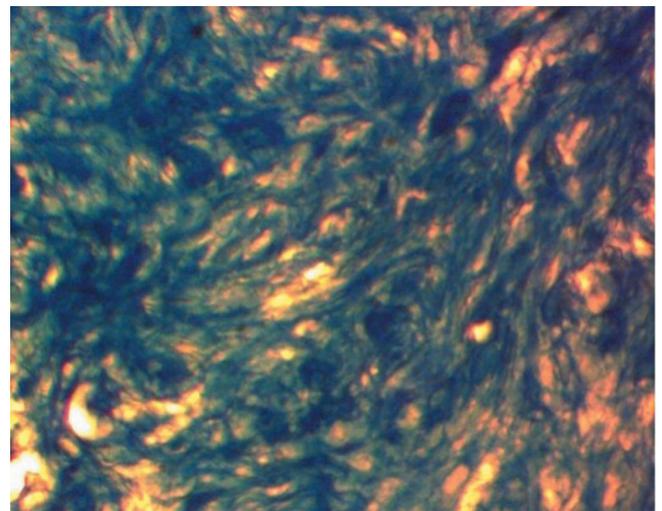


Рис. 9. Костная ткань, регенерация 28 сут. Окр. гиалуроновой кислоты, увел. 400.

Fig. 9. Bone tissue, 28 days of regeneration, hyaluronic acid staining, increase of 400.

шенным. Данный препарат не только стимулирует репродукцию коллагена и эластина, доказанную экспериментальными исследованиями, но и создаёт щелочную среду (рН не менее 7,42), подавляющую кантоминацию патогенной микрофлоры. Кроме того, процедура использования остеиндуктора позволяет в кратчайшие сроки ликвидировать воспалительные процессы, стимулирует воспроизводство фибробластов, поддерживает коллагеногенез – это позволяет смоделировать состояние близкое к физиологическому, омолодить, и достичь результатов максимального восстановления структур пародонта. Усовершенствование процедуры открытого кюретажа пародонтального кармана путём предиктивного введения в протокол лечения остеиндуктивного препарата позволят значительно повысить эффективность лечебных мероприятий и восстановить состояние пародонта, близкое к физиологическому.

Совершенно очевидно, исходя из экспериментальных результатов исследования, эффективное влияние

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Абдулмеджидова Д.М. Факторы риска развития заболеваний пародонта у взрослого населения. Российский стоматологический журнал. 2017; 21(2):72-75.
2. Немерюк Д.А., Душечкин А.С. Комплексный подход при лечении и реабилитации больных с заболеваниями пародонта. Здоровье и образование в XXI веке. 2012; 10:279-280.
3. Буляков, Р.Т., Сабитова Р.И., Гуляева О.А. Изучение качества жизни у пациентов с хроническим генерализованным пародонтитом средней степени тяжести. Проблемы стоматологии. 2013; 6:12-17.
4. Бурхонова, Н.Д. К вопросу заболевания пародонта. Мировая наука. 2019; 04:217-220.
5. Бутюгин, И.А., Долгушин И.И., Ронь Г.И. Клинико-иммунологическая характеристика пациентов с хроническим генерализованным пародонтитом. Уральский медицинский журнал. 2014; 05:34.
6. Быкова, Н.И., Одольский А.В., Григорян В.А. Применение глюкозамина и хондроитина при воспалительных и воспалительно-дистрофических заболеваниях пародонта (экспериментальное исследование). Аллергология и иммунология. 2016; 17(3): 208-213.
7. Пародонтология: национальное руководство. Под ред. Дмитриева, Л.А. Изд-во: ГЭОТАР-Медиа. 2014:704.
8. Журавлева М.В., Фирсова И.В., Воробьев А.А. Клиническая эффективность метода плазмолифтинг и препарата "Траумель С" в лечении заболеваний пародонта на примере собак с хроническим генерализованным пародонтитом. Современные проблемы науки и образования. 2015; 5:351-355.
9. Закизаде А.Е., Алиева Е.Р., Мамедов З.Н. Рациональный подход к комплексной профилактике и лечению воспалительных заболеваний пародонта. Вестник проблем биологии и медицины. 2018; 1(3):370-373.
10. Байтус Н.А. Синтетические остеопластические препараты на основе гидроксиапатита в стоматологии. Вестник Витебского государственного медицинского университета. 2014; 13(3):29-34.
11. Kunin A.A., Belenova I.A., Ippolitov Y.A., Moiseeva N.S., Kunin D.A. Predictive research methods of enamel and dentine for initial caries detection. The EPMA Journal. 2013; 4(1):10..
12. Беленова И.А., Шабанов Р.А. Неосложнённый кариес – методы лечения и профилактики. Стоматология детского возраста и профилактика. 2010; 9(2):32-36.
13. Belenova I.A., Shabanov R.A. Uncomplicated caries – methods of treatment and prevention. Pediatric dentistry and prevention. 2010; 9(2):32-36.
14. Беленова И.А., Калинина Е.С., Кумирова О.А., Кунин А.А., Олейник О.И., Полова Т.А. Современный взгляд на проблему раз-

