

Эндодонтия

today

2024 | Том 22, № 3
Vol. 22, No. 3

В HOMEPE:

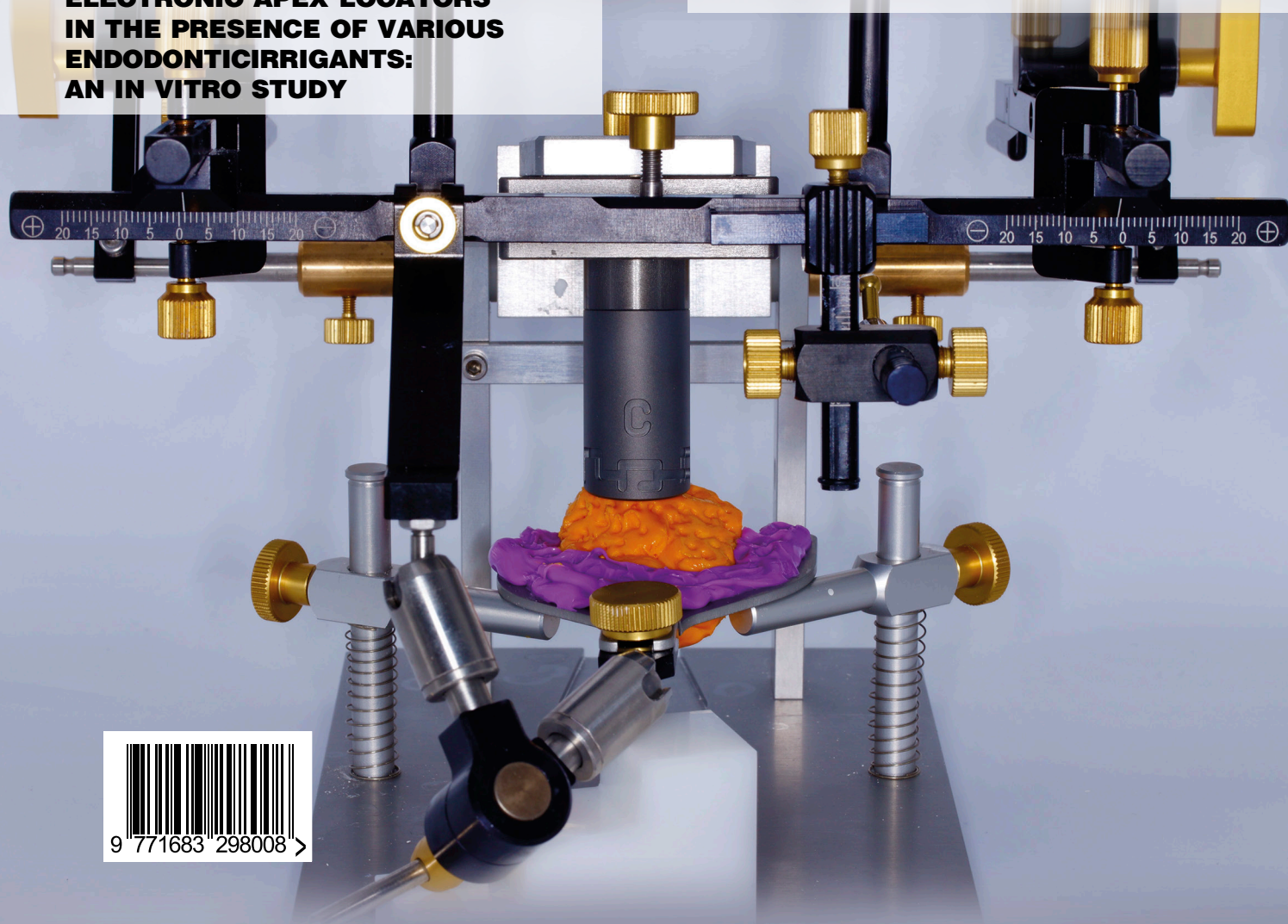
**СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ
ЭФФЕКТИВНОСТИ МЕХАНИЧЕСКОЙ
ОБРАБОТКИ КОРНЕВЫХ КАНАЛОВ
РАЗЛИЧНЫМИ СИСТЕМАМИ
NI-TI ФАЙЛОВ**

**THE INVESTIGATION
OF ENDODONTIC IRRIGANTS
AND POLYHEXANIDE-BASED
SOLUTION ACTION ON SMEAR LAYER**

**COMPARATIVE EVALUATION
OF ACCURACY OF THREE DIFFERENT
ELECTRONIC APEX LOCATORS
IN THE PRESENCE OF VARIOUS
ENDODONTIC IRRIGANTS:
AN IN VITRO STUDY**

**COMPARATIVE ESTIMATION
OF FRACTURE RESISTANCE OF TEETH
RESTORED WITH NEW FIBER
IMPREGNATED COMPOSITE, SHORT
FIBER COMPOSITE, AND NANOHYBRID
COMPOSITE - AN IN-VITRO STUDY**

**COMPARATIVE EVALUATION
OF THE STRENGTH OF ADHESION
BY PUSH-OUT BOND STRENGTH TESTS
ON ENDODONTIC POSTS CEMENTED
WITH DIFFERENT RESINOUS TYPES
OF LUTING CEMENTS:
AN IN VITRO STUDY**



9 771683 298008 >

Минимально инвазивные подходы в эндодонтической практике

Под редакцией
Джанлука Плотино

- Роль современных технологий в сохранении дентина при лечении корневых каналов и биологические методы лечения пульпы (Стефани Симон)
- Биологические методы лечения пульпы (Стефани Симон)
- Минимально инвазивный доступ к системе корневых каналов (Карлос Боведа, Анил Кишен)
- Минимально инвазивная инструментальная обработка корневых каналов (Стефани Симон)
- Минимально инвазивная инструментальная обработка и дезинфекция корневых каналов (Рональд Ординола-Сапата, Джозеф Т. Креппс, Прасанна Нилакантан)
- Обтурация корневых каналов после минимально инвазивной подготовки (Жилберто Дебелян, Джанлука Плотино)
- Минимально инвазивный подход к эндодонтическому лечению и хирургической эндодонтии (Марио Зуоло, Леандро Перейра)
- Стратегии восстановления зубов после минимально инвазивного эндодонтического лечения (Джанлука Плотино, Маттео Турки)
- Минимально инвазивные альтернативы удалению зубов и дентальной имплантации (Франческ Абелла Санс) ...

Научно-практический журнал для стоматологов, выпускаемый 4 раза в год

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

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

ЖУРНАЛ ВКЛЮЧЕН В РОССИЙСКИЙ ИНДЕКС НАУЧНОГО ЦИТИРОВАНИЯ

Эндодонтия Today – это научный рецензируемый журнал, включенный в Перечень ВАК рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук, в соответствии с требованиями приказа Минобрнауки России. Журнал является информационным партнером Стоматологической Ассоциации России.

Журнал Эндодонтия Today является журналом с открытым доступом, что позволяет научному сообществу и широкой общественности получать неограниченный, свободный и немедленный доступ к статьям и свободно использовать контент. В журнале публикуются статьи практикующих врачей-стоматологов и научных сотрудников, подготовленные по материалам оригинальных научных исследований, обзоров научной литературы и клинических случаев в области терапевтической стоматологии и хирургической эндодонтической стоматологии, а также работы смежных стоматологических специальностей. Научная концепция журнала позволяет как врачам-стоматологам, так и врачам общих профилей узнавать о новых и передовых концепциях в лечении корневых каналов и последних достижениях в области эндодонтии.

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР

Митронин Александр Валентинович, д.м.н., проф., засл. врач РФ, зав. кафедрой терапевтической стоматологии и эндодонтии, декан стоматологического факультета, ФГБОУ ВО «Российский университет медицины» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Москва, Российская Федерация

ОТВЕТСТВЕННЫЙ СЕКРЕТАРЬ

Морданов Олег Сергеевич, к.м.н., ассистент кафедры терапевтической стоматологии, ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов» (РУДН), Москва, Российская Федерация, член Евразийской Ассоциации Эстетической Стоматологии, член International Team for Implantology (ITI).

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Аврамова Ольга Георгиевна, д.м.н., зав. отделом профилактики ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр стоматологии и челюстно-лицевой хирургии» Министерства здравоохранения Российской Федерации, проф. кафедры терапевтической стоматологии, ФГБОУ ВО «Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова», вице-президент СтАР, Москва, Российская Федерация

Алямовский Василий Викторович, д.м.н., проф. кафедры пропедевтики терапевтической стоматологии, ФГБОУ ВО «Российский университет медицины» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Москва, Российская Федерация

Беленова Ирина Александровна, д.м.н., проф., зав. кафедрой подготовки кадров высшей квалификации в стоматологии, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный медицинский университет им. Н.Н. Бурденко» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Воронеж, Москва, Российская Федерация

Гуревич Константин Георгиевич, д.м.н., проф., почетный доктор России, зав. кафедрой ЮНЕСКО «Здоровый образ жизни – залог успешного развития», ФГБОУ ВО «Московский государственный медико-стоматологический университет им. А.И. Евдокимова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Москва, Российская Федерация

Дмитриева Лидия Александровна, д.м.н., проф. кафедры пропедевтики терапевтической стоматологии, ФГБОУ ВО «Российский университет медицины» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Москва, Российская Федерация

Ипполитов Евгений Валерьевич, д.м.н., проф. кафедры микробиологии, вирусологии, иммунологии, ФГБОУ ВО «Московский государственный медико-стоматологический университет им. А.И. Евдокимова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Москва, Российская Федерация

Катаева Валентина Андреевна, д.м.н., проф. кафедры общей гигиены, ФГБОУ ВО «Московский государственный медико-стоматологический университет имени А.И. Евдокимова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Москва, Российская Федерация

Кожевникова Наталья Григорьевна, д.м.н., доц., проф. кафедры общей гигиены, ФГБОУ ВО «Московский государственный медико-стоматологический университет имени А.И. Евдокимова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Москва, Российская Федерация

Кузьмина Ирина Николаевна, д.м.н., проф., зав. кафедрой профилактики стоматологических заболеваний, ФГБОУ ВО «Московский государственный медико-стоматологический университет имени А.И. Евдокимова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Москва, Российская Федерация

Лебеденко Игорь Юльевич, д.м.н., проф., зав. кафедрой ортопедической стоматологии Медицинского института, ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов» (РУДН), Москва, Российская Федерация

Ломашвили Лариса Михайловна, д.м.н., проф., декан стоматологического факультета, зав. кафедрой терапевтической стоматологии, ФГБОУ ВО «Омский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Омск, Российская Федерация

Мураев Александр Александрович, д.м.н., проф. кафедры челюстно-лицевой хирургии и хирургической стоматологии Медицинского института,

ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов» (РУДН), Москва, Российская Федерация

Николаева Елена Николаевна, д.м.н., проф. кафедры микробиологии, вирусологии, иммунологии, г.н.с., Научно-исследовательский медико-стоматологический институт, Москва, Российская Федерация

Орехова Людмила Юрьевна, д.м.н., проф., зав. кафедрой терапевтической стоматологии, ФГБОУ ВО «Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет», Санкт-Петербург, Российская Федерация

Петрикас Арнольд Жанович, д.м.н., проф., зав. кафедрой терапевтической стоматологии, ФГБОУ ВО «Тверской государственный медицинский университет», Тверь, Российская Федерация

Пономарёва Анна Геннадиевна, д.м.н., проф., в.н.с., лаборатория молекулярно-биологических исследований, Научно-исследовательский медико-стоматологический институт, Москва, Российская Федерация

Рисованная Ольга Николаевна, д.м.н., проф. кафедры стоматологии ФПК и ППС, ФБОУ ВПО «Кубанский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Краснодар, Российская Федерация

Силин Алексей Викторович, д.м.н., проф., зав. кафедрой общей стоматологии, ФГБОУ ВО «Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова», Санкт-Петербург, Российская Федерация

Чибисова Марина Анатольевна, д.м.н., проф., зав. кафедрой рентгенологии в стоматологии, ректор, ЧОУ ДПО «Санкт-Петербургский институт стоматологии последипломного образования», Санкт-Петербург, Российская Федерация

ПРИГЛАШЕННЫЕ РЕЦЕНЗЕНТЫ

Бабиченко Игорь Иванович, д.м.н., зав. лабораторией патологической анатомии, ФГБУ 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, Российская Федерация

Зыранов Сергей Кенсаринович, д.м.н., проф., зав. кафедрой общей и клинической фармакологии, ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов» (РУДН), Москва, Российская Федерация

Иванов Сергей Юрьевич, д.м.н., проф., чл.-корр. РАН, зав. кафедрой факультетской хирургической стоматологии с курсом имплантологии, ФГАОУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова» Минздрава России, Москва, Российская Федерация

Царёв Виктор Николаевич, д.м.н., проф., зав. кафедрой микробиологии, вирусологии, иммунологии, ФГБОУ ВО «Московский государственный медико-стоматологический университет имени А.И. Евдокимова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Москва, Российская Федерация

МЕЖДУНАРОДНЫЕ ЧЛЕНЫ РЕДАКЦИОННОЙ КОЛЛЕГИИ

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

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

Andy Euseong Kim, проф., зам. декана по академическим вопросам в стоматологическом колледже университета Йонсей, президент LOC на 11-м Всемирном эндодонтическом конгрессе IFEA и президент Кореяской ассоциации эндодонтистов, Южная Корея

Волгин Михаил Анатольевич, к.м.н., доц. кафедры терапевтической стоматологии и пародонтологии Дунайского частного университета, г. Кремс-на-Дунае, Австрия

Georg Meyer, проф., University Medicine Greifswald, Грайфсвальд, Германия

Paul M. H. Dummer, BDS, MScD, PhD, профессор (Великобритания) Department of Adult Dental Health Dental School Health, School of Dentistry, Кардифф, Великобритания

Издатель: ООО «Эндо Пресс»

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

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ ЖУРНАЛА «ЭНДОДОНТИЯ TODAY» ПОДДЕРЖИВАЮТ ПОЛИТИКУ, НАПРАВЛЕННУЮ НА СОБЛЮЖДЕНИЕ ВСЕХ ПРИНЦИПОВ ИЗДАТЕЛЬСКОЙ 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 № ФС 77-76891 ОТ 11.10.2019

Эндодонтия Today, 2024
Дата выхода: Сентябрь 2024

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

Scientific and practical journal for dentists, published four times a year since 2001.