REFERENCES:

1. Bulyakov, R.T., Sabitova R.I., Gulyaeva O.A. Studying the quality of life in patients with chronic generalized periodontitis of moderate severity. Problems of dentistry. 2013; 6:12-17.
4. Burkhonova, N.D. On the issue of periodontal disease. World science. 2019; 04:217-220.

гиалуруновой кислоты на состояние тканей пародонта. Что подтверждает актуальность введения в протокол лечения заболеваний пародонта данного фармакологического средства.

Проведенные нами исследования демонстрируют важность, эффективность и практическую значимость таких принципов, как предикция и превенция (прогнозирование и предотвращение возможных осложнений после открытого кюретажа путем использования остеогенного материала), комплексность и персонификация (применение комплекса препаратов для регенерации с учетом индивидуальных возрастных особенностей) в пародонтологии.

Подводя итог, хочется сказать, что сохранение и продление молодости пародонта мы считаем возможным, целесообразным и важным в условиях современной стоматологии при условии выбора правильной клинической стратегии и тактических методов, описанных нами в данной статье.

работки программ профилактики заболеваний тканей пародонта. Вестник новых медицинских технологий. 2010; 17(2):163-165.

14. Беленова И.А., Андреева Е.В., Кунина Н.Т. Повышение эффективности лечения гиперестезии зубов после профессионального отбеливания. Вестник новых медицинских технологий. 2013; 20(2):98-101.
15. Беленова И.А., Митронин А.В., Кудрявцев О.А., Рожкова Е.Н., Андреева Е.В., Жакот И.В. Рекомендации средств гигиены с десенсетивным эффектом с учётом индивидуальных особенностей стоматологического статуса пациента. Стоматологическое образование. 2016; 55:46-49.
16. Кунин А.А., Беленова И.А., Селина О.Б. Роль менеджмента в повышении эффективности мероприятий комплексной системы профилактики кариеса. Системный анализ и управление в биомедицинских системах. 2008; 7(1):103-105.
17. Шабанов Р.А., Беленова И.А. Разработка и оценка эффективности методов предупредительного выявления процессов деминерализации эмали при диагностике вторичного кариеса. Системный анализ и управление в биомедицинских системах. 2012; 11(3):714-720.
18. Shabanov R.A., Belenova I.A. Development and evaluation of the effectiveness of methods of preventive detection of enamel demineralization processes in the diagnosis of secondary caries. System analysis and management in biomedical systems. 2012; 11(3):714-720.
19. Беленова И.А., Харитонов Д.Ю., Сущенко А.В., Кудрявцев О.А., Красичкова О.А., Жакот И.В. Сравнение качества различных методов ирригации корневых каналов в процессе эндодонтического лечения. Эндодонтия Today. 2016; 2:3-7.
20. Кунин А.А., Беленова И.А., Скорынина А.Ю., Кравчук П.С., Кобзева Г.Б. Оценка эффективности применения кальцийсодержащих препаратов в программе профилактики кариеса зубов. Вестник новых медицинских технологий. 2012; 19(2):226-227.
21. Олейник О.И., Арутюнян К.Э., Беленова И.А., Денигов Т.Л., Кунин А.А. Методология выбора безопасных и эффективных лечебно-профилактических средств при кариесе и воспалительных заболеваниях пародонта. Вестник новых медицинских технологий. 2011; 18(2):210-215.
22. Азарова Е.А. Клинико-экспертное обоснование применения "Биопласт-дент", "Клиплент" в комплексном лечении переломов челюстей и внутрикостных образований челюстно-лицевой области.: дис. ... канд. мед. наук: 14.00.21. Азарова Екатерина Александровна. М. 2015: 161.