Electronic version of the journal Endodontics Today: www.endodont.ru

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

THE JOURNAL IS INCLUDED IN THE RUSSIAN SCIENTIFIC CITATION INDEX

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

EDITOR-IN-CHIEF

Alexander V. Mitronin, Dr.Sci.(Med.), Professor, Honored Physician of the Russian Federation, Head of the Department of Therapeutic Dentistry and Endodontics, Dean of the Faculty of Dentistry, Russian University of Medicine, Moscow, Russian Federation

ASSISTANT EDITOR

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

EDITORIAL TEAM

Olga G. Avraamova, Dr.Sci.(Med.), Head of the Prophylaxis Department, National Medical Research Center for Dentistry and Oral and Maxillofacial Surgery, Professor of the Department of Therapeutic Dentistry, N.I. Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow, Russian Federation

Valisy V. Alyamovsky, Dr.Sci.(Med.), Professor, Department of Propaedeutics of Therapeutic Dentistry, Russian University of Medicine, Moscow, Russian Federation

Irina A. Belenova, Dr.Sci.(Med.), Professor, Head of the Department of Training Highly Qualified Personnel in Dentistry, Voronezh State Medical University named after N.N. Burdenko, Voronezh, Moscow, Russian Federation

Marina A. Chibisova, Dr.Sci.(Med.), Professor, Head of the Department of Radiology in Dentistry, Rector of the Non-governmental General Education, St. Petersburg Institute of Dentistry of Postgraduate Education, Saint Petersburg, Russian Federation

Lydia A. Dmitrieva, Dr.Sci.(Med.), Professor, Department of Propaedeutics of Therapeutic Dentistry, Russian University of Medicine, Moscow, Russian Federation

Konstantin G. Gurevich, Dr.Sci.(Med.), 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, Moscow, Russian Federation

Evgeny V. Ippolitov, Dr.Sci.(Med.), Associate Professor, Professor, Department of Microbiology, Virology, Immunology, A.I. Evdokimov Moscow State University of Medicine and Dentistry, Moscow, Russian Federation

Valentina A. Kataeva, Dr.Sci.(Med.), Professor of the Department of General Hygiene, A.I. Evdokimov Moscow State University of Medicine and Dentistry, Moscow, Russian Federation

Natalia G. Kozhevnikova, Dr.Sci.(Med.), Associate Professor, Professor of the Department of General Hygiene, A.I. Evdokimov Moscow State University of Medicine and Dentistry, Moscow, Russian Federation

Irina N. Kuzmina, Dr.Sci.(Med.), Professor, Head, Department of Dental Disease Prevention, A.I. Evdokimov Moscow State University of Medicine and Dentistry, Moscow, Russian Federation

Igor Yu. Lebedenko, Dr.Sci.(Med.), Professor, Head of the Department of Prosthetic Dentistry, Medical Institute, Peoples' Friendship University of Russia (RUDN University), Moscow, Russian Federation

Larisa M. Lomiashvili, Dr.Sci.(Med.), Professor, Dean of the Faculty of Dentistry, Head of the Department of Therapeutic Dentistry, Omsk State Medical University, Omsk, Russian Federation

Alexander A. Muraev, Dr.Sci.(Med.), Professor of the Department of Maxillofacial Surgery and Surgical Dentistry, Medical Institute, Peoples' Friendship University of Russia (RUDN University), Moscow, Russian Federation

Elena N. Nikolaeva, Dr.Sci.(Med.), 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, Moscow, Russian Federation

Lyudmila Yu. Orekhova, Dr.Sci.(Med.), Professor, Head, Department of Therapeutic Dentistry, First St. Petersburg State Medical University, Saint Petersburg, Russian Federation

Arnold Zh. Petrikas, Dr.Sci.(Med.), Professor, Head, Department of Therapeutic Dentistry, Tver State Medical University, Tver, Russian Federation

Anna G. Ponomareva, Dr.Sci.(Med.), Professor, Leading Researcher, Laboratory of Molecular Biological Research, Research Medical and Dental Institute, A.I. Evdokimov Moscow State University of Medicine and Dentistry, Moscow, Russian Federation

Olga N. Risovannaya, Dr.Sci.(Med.), Professor of the Department of Dentistry, Kuban State Medical University, Krasnodar, Russian Federation

Alexei V. Silin, Dr.Sci.(Med.), Professor, Head, Department of General Dentistry, North-West State Medical University named after I.I. Mechnikov, Saint Petersburg, Russian Federation

INTERNATIONAL EDITORIAL 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, PhD, Professor, Head of the Department of Propaedeutics of Dental Diseases, 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

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: Tatyana A. Loskutova

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.

Endodontics Today, 2024

Date of publishing: September 2024

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
Исследование воздействия эндодонтических ирригантов и раствора на основе полигексанидов на смазанный слой (на англ. яз.) З.С. Хабадзе, Ю.А. Генералова, А.А. Куликова	The investigation of endodontic irrigants and polyhexanide-based solution action on smear layer Z.S. Khabadze, Yu.A. Generalova, A.A. Kulikova
Сравнительный анализ эффективности механической обработки корневых каналов различными системами Ni-Ti файлов О.А. Антонова, В.А. Воинова, Ю.А. Митронин	Comparative analysis of the effectiveness of mechanical treatment of root canals by various Ni-Ti file systems O.A. Antonova, V.A. Voinova, Yu.A. Mitronin
Сравнительная оценка точности трех различных электронных апекслокаторов в присутствии различных эндодонтических ирригантов: in vitro исследование (на англ. яз.) А. Награни, А.Б. Тандале, С. Мулаи, С. Хаде, Д. Шах	Comparative evaluation of accuracy of three different electronic apex locators in the presence of various endodontic irrigants: An in vitro study A. Nagrani, A.B. Tandale, S. Mulay, S. Khade, D. Shah
Сравнительная оценка сопротивления зубов на излом, восстановленных с помощью нового композита, пропитанного волокнами, коротковолокнистого композита и наногибридного композита: исследование in vitro (на англ. яз.) П. Доши, П. Освал, С.Р. Сринидх, М. Бхуджбал	Comparative estimation of fracture resistance of teeth restored with new fiber impregnated composite, short fiber composite, and nanohybrid composite – An in-vitro study P. Doshi, P. Oswal, S.R. Srinidhi, M. Bhujbal, K. Malu
Анализ ошибок эндодонтического лечения по данным конусно-лучевой компьютерной томографии Е.П. Зинковская, Е.В. Честных, Л.А. Горева, И.О. Ларичкин, Н.В. Шедякова, Е.Л. Захарова	Analysis of errors in endodontic treatment according to cone-beam computed tomography E.P. Zinkovskaya, E.V. Chestnykh, L.A. Goreva, I.O. Larichkin, N.V. Shedyakova, E.L. Zakharova
Сравнительная оценка прочности адгезии с помощью тестов на выталкивание эндодонтических штифтов, цементованных различными типами композитных цементов: лабораторное исследование (на англ. яз.) Ч. Д'Амиго, Ш. Аггарвал, А. Матур, С. Сивиллика, Д.Р.М. Ла Роза, Ф. Горассини, А.Г. Хебойан, Л. Фиорилло, Э. Педулла	Comparative evaluation of the strength of adhesion by push-out bond strength tests on endodontic posts cemented with different resinous types of luting cements: An in vitro study C. D'Amico, S. Aggarwa, A. Mathur, S. Sivillica, G.R.M. La Rosa, F. Gorassini, A.G. Heboyan, L. Fiorillo, E. Pedullà
Обзоры	Reviews
Влияние технологий компьютерной навигации на точность доступа в полость зуба при эндодонтическом лечении: систематический обзор и мета-анализ (на англ. яз.) П.Р. Кешарани, С.Д. Аггарвал, Н.К. Патель, Дж.А. Патель, Д.А. Патил, С.Х. Модии	The effect of computer aided navigation techniques on the precision of endodontic access cavities: A systematic review and meta-analysis P.R. Kesharani, S.D. Aggarwal, N.K. Patel, J.A. Patel, D.A. Patil, S.H. Modi
Клинические случаи	Clinical cases
Использование полевошпатной керамики в цифровом протоколе: клинический случай (на англ. яз.) О.А. Найденова	Use of feldspathic ceramics in a digital protocol: A clinical case O.A. Naidyonova
В помощь практическому врачу	To help a practitioner
Анализ данных литературы о методиках расширения верхней челюсти А.А. Базан, Н.С. Дробышева	Analysis of literature about methods of maxillary expansion A.A. Bazan, N.S. Drobysheva
Влияние стоматологической тревожности детей на врачей стоматологов В.А. Катюхина, И.А. Никольская, И.Ю. Гилева, Л.А. Соколова, А.С. Ларина, Д.Ф. Галиуллина, С.Ж. Жусупбеков	The impact of children's dental anxiety on dentists V.A. Katyukhina, I.A. Nikolskaya, I.Yu. Gileva, L.A. Sokolova, A.S. Larina, D.F. Galiullina, S.Zh. Zhusupbekov
Использование аутофлуоресцентной стоматоскопии в алгоритме диагностики заболеваний слизистой оболочки рта у пациентов с туберкулезной инфекцией Т.П. Горячева, Д.А. Заплутанова, И.П. Горячева, О.А. Алешина	The use of autofluorescence stomatoscopy in the algorithm of diagnosing of the oral mucosal abnormalities of patients with tuberculosis infection T.P. Goryacheva, D.A. Zaplutanov, I.P. Goryacheva, O.A. Aleshina

Альтернативные механизмы фиксации полных съемных протезов: обзор литературы и пилотное исследование Г.С. Рамазанов	283	Alternative fixation mechanisms for complete removable dentures: A literature review and pilot study G.S. Ramazanov
Ультразвуковая оценка структуры жевательных мышц на фоне купирования миофасциального болевого синдрома Е.Н. Ярыгина, Ю.А. Македонова, В.В. Шкарин, А.Г. Павлова-Адамович, Л.А. Девятченко, С.В. Дьяченко	288	Ultrasound assessment of the structure of the masticatory muscles against the background of relief of myofascial pain syndrome E.N. Iarygina, Yu.A. Makedonova, V.V. Shkarin, A.G. Pavlova-Adamovich, L.A. Devyatchenko, S.V. Dyachenko
Динамическая характеристика влияния местного лечения на регенерацию эпителия у пациентов с эрозивно-язвенной формой плоского лишая слизистой оболочки рта И.Н. Усманова, А.И. Лебедева, И.А. Лакман, О.А. Гурьевская, Е.Ш. Григорович, А.К. Имаева, Д.И. Усманова, Г.И. Сафина, Е.Ю. Старцева, И.Д. Ушницкий	295	Dynamics of the effect of local treatment on the frequency of nuclei with perinuclear vacuole in the cytogram of buccal epithelium in patients with the erosive and ulcerative form of the lichen planus in the oral cavity mucosa lining I.N. Usmanova, A.I. Lebedeva, I.A. Lakman, O.A. Guryevskaya, E.S. Grigorovich, A.K. Imaeva, D.I. Usmanova, G.I., Safina E.Yu. Startseva, I.D. Ushnitsky
Результаты изучения структурно-функционального состояния вкусовой сенсорной системы у летного состава гражданской авиации Г.Г. Ашуоров, М.К. Шокиров	303	Results of the study structured-functional condition of gustatory touch system beside flying composition of the civil aviation G.G. Ashurov, M.K. Shokirov
Оценка параметров здоровья полости рта и зубов у детей с особыми потребностями (на англ. яз.) Б. Текин, И.Р. Топтанчи	308	Evaluation of oral and dental health parameters in children with special care needs B. Tekin, İ.R. Toptancı

<https://doi.org/10.36377/ET-0034>

The investigation of endodontic irrigants and polyhexanide-based solution action on smear layer

Zurab S. Khabadze , Yulia A. Generalova ✉, Alena A. Kulikova

Peoples' Friendship University of Russia named after Patrice Lumumba (RUDN University), Moscow, Russian Federation

✉ generalova_jua@rudn.university

Abstract

AIM. The effect of irrigants on the smear layer on the intracanalicular dentin surface is one of the important issues in endodontics. The objective of this article is to determine the effect of different concentrations of polyhexanide-based solutions and standard irrigants on the smear layer using scanning electron microscopy (SEM).

MATERIALS AND METHODS. The present study was conducted on 42 extracted teeth (third molars, first and second premolars) with formed apices that had been extracted for orthodontic indications. The teeth were decoronated and samples were prepared. In order to create a smear layer, the lumen of the canals was instrumented with H-file #40 throughout. A simulation of root canal irrigation was conducted by immersing the specimens in a 5-ml container filled with the proper solution for 1 hour: group 1 – no treatment ($n = 6$); group 2 – saline ($n = 6$); group 3 – 2% chlorhexidine ($n = 6$); group 4 – 3% sodium hypochlorite ($n = 6$); group 5 – 17% EDTA; group 6 – polyhexanide 0.1% ($n = 6$); group 7 – polyhexanide 0.2% ($n = 6$). A ~30 nm thick platinum film was sputtered onto the surface of each sample using a magnetron deposition technique.

SEM microphotos were acquired on a Vega3 TESCAN scanning electron microscope (SEM) with an SE secondary electron detector, which enables imaging with high topographic contrast. The initial detector (in-camera) was employed for image acquisition, with an electron energy of 30 keV. Images were acquired at magnifications of x20 (overview image), x150, x250, x500, x1000, x2500, x7500 for each sample.

RESULTS. The samples from groups 1 and 5 demonstrated the absence of a smear layer on the dentin surface and the absence of smear plugs in the dentinal tubules. Groups 2 and 3 are distinguished by the deposition of a pronounced amorphous smear layer and the obturation of all dentinal tubules. Groups 4, 6, and 7 are distinguished by the deposition of a smaller volume of smear layer on the dentin surface, as well as the presence of semi-open or completely open entrances to the dentinal tubules.

CONCLUSION. The data obtained indicates that antiseptic compositions based on polyhexanide in concentrations of 0.1 and 0.2% do not have a pronounced effect on the smear layer. However, in visual evaluation of SEM micrographs, their effect is comparable to that of 3% sodium hypochlorite. In instances where enhanced dissolution of the smear layer and smear plugs from the tubules is necessary to facilitate decontamination of the wall dentin, the combination of antiseptics with chelate compounds, such as 17% EDTA, may be employed.

Keywords: polyhexanide, dentine, smear layer

Article info: received – 05.06.2024; revised – 01.08.2024; accepted – 18.08.2024

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

Acknowledgements: There are no financing and individual acknowledgements for declaration.

For citation: Khabadze Z.S., Generalova Yu.A., Kulikova A.A. The investigation of endodontic irrigants and polyhexanide-based solution action on smear layer. *Endodontics Today*. 2024;22(3):199–205. <https://doi.org/10.36377/ET-0034>

Исследование воздействия эндодонтических ирригантов и раствора на основе полигексанидов на смазанный слой

З.С. Хабадзе , Ю.А. Генералова ✉, А.А. Куликова

Российский университет дружбы народов им. Патриса Лумумбы, г. Москва, Российская Федерация

✉ generalova_jua@rudn.university

Резюме

ЦЕЛЬ. Влияние ирригантов на смазанный слой, образующийся на внутриканальной поверхности дентина, является одним из важных вопросов в эндодонтии. Цель данной статьи – определить влияние различных концентраций антисептических композиций на основе полигексанида и стандартных ирригантов на смазанный слой с помощью сканирующей электронной микроскопии (СЭМ).

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ. 42 удаленных по ортодонтическим показаниям зуба (третьи моляры, первые и вторые премоляры) со сформированными апексами были включены в исследование. Зубы были декоронированы и далее соответствующим образом были подготовлены образцы корневого канала. Для создания смазанного слоя просвет каналов образцов был обработан H-файлом № 40 на всем протяжении. Проводилась имитация ирригации корневого канала путем погружения образцов в 5-миллитровый контейнер, заполненный соответствующим раствором на 1 час: группа 1 – без обработки ($n = 6$); группа 2 – физраствор ($n = 6$); группа 3 – 2% хлоргексидин ($n = 6$); группа 4 – 3% гипохлорит натрия ($n = 6$); группа 5 – 17% ЭДТА; группа 6 – полигексанид 0,1% ($n = 6$); группа 7 – полигексанид 0,2%

($n = 6$). На поверхность каждого образца методом магнетронного осаждения была напылена платиновая пленка толщиной ~30 нм. Микрофотографии получены на сканирующем электронном микроскопе (СЭМ) Vega3 TESCAN с детектором вторичных электронов SE, который позволяет получать изображения с высоким топографическим контрастом. Для получения изображений использовался первичный детектор (внутрикамерный) с энергией электронов 30 кэВ. Изображения были получены при увеличении $\times 20$ (обзорное изображение), $\times 150$, $\times 250$, $\times 500$, $\times 1000$, $\times 2500$, $\times 7500$ для каждого образца.

РЕЗУЛЬТАТЫ. Образцы групп 1 и 5 демонстрировали отсутствие смазанного слоя на поверхности дентина и отсутствие дентинных пробок в канальцах. Группы 2 и 3 отличаются наличием выраженного аморфного смазанного слоя и закупориванием дентинных канальцев. Для групп 4, 6 и 7 характерна визуализация меньшего объема смазанного слоя на поверхности дентина, а также наличие полуоткрытых или полностью открытых входов в дентинные канальцы.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ. Полученные данные свидетельствуют о том, что антисептические композиции на основе полигексанида в концентрациях 0,1 и 0,2% не оказывают выраженного влияния на смазанный слой. Однако при визуальной оценке микрофотографий СЭМ их действие сопоставимо с действием 3% гипохлорита натрия. В случаях, когда для облегчения деконтаминации пристеночного дентина необходимо выраженной растворение смазанного слоя и раскрытие канальцев, рекомендуется использовать комбинацию антисептиков с хелатными соединениями, такими как 17% ЭДТА.

Ключевые слова: полигексанид, дентин, смазанный слой

Информация о статье: 05.06.2024; исправлена – 01.08.2024; принята – 18.08.2024

Конфликт интересов: Авторы сообщают об отсутствии конфликта интересов.

Благодарности: Финансирование и индивидуальные благодарности для декларирования отсутствуют

Для цитирования: Хабадзе З.С., Генералова Ю.А., Куликова А.А. Исследование воздействия эндодонтических ирригантов и раствора на основе полигексанидов на смазанный слой. *Эндодонтия Today*. 2024;22(3):199–205. (На англ. яз.) <https://doi.org/10.36377/ET-0034>

INTRODUCTION

In the context of endodontic therapy, the efficient removal of the smear layer is of critical importance for the successful outcome of root canal treatment. The smear layer (SL), which is composed of organic and inorganic debris, forms on the dentin surface during instrumentation and can obstruct the penetration of intracanal medicaments and sealers into dentinal tubules. Consequently, its elimination is essential to enhance disinfection and promote a fluid-tight seal within the root canal system [1–3].

The efficacy of different endodontic irrigants in affecting the smear layer varies considerably. Sodium hypochlorite (NaOCl), ethylenediaminetetraacetic acid (EDTA), and chlorhexidine (CHX) are the most commonly used endodontic irrigants as part of medicational therapy. Polyhexanide is also a promising endodontic irrigant due to its broad-spectrum antibacterial activity and low cytotoxicity [3–6].

Sodium hypochlorite is a widely used irrigant due to its potent antimicrobial properties and ability to dissolve organic tissue. However, its role in smear layer removal is incomplete because it exhibits proteolytic activity only against the organic components of the smear layer, while the inorganic component is not affected [7–9].

EDTA, a chelating agent, is a standard for removing inorganic components of the smear layer, facilitating its detachment from the dentin surface. Various studies have demonstrated its effectiveness in cleaning and opening dentinal tubules from smear layer. However, for optimal results, it is recommended to use this irrigant in conjunction with sodium hypochlorite, which will be able to dissolve the organic constituents of the SL. Based on the aforementioned evidence, it can be concluded that EDTA enhances the penetration of intracanalicular drugs and sealers into the dentinal tubules [10; 11].

Chlorhexidine, which is known for its broad-spectrum antimicrobial activity, unfortunately lacks the ability to dissolve the smear layer. Chlorhexidine possesses

the phenomenon of substantivity, and it is often used as a final irrigant rather than a primary agent, as its prolonged release helps to reduce the bacterial load in the root canal system [12; 13].

Polyhexanide, a polymeric biguanide compound, may represent a promising alternative to traditional endodontic irrigants. It has been observed to exhibit antimicrobial activity against a wide range of microorganisms, including endodontic pathogens [14]. However, there has been no previous study into the effect of this agent on the smear layer components.

AIM

The objective of this article is to determine the effect of different concentrations of polyhexanide-based solutions and standard irrigants on the smear layer using scanning electron microscopy (SEM).

MATERIALS AND METHODS

1. Sample Preparation

The present study was conducted on 42 extracted teeth (third molars, first and second premolars) with formed apices that had been extracted for orthodontic indications. To ensure the teeth were free from any confounding factors, a preliminary screen was conducted to exclude those with root fractures, carious lesions, or previously done endodontic treatment. Subsequently, all teeth were stored in an isotonic solution containing gentamicin sulfate at a temperature of $+4^{\circ}\text{C}$ prior to being utilized.

The teeth included in the study were decoronated using a diamond spade-shaped bur (FO-11 ISO 299/013, Mani, Japan). Subsequently, 1-mm deep slackening cuts were made in the bi- or trifurcation zone with a diamond spade-shaped bur. The specimens were then split longitudinally in vestibulo-oral plane into two halves with a chisel, taking sufficient care not to damage the dentin. Every fragment was marked half of the root canal lumen.

In order to create a smear layer, the lumen of the canals was instrumented with H-file #40 throughout.

A simulation of root canal irrigation was conducted by immersing the specimen in a 5-ml container filled with the proper preparation.

Initial solutions:

1. Sodium chloride (BIEFFE MEDITAL, S.A., Spain).
2. Liquid for antiseptic treatment of root canals of teeth (chlorhexidine bigluconate – 2% aqueous solution, Omega-Dent, Russia).
3. Belodez (sodium hypochlorite – 3% solution, VladMiVa, Russia).
4. MD Cleanser (EDTA – 17%, META, South Korea).
5. Lavasept (polyhexanide hydrochloride – 20% aqueous solution, B. Braun Melsungen AG, Germany).

A 0.2% polyhexanide solution was prepared by diluting the original 20% polyhexanide solution. One milliliter of the polyhexanide 20% solution was placed in a 100-milliliter measuring flask, and the volume was brought to the mark with distilled water. A 0.1% polyhexanide solution was prepared by diluting the original 0.2% polyhexanide solution. Twenty-five milliliters of the 0.2% polyhexanide solution was placed in a 50-milliliter measuring flask, and the volume was brought to the mark with distilled water.

After exposure of the specimens in the solutions, they were washed with distilled water to remove the residues of irrigants and placed in a 5 ml container with physiological solution in order to prevent drying of dentin.

2. Testing groups

The 42 samples were divided into seven groups of six samples each, according to the treatment done:

- group 1 – specimens without instrumental and medical treatment (no smear layer);
- group 2 – instrumental treatment to create a smear layer, exposure in physiological solution for 1 hour;
- group 3 – instrumental treatment to create a smear layer, exposure in 2% aqueous chlorhexidine solution for 1 hour;
- group 4 – instrumental treatment to create a smear layer, exposure in 3% sodium hypochlorite solution for 1 hour;
- group 5 – instrumental treatment to create a smear layer, exposure in 17% EDTA solution for 1 hour;
- group 6 – instrumental treatment to create a smear layer, exposure in 0.1% polyhexanide solution 1 hour;
- group 7 – instrumental treatment to create a smear layer, exposure in 0.2% polyhexanide solution for 1 hour.

3. Preparation of Samples for SEM

A ~30 nm thick platinum film was sputtered onto the surface of each sample using a magnetron deposition technique. This method allowed for the avoidance of the accumulation of electric charge in the near-surface layer of the sample and the associated distortions of the image.

4. Scanning electron microscopy

Images were acquired on a Vega3 TESCAN scanning electron microscope (SEM) with an SE secondary electron detector, which enables imaging with high topographic contrast. The initial detector (in-camera) was employed for image acquisition, with an electron energy of 30 keV.

Table 1. Mean scores of smear layer on microphotographs with x7500 magnification

Таблица 1. Средние оценки смазанного слоя на микрофотографиях с увеличением x7500

Groups (n = 6 each)	Mean ± SD
1	1 ± 0
2	3 ± 0
3	2.833 ± 0.372
4	2.5 ± 0.500
5	1.333 ± 0.471
6	2.833 ± 0.372
7	2.667 ± 0.471

Images were acquired at magnifications of x20 (overview image), x150, x250, x500, x1000, x2500, x7500 for each sample.

The microphotographs were analyzed by two independent investigators in a blinded manner to assess the effect of the irrigant on the dentin surface. The observations were recorded in points, according to M. Torabinejad et al. [15], which were given to every image:

- 1 point – no smear layer. No smear layer on the surface of the root canals and no smear plugs inside tubules;
- 2 point – moderate smear layer. No smear layer on the surface of root canal, but tubules contained smear plugs inside;
- 3 point – heavy smear layer. Smear layer covered the root canal surface and the tubules.

5. Statistical analysis

The one-way ANOVA test was provided with Stat-Plus 6 (AnalystSoft, CA, USA) for the average data obtained in each testing group, followed by a post hoc Tukey's test. The correlation test was applied to assess the correlation of smear layer presence. The significance level was set at $p < 0.05$.

RESULTS

By analyzing the SEM micrographs, certain patterns and characteristics describing the intracanal dentin surface of each group were obtained. Mean scores of smear layer on microphotographs are shown in Table 1.

In Group 1, where the specimens were neither medicated nor instrumented, the micrographs at all magnifications demonstrated the absence of a smear layer and open dentinal tubules. The standard histological picture is depicted in great detail, showing oval-shaped dentinal tubes surrounded by an array of intertubular dentin (Fig. 1).

All specimens of the second group exhibited the presence of a pronounced smear layer on the dentin, as well as the obturation of dentinal tubules with smear plugs. In this instance, the smear layer array was not affected, as the saline solution lacks both organolytic and chelate properties. Consequently, the SL was not dissolved, resulting in the formation of a single amorphous mass that covers the surface of intracanal dentin and occludes the entrance to the majority of dentinal tubules (Fig. 2).

In the third group, the microphotographs revealed the presence of smear layer formation, with the majority of dentinal tubes exhibiting plugging. Nevertheless,

some tubules remain unobstructed. It is evident that chlorhexidine is unable to affect the organic components of the smear layer. With regard to the interaction of chlorhexidine with inorganic SL part, it should be noted that the antiseptic does not eliminate mineral conglomerates; rather, it binds to them in the form of crystals. Consequently, the dentin surface is coated with a substantial volume of the smear layer. The minimum number of dentinal tubule entrances was observed in all specimens, indicating that they are filled with smear plugs. Mentioned above information precludes the use of this antiseptic as a standalone agent in the protocol for medicament treatment of root canals (Fig. 3).

The samples of the fourth group exhibited a smaller amount of smear layer on the surface of dentine compared to the two previous groups. A greater number of dentinal tubule openings were observed. It can be posited that the smaller volume of the smear layer and the greater number of visible dentinal tubule entrances visible on the intercanal dentin surface are a consequence of the dissolution of the organic portion of the SL and the loss of a small amount of associated mineral particles (Fig. 4).

In the majority of cases, the absence of a smear layer and smear plugs in the dentinal tubules was observed on the dentin surface of root canal samples from group 5. EDTA forms a stable complex with calcium and exerts a pronounced effect on the inorganic components of the smear layer. The elimination of inorganics by the chelating agent results in the opening of dentinal tubules from smear plugs, a process that is well documented in microphotographs (Fig. 5).

The formation of a smear layer and dentin plugs was also observed in the dentin of samples from groups 6

and 7. However, in group 7, the smear layer on the surface of intracanal dentin was less pronounced. Nevertheless, no statistically significant differences were observed between the 6th and 7th groups. The microphotographs of dentin following exposure to polyhexanide solutions demonstrate the opening of some dentinal tubule entrances, with some exhibiting an oval morphology, comparable to that observed in the native control photo (prior to exposure to solutions) (Fig. 6).

DISCUSSION

The data obtained from the results of scanning electron microscopy permit the conclusion that the efficacy of medicament treatment of root canals should be verified and standardized in the form of certain protocols.

The micrographs obtained clearly demonstrate that the greatest quantitative reduction in the smear layer from the dentin surface and from the dentin tubules was achieved through the use of a chelate compound, 17% EDTA. The mechanism of action is the binding of the inorganic component of SL. These data are corroborated by other authors [16–18]. However, it should be noted that EDTA does not possess pronounced antibacterial properties. Consequently, it should be used in combination with antiseptic agents.

Of the antiseptic substances tested, it was observed that certain effects were produced on the smear layer when samples were exposed to 3% sodium hypochlorite and polyhexanide solutions. Upon examination of microphotographs of specimens treated with the aforementioned solutions, the presence of semi-open or open entrances to dentinal tubules was observed. Furthermore, a greater number of rounded tubules is observed in groups 6 and 7.