5. Butyugin, I.A., Dolgushin I.I., Ron G.I. Clinical and immunological characteristics of patients with chronic generalized periodontitis. Ural Medical Journal. 2014; 05:34.
6. Bykova, N.I., Odolsky A.V., Grigoryan V.A. The use of glucosamine and chondroitin in inflammatory and inflammatory-dystrophic periodontal

diseases (experimental study). *Allergology and immunology*. 2016; 17(3): 208-213.

7. *Periodontology: a national guide*. Ed. Dmitrieva, L.A. Publishing house: GEOTAR-Media. 2014:704.

8. Zhuravleva M.V., Firsova I.V., Vorobyev A.A. Clinical efficacy of the plasmolifting method and the drug "Traumel C" in the treatment of periodontal diseases on the example of dogs with chronic generalized periodontitis. *Modern problems of science and education*. 2015; 5:351-355.

9. Zakizade A.E., Alieva E.R., Mammadov Z.N. Rational approach to complex prevention and treatment of inflammatory periodontal diseases. *Bulletin of Problems of Biology and Medicine*. 2018; 1(3):370-373.

10. Baytus N.A. Synthetic osteoplastic preparations based on hydroxyapatite in dentistry. *Bulletin of the Vitebsk State Medical University*. 2014; 13(3):29-34.

11. Kunin A.A., Belenova I.A., Ippolitov Y.A., Moiseeva N.S., Kunin D.A. Predictive research methods of enamel and dentine for initial caries detection. *The EPMA Journal*. 2013; 4(1):10.

12. Belenova I.A., Shabanov R.A. Uncomplicated caries – methods of treatment and prevention. *Pediatric dentistry and prevention*. 2010; 9(2):32-36.

13. Belenova I.A., Kalinina E.S., Kumirova O.A., Kunin A.A., Oleinik O.I., Popova T.A. Modern view on the problem of developing programs for the prevention of periodontal tissue diseases. *Bulletin of New Medical Technologies*. 2010; 17(2):163-165.

14. Belenova I.A., Andreeva E.V., Kunina N.T. Improving the effectiveness of dental hyperesthesia treatment after professional whitening. *Bulletin of New Medical Technologies*. 2013; 20(2):98-101.

15. Belenova I.A., Mitronin A.V., Kudryavtsev O.A., Rozhkova E.N., Andreeva E.V., Zhakot I.V. Recommendations of hygiene products with a desensitizing effect taking into account the individual characteristics of the patient's dental status. *Dental education*. 2016; 55:46-49.

16. Kunin A.A., Belenova I.A., Selina O.B. The role of management in improving the effectiveness of measures of the integrated caries prevention system. *System analysis and management in biomedical systems*. 2008; 7(1):103-105.

17. Shabanov R.A., Belenova I.A. Development and evaluation of the effectiveness of methods of preventive detection of enamel demineralization processes in the diagnosis of secondary caries. *System analysis and management in biomedical systems*. 2012; 11(3):714-720.

18. Belenova I.A., Kharitonov D.Yu., Sushchenko A.V., Kudryavtsev O.A., Krasichkova O.A., Zhakot I.V. Comparison of the quality of various methods of root canal irrigation in the process of endodontic treatment. *Endodontics Today*. 2016; 2:3-7.

19. Kunin A.A., Belenova I.A., Skorynina A.Yu., Kravchuk P.S., Kobzeva G.B. Evaluation of the effectiveness of calcium-containing drugs in the dental caries prevention program. *Bulletin of New Medical Technologies*. 2012; 19(2):226-227.