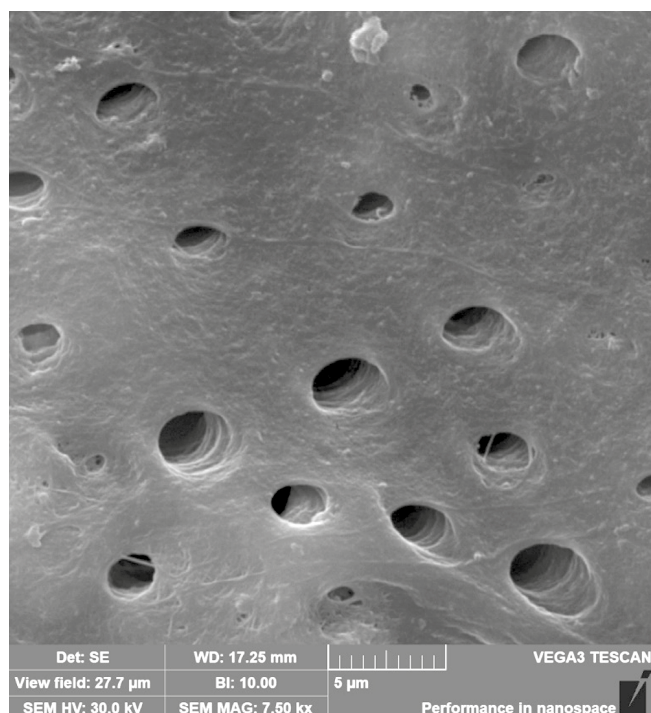


Fig. 1. Microphotograph of Group 1 – no treatment. x7500 magnification

Рис. 1. Микрофотография группы 1 – без обработки. Увеличение x7500

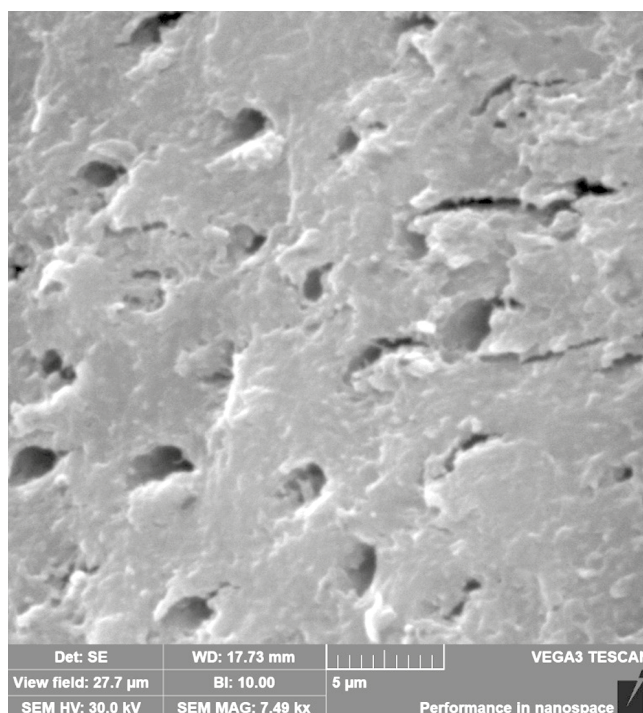


Fig. 2. Microphotograph of Group 2 – instrumentation + exposition in saline. x7500 magnification

Рис. 2. Микрофотография группы 2 – обработка инструментом + воздействие физиологическим раствором. Увеличение x7500

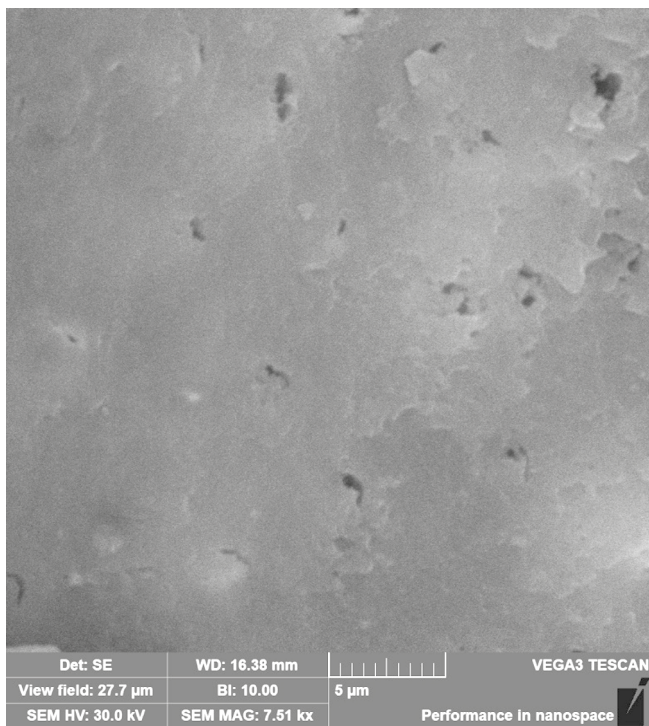
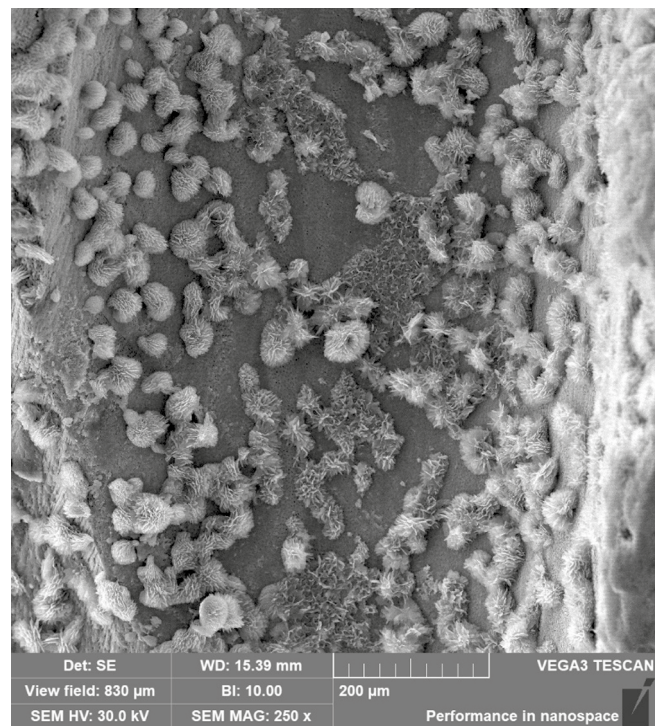
**A****B**

Fig. 3. Microphotograph of Group 3 – instrumentation + exposition in 2% chlorhexidine. x7500 magnification (A). Crystals on intracanal dentine surface after exposure with 2% chlorhexidine. x250 magnification (B)

Рис. 3. Микрофотография группы 3 – обработка инструментом + воздействие 2% хлоргексидином. Увеличение x7500 (A). Кристаллы на поверхности внутриканального дентина после воздействия 2% хлоргексидином. Увеличение x250 (B)

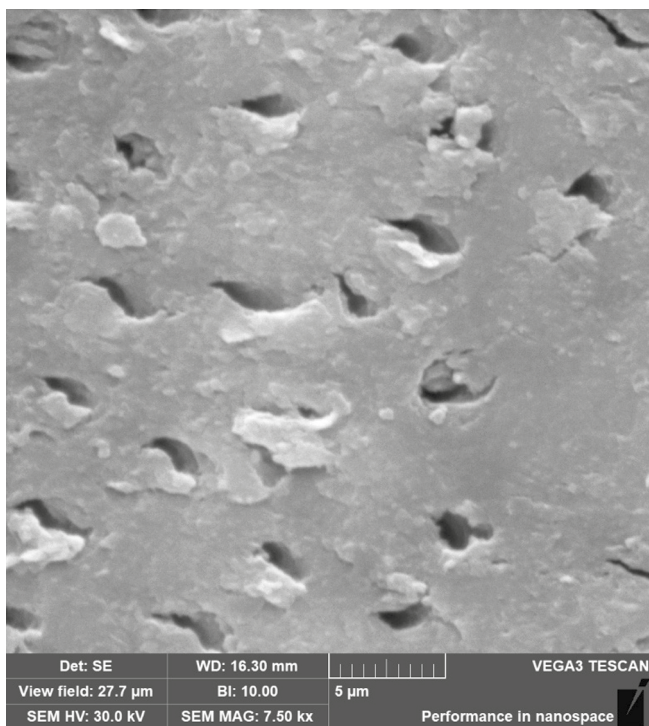


Fig. 4. Microphotograph of Group 4 – instrumentation + exposition in 3% sodium hypochlorite. x7500 magnification

Рис. 4. Микрофотография группы 4 – обработка инструментом + воздействие 3% гипохлоритом натрия. Увеличение x7500

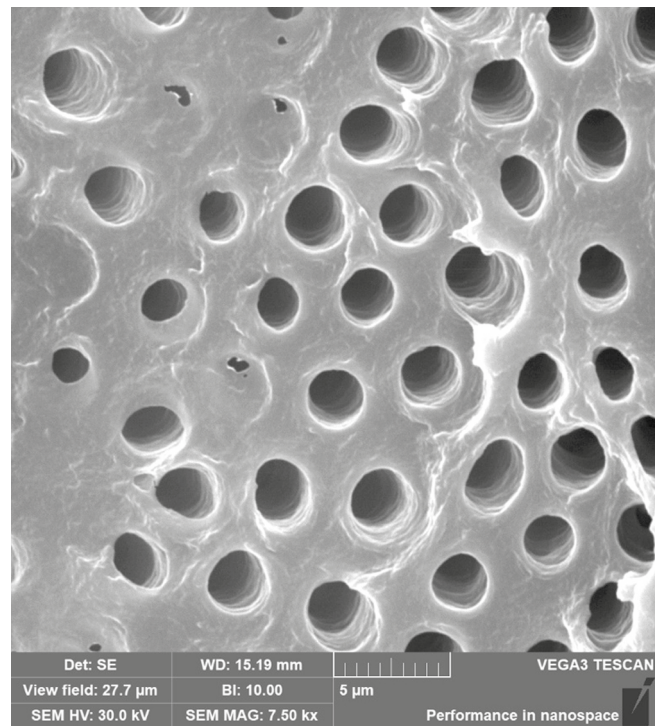


Fig. 5. Microphotograph of Group 5 – instrumentation + exposition in 17% EDTA. x7500 magnification

Рис. 5. Микрофотография группы 5 – обработка инструментом + воздействие 17% ЭДТА. Увеличение x7500

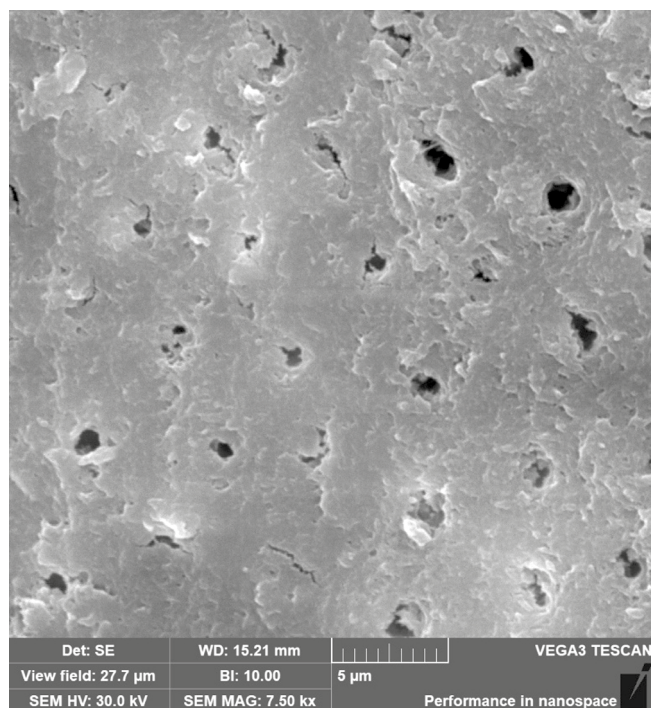
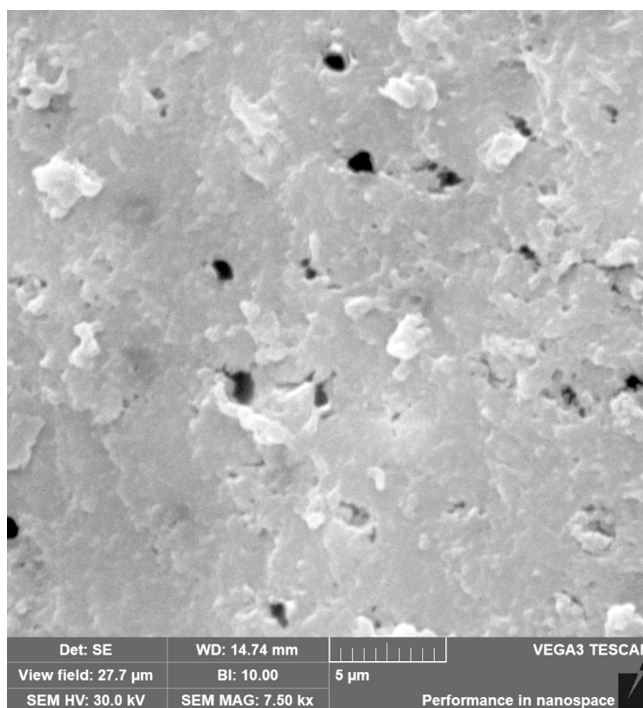
**A****B**

Fig. 6. Microphotograph of Group 6 (A), group 7 (B) – instrumentation + exposition in polyhexanide 0.1% and 0.2%. x7500 magnification

Рис. 6. Микрофотография группы 6 (A) и группы 7 (B) – обработка инструментом + воздействие полигексанидом 0,1% и 0,2%. Увеличение x7500

With regard to sodium hypochlorite, an organolytic effect on organic components of SL was determined [10; 11; 19]. However, further studies are necessary to ascertain the proteolytic activity of polyhexanide, as it is impossible to obtain exact values according to SEM data.

A polyhexanide-based antiseptic composition may be employed as an irrigation solution in a root canal medication protocol. In the case of pathologies in which infection of the root canal walls has not occurred, such as acute focal pulpitis, or in pre-prosthetic endodontic root canal preparation, the polyhexanide solution can be used alone, as the presence of a residual smear layer will not adversely affect the prognosis of treatment. If additional decontamination of the dentin wall is nec-

essary, it can be combined with chelate compounds to enhance the efficacy of the process, particularly in the case of chronic apical periodontitis.

CONCLUSION

The data obtained indicates that antiseptic compositions based on polyhexanide in concentrations of 0.1 and 0.2% do not have a pronounced effect on the smear layer. However, in visual evaluation of SEM micrographs, their effect is comparable to that of 3% sodium hypochlorite. In instances where enhanced dissolution of the smear layer and smear plugs from the tubules is necessary to facilitate decontamination of the wall dentin, the combination of antiseptics with chelate compounds, such as 17% EDTA, may be employed.

REFERENCES

1. Siqueira J.F. Jr, Rôças I.N. Clinical implications and microbiology of bacterial persistence after treatment procedures. *J Endod.* 2008;34(11):1291–1301.e3. <https://orcid.org/10.1016/j.joen.2008.07.028>
2. Zehnder M. Root canal irrigants. *J Endod.* 2006;32(5):389–398. <https://orcid.org/10.1016/j.joen.2005.09.014>
3. Haapasalo M., Shen Y., Qian W., Gao Y. Irrigation in endodontics. *Dent Clin North Am.* 2010;54(2):291–312. <https://orcid.org/10.1016/j.cden.2009.12.001>
4. Tirali R.E., Bodur H., Ece G. In vitro antimicrobial activity of sodium hypochlorite, chlorhexidine gluconate and octenidine dihydrochloride in elimination of microorganisms within dentinal tubules of primary and permanent teeth. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal.* 2012;17(3):e517–522. <https://orcid.org/10.4317/medoral.17566>
5. Arias-Moliz M.T., Ferrer-Luque C.M., Espigares-Rodriguez E., Liébana-Ureña J., Espigares-García M. Bactericidal activity of phosphoric acid, citric acid, and EDTA solutions against *Enterococcus faecalis*. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2008;106(2):e84–89. <https://orcid.org/10.1016/j.tripleo.2008.04.002>
6. Violich D.R., Chandler N.P. The smear layer in endodontics – a review. *Int Endod J.* 2010;43(1):2–15. <https://orcid.org/10.1111/j.1365-2591.2009.01627.x>
7. Drews D.J., Nguyen A.D., Diederich A., Gernhardt C.R. The interaction of two widely used endodontic irrigants, chlorhexidine and sodium hypochlorite, and its impact on the disinfection protocol during root canal treatment. *Antibiotics.* 2023;12(3):589. <https://orcid.org/10.3390/antibiotics12030589>

8. Bilvinaite G., Zongolaviciute R., Drukteinis S., Bukelskiene V., Cotti E. Cytotoxicity and efficacy in debris and smear layer removal of HOCl-based irrigating solution: An in vitro study. *J Funct Biomater.* 2022;13(3):95. <https://doi.org/10.3390/jfb13030095>
9. Garberoglio R., Becce C. Smear layer removal by root canal irrigants. A comparative scanning electron microscopic study. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1994;78(3):359–367. [https://doi.org/10.1016/0030-4220\(94\)90069-8](https://doi.org/10.1016/0030-4220(94)90069-8)
10. Teixeira C.S., Felipe M.C., Felipe W.T. The effect of application time of EDTA and NaOCl on intracanal smear layer removal: an SEM analysis. *Int Endod J.* 2005;38(5):285–290. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2591.2005.00930.x>
11. Mohammadi Z., Shalavi S., Yaripour S., Kinoshita J.I., Manabe A., Kobayashi M. et al. Smear layer removing ability of root canal irrigation solutions: A review. *J Contemp Dent Pract.* 2019;20(3):395–402. <https://doi.org/10.5005/jp-journals-10024-2528>
12. Menezes A.C., Zanet C.G., Valera M.C. Smear layer removal capacity of disinfectant solutions used with and without EDTA for the irrigation of canals: a SEM study. *Pesqui Odontol Bras.* 2003;17(4):349–355. <https://doi.org/10.1590/s1517-74912003000400010>
13. Charlie K.M., Kuttappa M.A., George L., Manoj K.V., Joseph B., John N.K. A scanning electron microscope evaluation of smear layer removal and antimicrobial action of mixture of tetracycline, acid and detergent, sodium hypochlorite, ethylenediaminetetraacetic acid, and chlorhexidine gluconate: An in vitro study. *J Int Soc Prev Community Dent.* 2018;8(1):62–69. https://doi.org/10.4103/jispcd.JISPCD_379_17
14. Khabadze Z., Generalova Y., Kulikova A., Podoprigora I., Abdulkherimova S., Bakaev Y. et al. Irrigation in endodontics: polyhexanide is a promising antibacterial polymer in root canal treatment. *Dent J.* 2023;11(3):65. <https://doi.org/10.3390/dj11030065>
15. Torabinejad M., Khademi A.A., Babagoli J., Cho Y., Johnson W.B., Bozhilov K. et al. A new solution for the removal of the smear layer. *J Endod.* 2003;29(3):170–175. <https://doi.org/10.1097/00004770-200303000-00002>
16. Aktener B.O., Bilkay U. Smear layer removal with different concentrations of EDTA-ethylenediamine mixtures. *J Endod.* 1993;19(5):228–231. [https://doi.org/10.1016/S0099-2399\(06\)81296-3](https://doi.org/10.1016/S0099-2399(06)81296-3)
17. Scelza M.F., Pierro V., Scelza P., Pereira M. Effect of three different time periods of irrigation with EDTA-T, EDTA, and citric acid on smear layer removal. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2004;98(4):499–503. <https://doi.org/10.1016/j.tripleo.2004.03.027>
18. Calt S., Serper A. Smear layer removal by EGTA. *J Endod.* 2000;26(8):459–461. <https://doi.org/10.1097/00004770-200008000-00007>
19. Torabinejad M., Cho Y., Khademi A.A., Bakland L.K., Shabahang S. The effect of various concentrations of sodium hypochlorite on the ability of MTAD to remove the smear layer. *J Endod.* 2003;29(4):233–239. <https://doi.org/10.1097/00004770-200304000-00001>

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Zurab S. Khabadze – Dr. Sci. (Med.), Associate Professor, Department of Therapeutic Dentistry, Medical Institute, Peoples' Friendship University of Russia named after Patrice Lumumba (RUDN University), 6 Miklukho-Maklaya Str., Moscow 117198, Russian Federation; <https://orcid.org/0000-0002-7257-5503>

Yulia A. Generalova – Assistant, Department of Therapeutic Dentistry, Medical Institute, Peoples' Friendship University of Russia named after Patrice Lumumba (RUDN University), 6 Miklukho-Maklaya Str., Moscow 117198, Russian Federation; <https://orcid.org/0000-0003-1926-7162>

Alena A. Kulikova – Assistant, Department of Therapeutic Dentistry, Medical Institute, Peoples' Friendship University of Russia named after Patrice Lumumba (RUDN University), 6 Miklukho-Maklaya Str., Moscow 117198, Russian Federation; <https://orcid.org/0000-0002-7227-9966>

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Хабадзе Зураб Суликоевич – д.м.н., доцент, кафедра терапевтической стоматологии медицинского института, ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов им. Патриса Лумумбы»; 117198, Российская Федерация, г. Москва, ул. Миклухо-Маклая, 6; <https://orcid.org/0000-0002-7257-5503>

Генералова Юлия Алексеевна – ассистент, кафедра терапевтической стоматологии медицинского института, ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов им. Патриса Лумумбы»; 117198, Российская Федерация, г. Москва, ул. Миклухо-Маклая, 6; <https://orcid.org/0000-0003-1926-7162>

Куликова Алена Алексеевна – ассистент, кафедра терапевтической стоматологии медицинского института, ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов им. Патриса Лумумбы»; 117198, Российская Федерация, г. Москва, ул. Миклухо-Маклая, 6; <https://orcid.org/0000-0002-7227-9966>

AUTHOR'S CONTRIBUTION

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

Yulia A. Generalova – the acquisition, analysis, or interpretation of data for the article; drafted the article.

Alena A. Kulikova – 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; revised the article critically for important intellectual content.

ВКЛАД АВТОРОВ

З.С. Хабадзе – существенный вклад в замысел и дизайн исследования, критический пересмотр статьи в части значимого интеллектуального содержания; окончательное одобрение варианта статьи для опубликования.

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

А.А. Куликова – существенный вклад в замысел и дизайн исследования, сбор данных, анализ и интерпретация данных, подготовка статьи, критический пересмотр статьи в части значимого интеллектуального содержания.

Сравнительный анализ эффективности механической обработки корневых каналов различными системами Ni-Ti файлов

О.А. Антонова , В.А. Воинова ✉, Ю.А. Митронин 

Российский университет медицины, г. Москва, Российская Федерация

✉ viktea.voinova@mail.ru

Резюме

ВВЕДЕНИЕ. Одним из основных этапов эндодонтического лечения является качественная механическая обработка корневых каналов. Большое количество различных ротационных Ni-Ti файлов на стоматологическом рынке ставит перед врачом трудный выбор, особенно в условиях импортозамещения. В связи с чем, понимание и знание особенностей строения и эффективности той или иной системы инструментов в конкретном клиническом случае является необходимым аспектом для успешного лечения.

ЦЕЛЬ. При помощи сканирующей электронной микроскопии и компьютерной микротомографии проанализировать качество механической обработки корневого канала файлами отечественного и зарубежного производства.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ. В ходе исследования были отобраны однокорневые и многокорневые зубы с различной кривизной корневого канала, которые распределяли в соответствии с используемой системой Ni-Ti файлов: группа 1 – РМ-файлы (РусМед), группа 2 – ProTaper Universal (Dentsply Mallifier), группа 3 – M-two (VDW).

РЕЗУЛЬТАТЫ. Анализ сканирующей электронной микроскопии шлифов зубов показал, что наибольшее количество открытых дентинных канальцев определяется при обработке корневого канала инструментами группы 1 ($55,4 \pm 1,37$) и группы 3 ($60,25 \pm 1,59$). Центрирующая способность при кривизне корневого канала $20-25^\circ$ не имела существенных различий между используемыми инструментами. При кривизне корневого канала $40-45^\circ$ значение данного параметра значительно снижалось во всех группах инструментов, наибольшим оно было у групп 1 и 3.

ВЫВОДЫ. Выявлено, что наилучшее качество механической обработки корневого канала было получено при использовании РМ-файлов и Mtwo в образцах с кривизной канала до 25° .

Ключевые слова: Ni-Ti файлы, микро-КТ, сканирующая электронная микроскопия, механическая обработка

Информация о статье: поступила – 01.07.2024; исправлена – 10.08.2024; принята – 13.08.2024

Конфликт интересов: Авторы сообщают об отсутствии конфликта интересов.

Благодарности: Финансирование и индивидуальные благодарности для декларирования отсутствуют.

Для цитирования: Антонова О.А., Воинова В.А., Митронин Ю.А. Сравнительный анализ эффективности механической обработки корневых каналов различными системами Ni-Ti файлов. *Эндодонтия Today*. 2024;22(3):206–211. <https://doi.org/10.36377/ET-0032>

Comparative analysis of the effectiveness of mechanical treatment of root canals by various Ni-Ti file systems

Olesya A. Antonova , Viktoriia A. Voinova ✉, Yuriy A. Mitronin 

Russian University of Medicine, Moscow, Russia Federation

✉ viktea.voinova@mail.ru

Abstract

INTRODUCTION. One of the main stages of successful endodontic treatment is high-quality mechanical treatment of root canals. A large number of various rotary Ni-Ti files in the dental market poses a difficult choice for the doctor, especially in the context of import substitution. It is necessary to have knowledge about the effectiveness of different system of instruments in a particular clinical case.

AIM. With the help of scanning electronic mycoroscopy and computer microtomography, to analyze the quality of mechanical treatment of the root canal with files of domestic and foreign production.

MATERIALS AND METHODS. During the study, single-root and multi-root teeth with different root canal curvature were selected, which were distributed according to the Ni-Ti file system used: group 1 – RM files (RusMed), group 2 – ProTaper Universal (Dentsply Mallifier), group 3 – M-two (VDW).

RESULTS. The analysis of scanning electron microscopy of tooth showed that the largest number of open dentine tubules is determined when treating the root canal with instruments of the group 1 (55.4 ± 1.37) and group 3 (60.25 ± 1.59). The centering ability with a curvature of the root canal of $20-25^\circ$ had no significant

differences between the tools used. With a curvature of the root canal of 40–45°, the value of this parameter decreased significantly in all groups of instruments, it was greatest in the groups 1 and 3.

CONCLUSION. It was revealed that the best quality of mechanical treatment of the root canal was obtained using RM-files and Mtwo in samples with a channel curvature of up to 25°.

Keywords: Ni-Ti files, computer microtomography, scanning electron microscopy, mechanical processing

Article info: received – 01.07.2024; revised – 10.08.2024; accepted – 13.08.2024

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

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

For citation: Antonova O.A., Voinova V.A., Mitronin Yu.A. Comparative analysis of the effectiveness of mechanical treatment of root canals by various Ni-Ti file systems. *Endodontics Today*. 2024;22(3):206–211. (In Russ.) <https://doi.org/10.36377/ET-0032>

ВВЕДЕНИЕ

Важнейшими факторами, обуславливающими успех в эндодонтии, являются формирование, ирригация и obturation корневого канала. Данные этапы тесно взаимосвязаны, поэтому грамотное выполнение каждого из них непосредственно влияет на прогноз лечения. Так, механическая обработка не только способствует элиминации бактериального фактора, обладающего высокими проникающими способностями, но и создает благоприятные условия для работы ирригационных растворов и плотной obturation системы корневых каналов [1–3]. Однако, наиболее часто врачи-стоматологи сталкиваются с осложнениями именно на этапе инструментальной обработки: начиная от перфораций стенок корневого канала и заканчивая фрактуризацией эндодонтического инструмента. Последние открытия, связанные с изучением анатомии зуба, диктуют новые правила и подходы в прохождении корневых каналов: сложность и неоднородность строения системы эндодонта, наличие изгибов и неправильной формы поперечного сечения требуют от инструмента повышенной гибкости, а возросшая частота появления трещин корня говорит о необходимости бережного отношения не только к перикервикальному дентину [4–6]. Ротационные никель-титановые инструменты произвели революцию в эндодонтии за счет их высокой режущей способности, устойчивости к изгибам и ускорения рабочего процесса [7–9].

В настоящее время стоматологический рынок предлагает широчайший спектр инструментов с различными модификационными особенностями, однако такое разнообразие говорит о том, что ключ к созданию идеальной системы еще не найден [1; 10]. Поэтому по-прежнему актуальным направлением современной стоматологии является анализ эффективности механической обработки корневых каналов различными Ni-Ti файлами. Особенно это касается инструментов отечественного производства, эффективность которых изучена недостаточно, а потребность значительно возросла в связи с наступлением эпохи импортозамещения (рис. 1).

ЦЕЛЬ

Оценить эффективность механической обработки корневого канала и центрирующую способность Ni-Ti эндодонтических инструментов отечественного и зарубежного производства.



Рис. 1. Ni-Ti инструменты PM-файлы (РусМед)

Fig. 1. Ni-Ti instruments RM-files (RusMed)

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

С целью определения востребованности Ni-Ti инструментов в амбулаторной практике врача-стоматолога был проведен опрос врачей-стоматологов на онлайн-платформе YandexForms. Респондентам было необходимо указать частоту использования ротационных файлов и предпочтения в выборе системы. Далее, для экспериментального исследования *in vitro*, было отобрано 72 зуба, удаленных по медицинским показаниям, среди которых 27 резцов, 3 клыка и 42 моляра. Образцы распределили в соответствии с количеством корней (одно- и многокорневые) и кривизны корневого канала (20–25° и 40–45°), после чего были сформированы три группы в зависимости от используемой системой Ni-Ti файлов: группа 1 – PM-файлы (РусМед), группа 2 – ProTaper Universal (Dentsply Mallifier), группа 3 – M-two (VDW).

Методика подготовки зубов была идентична у всех трех групп. Вслед за созданием доступа осуществлялось формирование ковровой дорожки ручными эндодонтическими инструментами до размера по ISO 20. Далее проводилось препарирование корневого канала согласно методике, указанной в инструкции производителя. Крутящий момент и скорость вращения для эндомотора также устанавливалась индивидуально по рекомендациям фирм. После каждого инструмента проводилась ирригация корневого канала 3% раствором гипохлорита натрия и проверка проходимости ручным файлом 15 по ISO.

По завершении механической обработки из однокорневых зубов в количестве 30 (по 10 зубов в каждой группе) были изготовлены шлифы, которые подвергались сканирующей электронной микроскопии (Mira 3 FEF SEM, Tescan, Czech Republic) для оценки очищающей способности инструментов.

Многокорневые зубы сканировали в аппарате для компьютерной микротомографии (NEOSCAN X-ray Micromograph) до обработки, затем делили на две группы в зависимости от кривизны корневого канала: 20–25° и 40–45° по Шнайдеру (по 14 зубов в каждой группе), что соответствует средне и сильно изогнутым корневым каналам. После обработки также осуществлялось микро-КТ с последующим изучением срезов на уровне устьевой, средней и апикальной трети корневого канала и анализом динамики изменения диаметра (рис. 2).