20. Oleinik O.I., Harutyunyan K.E., Belenova I.A., Denigov T.L., Kunin A.A. Methodology of choosing safe and effective therapeutic and prophylactic agents for caries and inflammatory periodontal diseases. *Bulletin of New Medical Technologies*. 2011; 18(2):210-215.

21. Azarova E.A. Clinical and expert justification of the use of "Bioplast-dent", "Clipdent" in the complex treatment of fractures of the jaws and intraosseous formations of the maxillofacial region.: dis. ... Candidate of Medical Sciences: 14.00.21. Azarova Ekaterina Aleksandrovna. M.2015: 161.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

*Беленова И.А.*¹ – доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой подготовки кадров высшей квалификации в стоматологии, ORCID ID: 0000-0002-1314-3364.

*Митронин В.А.*² – кандидат медицинских наук, доцент кафедры ортопедической стоматологии и гнатологии, ORCID ID: 0000-0002-3561-6222.

*Сударева А.В.*¹ – аспирант кафедры подготовки кадров высшей квалификации в стоматологии, ORCID ID: 0000-0002-2866-1156.

*Старцева С.В.*¹ – кандидат медицинских наук, кафедра микробиологии, ORCID ID: 0000-0002-2425-5150.

*Васильева М.С.*¹ – аспирант кафедры подготовки кадров высшей квалификации в стоматологии, ORCID ID: 0000-0002-1685-8322.

*Олейник Е.А.*¹ – аспирант кафедры подготовки кадров высшей квалификации в стоматологии, ORCID ID: 0000-0002-0210-3535.

¹Федеральное государственное бюджетное учреждение высшего образования «Воронежский государственный медицинский университет имени Н.Н. Бурденко» Министерства здравоохранения Российской Федерации, ул. Студенческая, 10, 394036, г. Воронеж, Россия

²Федеральное 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:

*Irina A. Belenova*¹ – Doctor of Medical Sciences, Professor, Head of the Department of Training Highly Qualified Personnel in Dentistry, ORCID ID: 0000-0002-1314-3364.

*Vladislav A. Mitronin*² – Candidate of Medical Sciences., Associate Professor, ORCID ID: 0000-0002-3561-6222.

*Anastasiya V. Sudareva*¹ – post-graduate student of the department of training highly qualified personnel in dentistry, ORCID ID: 0000-0002-2866-1156.

*Svetlana V. Startseva*¹ – Candidate of Medical Sciences, Associate professor, ORCID ID: 0000-0002-2425-5150.

*Mariya S. Vasilyeva*¹ – postgraduate student of the Department of training highly qualified personnel in dentistry, ORCID ID: 0000-0002-1685-8322.

*Elena A. Oleinik*¹ – postgraduate student of the department of training highly qualified personnel in dentistry, ORCID ID: 0000-0002-0210-3535.

¹Burdenko Voronezh State Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation, 10 Studencheskaya str., 394036, Voronezh, Russia

²Yevdokimov Moscow State University of Medicine and Dentistry. 20c1, Delegatskaya st, Moscow, 27473, Russian Federation.

ВКЛАД АВТОРОВ:

Беленова И.А. – окончательное одобрение варианта статьи для опубликования.

Митронин В.А. – подготовка статьи или ее критический пересмотр в части значимого интеллектуального содержания.

Сударева А.В. – сбор данных или анализ и интерпретацию данных.

Старцева С.В. – существенный вклад в замысел и дизайн исследования.

Васильева М.С. – существенный вклад в замысел и дизайн исследования.

Олейник Е.А. – сбор данных или анализ и интерпретацию данных.

AUTHOR'S CONTRIBUTION:

Irina A. Belenova – approved the version to be published.

Vladislav A. Mitronin – drafted the article or revised it critically for important intellectual content.

Anastasiya V. Sudareva – the acquisition, analysis, or interpretation of data for the article.

Svetlana V. Startseva – has made a substantial contribution to the concept or design of the article.

Mariya S. Vasilyeva – has made a substantial contribution to the concept or design of the article.

Elena A. Oleinik – the acquisition, analysis, or interpretation of data for the article.

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

Сударева А.В. / Anastasiya V. Sudareva, E-mail: anastasiya.sudareva@yandex.ru