Критерии качества препарирования были следующие:

1. Количество и диаметр открытых дентинных канальцев на поверхности препарированного корневого канала на единицу площади

2. Центрирующая способность инструмента, определяемая по формуле $(M1 - M2) / (D1 - D2)$ (рис. 3).

Статистическую обработку данных проводили с помощью пакета программ Statistica 10 при уровне достоверности $p < 0,05$ с анализом по критерию Стьюдента.

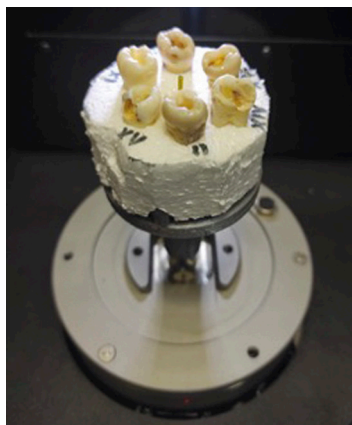


Рис. 2. Подготовительный этап компьютерной микротомографии: помещение образцов в NEOSCAN X-ray Micromograph

Fig. 2. Computer microtomography (preparatory stage): Sample placement in NEOSCAN X-ray Micromograph

РЕЗУЛЬТАТЫ

По данным опроса 108 практикующих врачей-стоматологов было выявлено, что 73 % респондентов используют машинные эндодонтические файлы, среди них 85 %- ротационные системы. Большая часть респондентов (83 %) предпочитает инструменты зарубежного производителя. На вопрос «почему?» были получены следующие ответы: не знали о существовании отечественных инструментов, были сомнения в качестве таковых и не нуждались в смене системы. Также установлены наиболее часто используемые системы: ProTaper Universal (29 %) и Mtwo (23 %). Врачи-стоматологи с РМ-файлами знакомы не были.

Сканирующая электронная микроскопия шлифов однокорневых зубов из группы 1 позволила выявить большое количество открытых дентинных канальцев ($55,4 \pm 1,37$) с минимальным количеством дентинных опилок на стенке корневого канала. В группе 2 значение данного параметра было наименьшим: наблюдалась неоднородность поверхности, просвет канальцев был заполнен остатками дебриса. При анализе шлифов группы 3 образцов количество дентинных канальцев составило $60,25 \pm 1,59$, просвет канальцев четкий. На рис. 4 наглядно представлена поверхность корневого канала после механической обработки корневого канала с измерением диаметра дентинных канальцев.

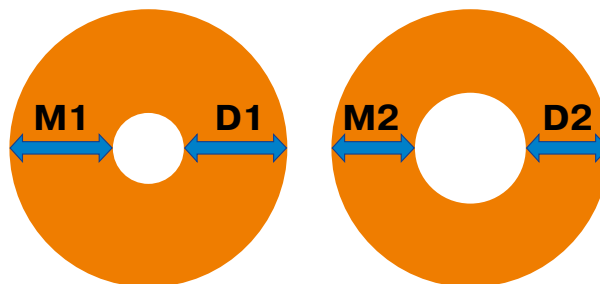


Рис. 3. Схема определения центрирующей способности

Fig. 3. Scheme of determining of centering ability

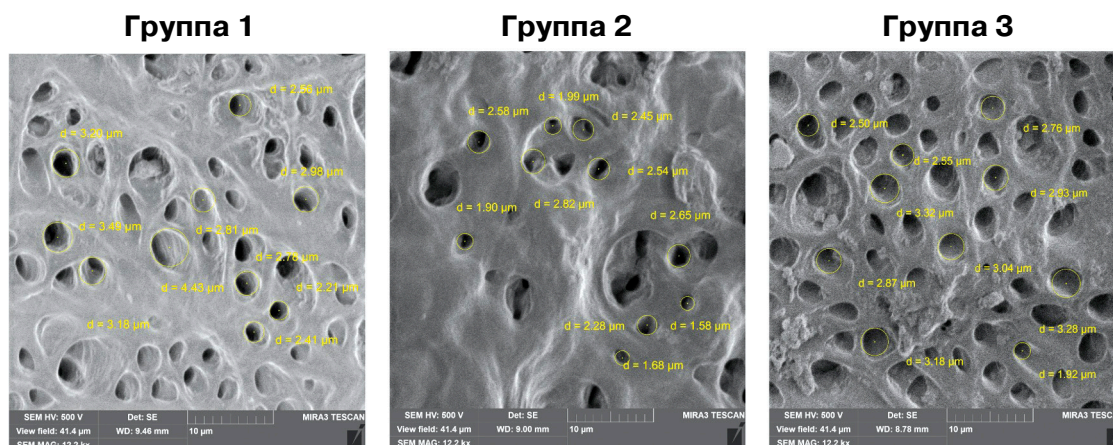


Рис. 4. Электронная микроскопия: поверхность корневого канала после механической обработки различными системами инструментов (цифрами указаны значения диаметра дентинных канальцев)

Fig. 4. Electron microscopy: The surface of the root canal after mechanical treatment by various Ni-Ti systems (the figures indicate the diameter of the dentine tubules)

Послойное исследование 42 корневых каналов многокорневых зубов позволило отметить особенности строения, влияющие на значения центрирующей способности инструмента. Во-первых, форма поперечного сечения изменяется от устья к диаметру: в верхней трети чаще встречался овальный контур, в то время как при продвижении к нижней трети просвет корневого канала имел круглую форму [4]. Во-вторых, изгиб корневого канала чаще всего располагался на уровне устьевой и средней трети корневого канала.

Центрирующую способность определяли путем наложения исходных и контрольных проекций при помощи программы DataViewer, где изменения, полученные после механической обработки, высвечивались белым цветом. Это позволило проводить измерения строго на одном уровне и снизить вероятность ошибки в расчетах. Специфика препарирования на различных уровнях корневого канала при использовании различных систем отражена на рис. 5. Наибольшая центрирующая способность у всех групп инструментов наблюдается в апикальной трети корневого канала, в области средней и устьевой третей она значительно снижается.

Анализ центрирующей способности инструментов в группе с кривизной корневого канала 20–25° наибольшее значение на всех уровнях было зафиксировано при использовании систем 1 и 3, что соответствует $0,45 \pm 0,07$, $0,56 \pm 0,027$, $0,63 \pm 0,011$ и $0,48 \pm 0,08$, $0,54 \pm 0,07$, $0,68 \pm 0,012$ соответственно на уровнях устьевой, средней и апикальной третей. Группа 2 отличалась несколько меньшими значениями данного параметра на уровне средней и апикальной третей: $0,46 \pm 0,03$, $0,52 \pm 0,05$ и $0,58 \pm 0,009$.

С повышением кривизны корневого канала до 40–45° центрирующая способность всех трех групп инструментов снижалась на всех уровнях корневого канала. Это связано с тем, что изгиб зачастую расположен ближе к устьевой части. Центрирующая способность у инструментов групп 1 и 3 оказалась выше, по сравнению с группой 2, однако между собой они не имели статистически значимых различий. Были получены следующие данные: $0,36 \pm 0,01$, $0,47 \pm 0,011$, $0,52 \pm 0,027$ и $0,38 \pm 0,073$, $0,43 \pm 0,02$, $0,55 \pm 0,014$ в зонах от устьевой до апикальной третей. В группе 2 зафиксированы значения: $0,35 \pm 0,087$, $0,38 \pm 0,03$ и $0,41 \pm 0,02$. Более подробно результаты сравнения центрирующей способности инструментов представлены в табл. 1 и 2.

ОБСУЖДЕНИЕ

Посредством сканирующей электронной микроскопии было выявлено, что наилучшее качество поверхности после механической обработки корневого канала получено при использовании РМ-файлов и Mtwo. Данные инструменты имеют достаточную режущую способность для очищения корневого канала и эвакуации детрита. При использовании файлов ProTaper Universal не удалось достичь качественной обработки: у образцов данной группы поверхность конового канала наиболее неоднородная.

Локализация изгиба и форма поперечного сечения корневого канала обуславливали различия центрирующей способности инструментов. Наибольшее

значение данного параметра было получено при использовании РМ-файлов и Mtwo в группах корневых каналов с кривизной 20–25°. При кривизне канала 40–45° у РМ-файлов и Mtwo значения центрирующей способности также не имели весомых отличий, однако она была больше по сравнению с другой группой.

ВЫВОДЫ

Таким образом, можно сделать вывод о том, что наиболее эффективными представленными инструментами будут для клинических случаев, где корневые каналы имеют округлое сечение и изгиб до 25°. Также следует отметить, что инструменты отечественного производства не уступают зарубежным представителям и могут быть рекомендованы к использованию.

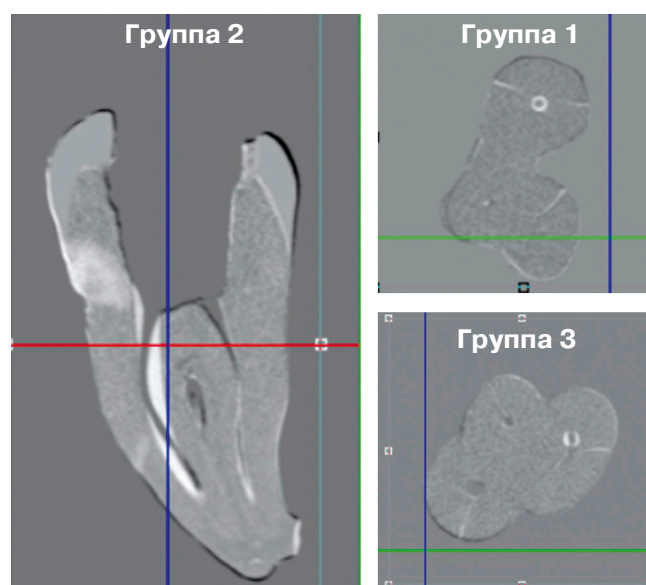


Рис. 5. Микро-КТ: динамика изменения корневого канала после механической обработки

Fig. 5. Micro-CT: Dynamics of changes in the root canal after mechanical treatment

Таблица 1. Значения центрирующей способности при кривизне канала 20–25°

Table 1. The values of centering ability with curvature of a root canal 20–25°

Зона изменения	Используемые инструменты		
	РМ-файлы	ProTaper	Mtwo
Устьевая треть	$0,45 \pm 0,07$	$0,46 \pm 0,03$	$0,48 \pm 0,08$
Средняя треть	$0,56 \pm 0,027$	$0,52 \pm 0,05$	$0,54 \pm 0,07$
Апикальная треть	$0,63 \pm 0,011$	$0,58 \pm 0,009$	$0,68 \pm 0,012$

Таблица 2. Значения центрирующей при кривизне канала 40–45°

Table 2. The values of centering ability with curvature of a root canal 40–45°

Зона изменения	Используемые инструменты		
	РМ-файлы	ProTaper	Mtwo
Устьевая треть	$0,36 \pm 0,01$	$0,35 \pm 0,087$	$0,38 \pm 0,073$
Средняя треть	$0,47 \pm 0,011$	$0,38 \pm 0,03$	$0,43 \pm 0,02$
Апикальная треть	$0,52 \pm 0,027$	$0,41 \pm 0,02$	$0,55 \pm 0,014$

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ / REFERENCES

- Орехова Л.Ю., Вашнева В.Ю., Порхун Т.В., Зайцева Ю.А. Сравнительная эффективность механической обработки корневых каналов современными ni-ti инструментами. *Эндодонтия Today*. 2020;18(2):10–15. <https://doi.org/10.36377/1683-2981-2020-18-2-10-15> Orekhova L.Yu., Vashneva V.Yu., Porkhun T.V., Zaitseva Yu.A. Comparative effectiveness of root canal machining with modern ni-ti tools. *Endodontics Today*. 2020;18(2):10–15. (In Russ.) <https://doi.org/10.36377/1683-2981-2020-18-2-10-15>
- Беляева Т.С., Заблоская Н.В., Митронина Н.В., Байтокова А.А., Алимухамедова С.Ш. Устойчивость к циклической нагрузке различных систем реципрокных эндодонтических инструментов (лабораторное исследование). *Cathedra-Кафедра. Стоматологическое образование*. 2023;(85):44–49. Belyaeva T.S., Zablotskaya N.V., Mitronina N.V., Baitokova A.A., Alimukhamedova S.Sh. Cycling fatigue resistance of various reciprocating endodontic instrument systems (laboratory study). *Cathedra. Dental Education*. 2023;(85):44–49. (In Russ.)
- Рединова Т.Л., Пудова Е.И., Шарифуллина И.Х., Есюнина А.А., Загребин И.В. Частота встречаемости различных вариантов строения корневых каналов и методы механической их обработки в практике врача-стоматолога-терапевта. *Эндодонтия Today*. 2022;20(3):215–221. <https://doi.org/10.36377/1726-7242-2022-20-3-215-221> Redinova T.L., Pudova E.I., Sharifullina I.C., Yesyunina A.A., Zagrebin I.V. The frequency of occurrence of various variants of the structure of root canals and methods of their mechanical treatment in the practice of a dentist-therapist. *Endodontics Today*. 2022;20(3):215–221. (In Russ.) <https://doi.org/10.36377/1726-7242-2022-20-3-215-221>
- Пяткова И.В., Орехова Л.Ю., Порхун Т.В., Силин А.В. Определение показаний к выбору метода препарирования системы корневых каналов полновращательными и реципрокными инструментами. *Эндодонтия Today*. 2020;18(1):21–26. <https://doi.org/10.36377/1683-2981-2020-18-1-21-26> Pyatkova I.V., Orekhova L.Yu., Porkhun T.V., Silin A.V. Determination of indications for the choice of the preparation method of the root canal system with rotation and reciprocation instruments. *Endodontics Today*. 2020;18(1):21–26. (In Russ.) <https://doi.org/10.36377/1683-2981-2020-18-1-21-26>
- Митронин А.В., Ведмицкая В.В., Хромова Л.А. Оценка состояния апикальной части корней зубов после их препарирования различными ротационными эндодонтическими системами. *Эндодонтия Today*. 2019;17(3):3–7. <https://doi.org/10.36377/1683-2981-2019-17-3-3-7> Mitronin A.V., Vedmitskaya V.V., Khromova L.A. Assessment of the apical part of the roots after their instrumentation by different endodontic systems. *Endodontics Today*. 2019;17(3):3–7. (In Russ.) <https://doi.org/10.36377/1683-2981-2019-17-3-3-7>
- Митронин А.В., Собкина Н.А., Помещикова Н.И., Дмитриева Л.А. Использование компьютерной микрофотографии для оценки качества эндодонтической обработки зуба при использовании современных инструментов. *Эндодонтия Today*. 2018;16(1):22–26. Режим доступа: <https://www.endodont.ru/jour/article/view/173> (дата обращения: 23.06.2024). Mitronin A.V., Sobkina N.A., Pomeshchikova N.I., Dmitrieva L.A. Use of computer microtomography to assess the quality of endodontic tooth treatment using modern instruments. *Endodontics Today*. 2018;16(1):22–26. (In Russ.) Available at: <https://www.endodont.ru/jour/article/view/173> (accessed: 23.06.2024).
- Девятникова В.Г. Экспериментальное исследование качества механической обработки корневых каналов зубов реципрокными и циклическими эндодонтическими системами. *Современная стоматология*. 2020;(2):68–72. Devyatnikova V.G. An experimental study of the quality of machining of root canals with reciprocal and cyclic endodontic systems. *Sovremennaya Stomatologiya*. 2020;(2):68–72. (In Russ.)
- Джулианджели Д.Ф., Романоли К., Кортес Д.Г.Н., Интерличе Р. Закрытие перфорации корня с помощью МТА Repair HP (клинический случай). *Cathedra-Кафедра. Стоматологическое образование*. 2022;(82):6–8. Giuliangeli D.F., Romagnoli K., Cortes D.G.N., Interliche R. Root perforation sealing using MTA Repair (case report). *Cathedra. Dental Education*. 2022;(82):6–8. (In Russ.)
- Останина Д.А., Митронин Ю.А., Анисимова Д.В., Митронин А.В. Оптимизация сложного эндодонтического лечения никель-титановыми файлами мартенситной и аустенитной модификации. *Эндодонтия Today*. 2024;22(1):4–10. <https://doi.org/10.36377/ET-0004> Ostanina D.A., Mitronin Yu.A., Anisimova D.V., Mitronin A.V. Optimization of difficult endodontic treatment with nickel-titanium files in martensitic and austenitic phase. *Endodontics Today*. 2024;22(1):4–10. (In Russ.) <https://doi.org/10.36377/ET-0004>
- 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. <https://doi.org/10.36377/1683-2981-2022-20-1-12-19> Dombrovskaya Yu.A., Paderina T.O., Benken K.A., Lubskaya E.Yu., Silin A.V. Comparative morphometric characteristics of the working surface of endodontic rotary nickel-titanium instruments after maximum cyclic loading. *Endodontics Today*. 2022;20(1):12–19. (In Russ.) <https://doi.org/10.36377/1683-2981-2022-20-1-12-19>

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Антонова Олеся Александровна – ассистент кафедры терапевтической стоматологии и эндодонтии, ФГБОУ ВО «Российский университет медицины»; 127006, Российская Федерация, г. Москва, ул. Долгоруковская, д. 4; <https://orcid.org/0000-0003-4732-0493>

Воинова Виктория Алексеевна – студент стоматологического факультета, ФГБОУ ВО «Российский университет медицины»; 127006, Российская Федерация, г. Москва, ул. Долгоруковская, д. 4; <https://orcid.org/0009-0001-0670-0871>

Митронин Юрий Александрович – аспирант кафедры терапевтической стоматологии и эндодонтии, ассистент кафедры пропедевтики терапевтической стоматологии, ФГБОУ ВО «Российский университет медицины»; 127006, Российская Федерация, г. Москва, ул. Долгоруковская, д. 4; <https://orcid.org/0000-0002-3118-2869>

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Olesya A. Antonova – Assistant of the Department of Therapeutic Dentistry and Endodontics, Russian University of Medicine; 4, Dolgorukovskaya St., Moscow 127006, Russian Federation; <https://orcid.org/0000-0003-4732-0493>

Viktoriia A. Voinova – Student of the Department of the Faculty of Dentistry, Russian University of Medicine; 4, Dolgorukovskaya St., Moscow 127006, Russian Federation; <https://orcid.org/0009-0001-0670-0871>

Yuriy A. Mitronin – Postgraduate Student of the Department of Therapeutic Dentistry and Endodontics; assistant of the Department of Propaedeutics of Therapeutic Dentistry, Russian University of Medicine; 4, Dolgorukovskaya St., Moscow 127006, Russian Federation; <https://orcid.org/0000-0002-3118-2869>

ВКЛАД АВТОРОВ

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

В.А. Воинова – проведение исследований, сбор и анализ данных, подготовка статьи.

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

AUTHOR'S CONTRIBUTION

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

Viktoriia A. Voinova – the acquisition, analysis of data for the article; drafted the article.

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

Comparative evaluation of accuracy of three different electronic apex locators in the presence of various endodontic irrigants: An in vitro study

Ankita Nagrani^{id}, Anita B. Tandale^{id}✉, Sanjyot Mulay^{id}, Shruti Khade^{id}, Dhvani Shah^{id}

Dr. D.Y. Patil Dental College and Hospital, Dr. D.Y. Patil Vidyapeeth, Pimpri, Pune-18, Maharashtra, India

✉ anita.tandale@dpu.edu.in

Abstract

AIM AND OBJECTIVES. To evaluate and compare the accuracy of Root ZX, Raypex6, and I Root and electronic apex locators in the presence of NaOCl (3%), Citric acid (10%), MTAD and Green tea extract as endodontic irrigants.

MATERIAL AND METHOD. Sixty single rooted human permanent teeth were used for the study. Access cavities were prepared and the teeth were decoronated. Teeth were divided as follows: Group I-Root ZX apex locator ($n=20$), IA – NaOCl 3% endodontic irrigant ($n=5$), IB – Citric Acid 10% endodontic irrigant ($n=5$), IC – MTAD endodontic irrigant ($n=5$), ID- Green Tea extract endodontic irrigant ($n=5$). Group II: Raypex 6 apex locator ($n=20$). IIA – NaOCl 3% endodontic irrigant ($n=5$), IIB – Citric acid 10% endodontic irrigant ($n=5$), IIC – MTAD endodontic irrigant ($n=5$), IID – Green tea extract endodontic irrigant ($n=5$). Group III-i-ROOT apex locator ($n=20$). IIIA – NaOCl 3% endodontic irrigant ($n=5$), IIIB – Citric Acid 10% endodontic irrigant ($n=5$), IIIC – MTAD endodontic irrigant ($n=5$), IIID – Green tea extract endodontic irrigant ($n=5$). The actual working length was determined using a 15 K file and the working model was prepared using Alginate in a rectangular box. The teeth were embedded into the working model and the electronic measurements were made with each electronic apex locator. The data was collected, analyzed and subjected to statistical analysis.

RESULTS. No significant difference was found when Raypex 6 apex locator was used along with all the endodontic irrigants except green tea extract. Root ZX showed statistically significant difference with green tea extract and MTAD. I-root showed statistically significant difference with all the irrigants except green tea extract.

CONCLUSION. Citric acid 10% was consistently accurate when assessed with all the three apex locators, whereas Green tea extract demonstrated the least accurate readings with all apex locators.

Keywords: working length, electronic apex locator, endodontic irrigants, sodium hypochlorite, MTAD, Citric acid, Green tea extract

Article info: received – 20.06.2024; revised – 01.08.2024; accepted – 03.08.2024

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

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

For citation: Nagrani A., Tandale A.B., Mulay S., Khade S., Shah D. Comparative evaluation of accuracy of three different electronic apex locators in the presence of various endodontic irrigants: An in vitro study. *Endodontics Today*. 2024;22(3):212–219. <https://doi.org/10.36377/ET-0036>

Сравнительная оценка точности трех различных электронных апекслокаторов в присутствии различных эндодонтических ирригантов: in vitro исследование

А. Награни^{id}, А.Б. Тандале^{id}✉, С. Мулай^{id}, С. Хаде^{id}, Д. Шах^{id}

Стоматологический колледж и больница Д.И. Патила, Университет Д.И. Патила, Пимпри, Пуна-18, Махараштра, Индия

✉ anita.tandale@dpu.edu.in

Резюме

ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ. Оценить и сравнить точность Root ZX, Raypex6 и I Root, электронных апекслокаторов в присутствии NaOCl (3%), лимонной кислоты (10%), MTAD и экстракта зеленого чая в качестве эндодонтических ирригантов.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ. В исследовании использовались шестьдесят постоянных однокорневых зубов человека. Были подготовлены доступы к полостям, и зубы были декоронированы. Зубы были разделены на следующие группы: Группа I – апекслокатор Root ZX ($n=20$), IA – эндодонтический ирригант NaOCl 3% ($n=5$), IB – эндодонтический ирригант лимонная кислота 10% ($n=5$), IC – эндодонтический ирригант MTAD ($n=5$), ID – эндодонтический ирригант экстракт зеленого чая ($n=5$). Группа II – апекслокатор Raypex 6 ($n=20$), IIA – эндодонтический ирригант NaOCl 3% ($n=5$), IIB – эндодонтический ирригант лимонная кислота 10% ($n=5$), IIC – эндодонтический ирригант MTAD ($n=5$), IID – эндодонтический ирригант экстракт зеленого чая ($n=5$). Группа III – апекслокатор I-ROOT ($n=20$), IIIA – эндодонтический

ирригант NaOCl 3% ($n=5$), IIIB – эндодонтический ирригант лимонная кислота 10% ($n=5$), IIIC – эндодонтический ирригант MTAD ($n=5$), IIID – эндодонтический ирригант экстракт зеленого чая ($n=5$). Фактическая рабочая длина была определена с помощью файла K 15, и рабочая модель была подготовлена с использованием альгината в прямоугольной коробке. Зубы были закреплены в рабочей модели, и были проведены электронные измерения с каждым апекслокатором. Данные были собраны, проанализированы и подвергнуты статистической обработке.

РЕЗУЛЬТАТЫ. Не было обнаружено значительных различий при использовании апекслокатора Raypex 6 с любыми эндодонтическими ирригантами, за исключением экстракта зеленого чая. Root ZX показал статистически значимые различия при использовании с экстрактом зеленого чая и MTAD. I-Root показал статистически значимые различия со всеми ирригантами, кроме экстракта зеленого чая.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ. Лимонная кислота 10% показала стабильную точность при оценке с использованием всех трех апекслокаторов, тогда как экстракт зеленого чая продемонстрировал наименее точные показания при использовании с любыми апекслокаторами.

Ключевые слова: рабочая длина, электронный апекслокатор, эндодонтические ирриганты, гипохлорит натрия, MTAD, лимонная кислота, экстракт зеленого чая

Информация о статье: поступила – 20.06.2024; исправлена – 01.08.2024; принята – 03.08.2024

Конфликт интересов: Авторы сообщают об отсутствии конфликта интересов.

Благодарности: Финансирование и индивидуальные благодарности для декларирования отсутствуют.

Для цитирования: Награни А., Тандале А.Б., Мулаи С., Хаде С., Шах Д. Сравнительная оценка точности трех различных электронных апекслокаторов в присутствии различных эндодонтических ирригантов: *in vitro* исследование. *Эндодонтия Today*. 2024;22(3):212–219. (На англ. яз.) <https://doi.org/10.36377/ET-0036>

INTRODUCTION

Appropriate working length determination plays a critical role in determining the accuracy and success of endodontic treatment. A routine endodontic procedure can plague the operator in cases of poorly determined working length [1].

Use of traditional approaches such as radiographs, considering anatomical averages, relying on tactile sensation and using paper points do provide an approximate working length to some degree, but they do have their limitations [2]. Cluster and Suzuki introduced Electronic Apex Locators to overcome these limitations and to standardize the working length determination in endodontics [3]. The 1st and 2nd generation of apex locators provided adequate reading but their efficiency was limited to dry canals. After some modifications, the 3rd and 4th generation apex locators were introduced [4].

Root ZX (J Morita) is a third generation apex locator and it uses the ratio method for measuring the root canal length which was introduced by Kobayashi et al in 1991. It is a dual frequency electronic apex locator. This electronic apex locator has been studied extensively for its accuracy and its efficacy in the presence of various endodontic irrigants [5].

An apex locator with different frequencies of 5 KHz and 500 Hz is the i-Root (S-Denti Co. Ltd Seoul, Korea) apex locator. According to the manufacturer, its accuracy is good, irrespective of canal contents [6].

Raypex 6 (VDW, Munich, Germany) is the last member of Raypex series whose clinical performance was previously found to be successful with the evaluation of Raypex 4 and 5 [7].

It is important to remove the tissue debris and microorganisms within the root canal and hence a wide range of irrigants are used to facilitate proper chemo-mechanical preparation of the root canal treatment. The most routinely used irrigants in the root canal are sodium hypochlorite, saline, EDTA and Chlorhexidine, MTAD, citric acid.

Sodium hypochlorite (NaOCl) is considered gold standard for root canal irrigation. It is used in various percentages like 1%, 3%, 5.25%. However, it has certain disadvantages such as irritation, injury to periapical tissues after extrusion from the apical foramen.

Torabinejad and co-workers [8] developed MTAD (mixture of tetracycline, acid and detergent) as a final endodontic irrigant [9; 10] to disinfect the canal [11–14], remove smear layer [15; 16] and to solubilize pulp tissue [17], particularly when used after sodium hypochlorite [10].

In the recent years, there has been a search for herbal alternatives in order to overcome the shortcomings of conventional irrigants and increase in antibiotic resistant strain.

Natural plant origin compounds like Green tea are proven to be less toxic and less irritant to the tissues and significantly effective against *E. faecalis* [18].

Green tea polyphenols is prepared from the tender shoots of the tea plant *Camellia sinensis* is the customary drink of Japan and China. Green tea polyphenols antibacterial activity against *E. faecalis* biofilm formed on tooth substrate which showed statistically significant. Complete eradication of *E. faecalis* was achieved within 6 min [18].

In a study by Prabhakar et al, antimicrobial efficiency of green tea polyphenols and 3% sodium hypochlorite were evaluated against *E. faecalis*. The authors concluded that green tea exhibited significantly higher antibacterial effect against 2 week biofilm [19].

There is a concern regarding the effect of various irrigating solutions on the accuracy of electronic apex locators. To the best of our knowledge, there are not many studies assessing the precision of Root ZX apex locator, Raypex 6 apex locator, i-Root apex locators in the presence of Sodium hypochlorite, Citric acid, MTAD, and green tea extract. Hence, the purpose of this study was to investigate whether the presence of such endodontic irrigants affected electronic working length measurements by various apex locators.

MATERIAL AND METHODS

Sixty human permanent teeth single rooted were selected for the study after excluding specimens with curved roots, resorption, caries or calcification. The teeth were than safely stored in a 2% Buffered Formalin solution.

The study required reduction of the occlusal plane to produce an even surface for a stable and retracable reference point as required in working length (WL) determination. This was achieved by sectioning the teeth at the cemento-enamel junction using a diamond disc(DSK). Preflaring of the canal orifices using Gates Glidden drills from #1 to #3. The pulpal tissue was extirpated using a barbed broach. (Spirocolorinox, Dentsply).

The specimens were divided into three groups.

Group I-Root ZX apex locator (n=20)

IA NaOCl 3% endodonticirrigant (n=5)

IB Citric Acid 10% endodonticirrigant (n=5)

IC MTAD endodonticirrigant (n=5)

ID Green Tea extract endodontic irrigant (n=5)

Group II: Raypex 6 apex locator (n=20)

IIA NaOCl 3% endodontic irrigant (n=5)

IIB Citric acid 10% endodonticirrigant (n=5)

IIC MTAD endodonticirrigant (n=5)

IID Green tea extract endodontic irrigant (n=5)

Group III-i-ROOT apex locator (n=20)

IIIA NaOCl 3% endodonticirrigant (n=5)

IIIB Citric Acid 10% endodonticirrigant (n=5)

IIIC MTAD endodonticirrigant (n=5)

IIID Green tea extract endodonticirrigant (n=5)

The actual working length of the root canal was determined using a #15 K file (MANI) into the canal until the tip of the file was visible at the apex. To obtain a standardized value 0.5 mm was subtracted from the actual working length for each tooth sample [6].

For measurement of electronic working length, a customized model for the three study groups were prepared using rectangular plastic boxes. The teeth samples were glued and stabilized to the plastic frame using modelling wax. Alginate was mixed and poured into the box and the frame was embedded into the alginate. To complete the circuit, the lip clip of the apex locator was immersed in the alginate, fixed to the plastic box. The model was constructed and within 2 hours all measurements were made.

The working length measurements were conducted in the presence of Sodium hypochloride (NaOCl) (3%), Citric acid (10%), MTAD and Green tea extract root canal irrigants.

The root canals were first irrigated with 3% NaOCl using a 26 gauge bevelled needle in a 2 ml syringe (Unolok, Hindustan Syringes and Medical devices Ltd, India). A #15K file (MANI) with the file clip was then inserted into the canal until the apex locator showed the reading of the "APEX". The Silicon stopper was then adjusted and the K file was removed. The distance between the base of the silicon stopper and file tip was measured to the nearest 0.5mm mark.

The "APEX" as indicated by all devices was chosen as the apical reference. The electronic working length measurements for teeth were recorded with Root ZX followed by Raypex 6 and i Root apex locators.

The above procedure was repeated using 10% Citric acid, TAD and Green tea extract root canal irrigants. Each measurement was repeated thrice, and the average was calculated. To prevent cross contamination, each set of the instruments were conducted in a fresh mixture of alginate. Results were then subjected to statistical analysis.

STATISTICAL ANALYSIS

Statistical analysis was done by descriptive statistics as mean, SD, percentage / proportions.

Comparisons was done by applying Student's Unpaired 't' test at 5% (p,0.05) and 1% (p,0.01) level of significance.

Also, one way ANOVA test with Tukey Kramer multiple comparison test was applied to test the comparison of all groups together at 5% (p,0.05) and 1% (p,0.01) level of significance.

Statistical analysis software namely SYSTAT version 12 (By Cranes software, Bangalore) was used to analyze the data.

RESULTS

Root ZX apex locator (Group I) showed no significant difference in actual and electronic working length when used with NaOCl and citric acid as endodontic irrigant. However with MTAD and Green tea extract irrigants there was a significant difference.

Table 1. Comparison of mean and SD values of Actual length (AL) and Electronic Length (EL) in Group A, B, C and D root canal irrigants using Root ZX, Raypex 6 and Iroot apex locators

Таблица 1. Сравнение средних значений и стандартных отклонений фактической длины (AL) и электронной длины (EL) в группах A, B, C и D эндодонтических ирригантов с использованием апекслокаторов Root ZX, Raypex 6 и IRoot

	Root ZX apex locator				Raypex 6 apex locator				I Root apex locator			
	Group A: NaOCl (n=5)	Group B: Citric acid (n=5)	Group C: MTAD / QMix (n=5)	Group D: Green Tea extract (n=5)	Group A: NaOCl (n=5)	Group B: Citric acid (n=5)	Group C: MTAD / QMix (n=5)	Group D: Green Tea extract (n=5)	Group A: NaOCl (n=5)	Group B: Citric acid (n=5)	Group C: MTAD / QMix (n=5)	Group D: Green Tea extract (n=5)
	Mean ± SD	Mean ± SD	Mean ± SD	Mean ± SD	Mean ± SD	Mean ± SD	Mean ± SD	Mean ± SD	Mean ± SD	Mean ± SD	Mean ± SD	Mean ± SD
Actual Length	14.64 ± 1.01	12.36 ± 1.64	13.84 ± 0.84	14.40 ± 2.23	11.08 ± 2.12	12.92 ± 1.13	14.48 ± 1.03	11.24 ± 1.41	16.82 ± 2.12	14.94 ± 2.76	16.32 ± 1.87	18.14 ± 2.10
Electronic Length	14.38 ± 0.97	12.04 ± 1.75	13.04 ± 0.91	12.20 ± 2.37	12.26 ± 2.04	12.82 ± 1.43	14.86 ± 1.69	12.04 ± 1.39	15.40 ± 1.88	13.72 ± 2.36	14.98 ± 1.85	17.88 ± 2.03
Unpaired 't' test value, 'p' value	1.38, p=0.987, Not significant	0.52, p=0.248, Not significant	4.83, p=0.0014, Significant	1.96, p=0.046, Significant	1.41, p=0.579, Not significant	0.24, p=0.311, Not significant	0.66, p=0.102, Not significant	2.07, p=0.019, Significant	2.01, p=0.0017, Significant	1.09, p=0.311, Not significant	1.96, p=0.012, Significant	0.31, p=0.19, Not significant

In Group II i.e. Raypex 6 apex locator there was no significant difference in actual and electronic working length using NaOCl, citric acid and MTAD as endodontic irrigant. Where as Green tea extract irrigant showed a significant difference.

When i-Root apex locator (Group III) was used there was significant difference in NaOCl and MTAD as endodontic irrigants, while citric acid and green tea extract irrigants gave no significant difference between actual and electronic working length (Table 1 and Figure 1).

DISCUSSION

The development of apex locators has revolutionized endodontics as it is imperative to obtain a high success rate, which allows the clinician to clean, shape, and fill the three-dimensional root canal system as close as possible to the apical constriction. These devices have helped overcome the shortcomings of conventional radiographs [20] while reducing the time and effort by the operator.

Irrigants can augment mechanical debridement by flushing out debris, dissolving tissue, and disinfecting the root canal system. Chemical debridement is especially needed for teeth with complex internal anatomy such as fins or other irregularities that might be missed by instrumentation [18].

However, the presence of any fluids may hamper the use of apex locators and thus achieving precise measurements. The study included NaOCl, Citric acid, MTAD and green tea extracts to evaluate the accuracy of apex locators. Three modern electronic apex locators, namely, Root ZX Mini, i-Root and Raypex 6 were used in this in-vitro study to estimate the length of the root canal. The design of this in vitro study was to allow

determination of the length of the tooth easily. In order to achieve accurate readings, the media for mounting the teeth should have an electrical resistance similar to that of the periodontal ligament. The ideal medium for embedding teeth and being a conducting medium is alginate due to its relatively high viscosity which prevents blockage of substance into the apical foramen and withstands forces that are exerted by the movement of the file, enabling the operator to precisely assess the working length [6].

Alginate allows ions to circulate despite its firm consistency [21]. The main disadvantage of alginate is its limited working time because the alginate tends to desiccate unless it is kept moist. Hence, the electronic calculations were carried out within 2 hours after the apparatus was prepared as this allows to achieve sufficient humidity of the alginate for the conductivity.

To evaluate the accuracy of apex locators, a range of ± 0.5 was used in the study. This range is clinically acceptable and highly accurate [6].

In the current study, Root ZX Mini provided working length close to actual length readings when used with 3% NaOCl ($p=0.987$) and 10% Citric acid ($p=0.248$) as irrigants, and a significant difference in working length determination was observed with the use of MTAD ($p=0.0014$) and green tea extract ($p=0.056$).

These results are in accordance with a study done by Khattak O et al which concluded that the accuracy of Root ZX apex locator was consistently high in the presence of normal saline, 0.2% chlorhexidine and 2.5% NaOCl. They inferred that 2.5% sodium hypochlorite had no effect on accuracy of Root ZX apex locator which was more precise than the iPex in achieving the working length [22].

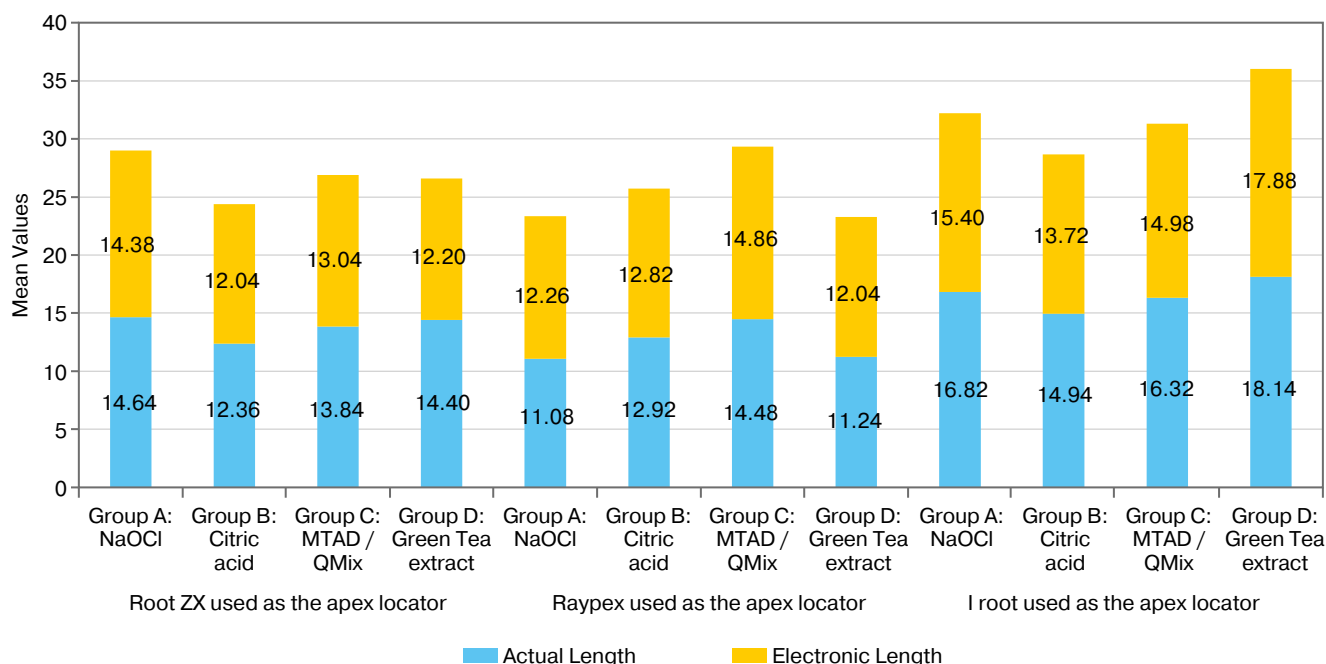


Fig. 1. Comparison of mean and SD values of Actual length (AL) and Electronic Length (EL) in Group A, B, C and D root canal irrigants using Root ZX, Raypex 6 and Iroot apex locators

Рис. 1. Сравнение средних значений и стандартных отклонений фактической длины (AL) и электронной длины (EL) в группах А, В, С и D эндодонтических ирригантов с использованием апекслокаторов Root ZX, Raypex 6 и IRoot

Certain authors [23–26] accept that the least remarkable discrepancy is obtained while using NaOCl irrigant no matter what the concentration is. The reality is this irrigant has a high electrical conductivity and has the capability to seep into the dentinal tubules and reduce electrical impedance of the root canal boundaries along with generating better electrical contact with periapical tissues [27].

Raypex 6 (VDW) is the sixth variant in the Raypex series of apex locators and there are not many studies evaluating its accuracy in the presence of various endodontic irrigants and thus it was used in the present study.

This study has shown Raypex 6 with close to accurate readings when used with 3% NaOCl ($p=0.579$), 10% Citric acid ($p=0.311$) or MTAD ($p=0.102$) as the endodontic irrigants. The results showed significant difference in the working length when it was used in the presence of green tea extract ($p=0.019$).

However, in a study done by Luca Mariago et al, Raypex 6 demonstrated poor mean results in the presence of sodium hypochlorite [28]. Other than a study done by Reynoso RF, some studies showed higher accuracy with Raypex 6 [29].

Research by Tamil Selvan used Root ZX Mini and Raypex 6 electronic apex locators in the presence of 5% NaOCl, 2% chlorhexidine and normal saline. They inferred that both the apex locators had similar accuracy and the irrigating solutions did not affect the accuracy of the apex locators [20].

J.A. Kang, S.K. Kim [30] tested the precision of seven apex locators under clinical conditions. The apex locators used were Apit, Bingo-1020, Apex Finder 7005, ProPexi-Root, Smarpex and Root ZX. The measurements were acquired with dry canals and the canals irrigated successively with saline, 5.25% NaOCl, 15% EDTA and 0.1% chlorhexidine. The tested apex locators were validated in the presence of the irrigants.

N. Sakkir et al. [31] demonstrated that statistically no difference was found between the apex locators tested (i-Root, Root ZX II, Triauto ZX, Endo Master, Elements and Triauto ZX) and the working length which was obtained manually.

In another study by A.B. Prasad et al. demonstrated approximate results in comparison to the working length obtained manually. Most accurate results were obtained with i-Root and Root ZX [6].

However, in this study, i-Root provided inaccurate readings with the use of 3% NaOCl ($p=0.0017$) and MTAD ($p=0.0102$); whereas the readings were accurate when tested with 10% citric acid ($p=0.311$) and green tea extract ($p=0.19$).

A confounding factor for inaccurate readings in the study could be the tested endodontic irrigants. A. Rana et al. [32] compared the accuracy of different electronic apex locators in the presence of herbal irrigants and they concluded that the contents of the root canal system affected the results of the electronic apex locators, but the differences were not statistically significant.

There is paucity of literature on research assessing the accuracy of apex locators in the presence of green tea extract and hence it was used in this study.

Biopure MTAD consists of a powder-liquid system. Part A is the liquid which is supplied in the form of sy-

ringes and consists of 4.25% citric acid and 0.5% polysorbate 80 detergent (Tween 80). Part B is the powder which contains 3% doxycycline hyclate. It is highly biocompatible and least cytotoxic. Also it demonstrated the greatest antibacterial efficacy against *E. faecalis* [10]. The pH of MTAD is 2.15 and plays an important role in chelating calcium ions.

Not many studies have assessed the accuracy of MTAD with electronic apex locators. Most of the studies assessed the accuracy of apex locators in the presence of routinely used endodontic irrigants such as sodium hypochlorite and chlorhexidine.

In a study done by E. Cicek et al., the accuracy of Root ZXmini and Propex II was 89.3% in the presence of MTAD while with Raypex 5 the accuracy in the presence of MTAD was 83.3% [33].

Citric acid is a chelating agent and studies have shown that 10% citric acid removes the smear layer better than 17% EDTA. Its effect has not been widely studied along with the use of electronic apex locators.

M. Janeczek et al. [27] compared Endopilot® and iPex® apex locators. The following irrigation solutions were used: 2.0% sodium hypochlorite, 5.25% sodium hypochlorite, 40.0% citric acid, 0.2% chlorhexidine digluconate, 0.9% NaCl, 3.0% hydrogen peroxide, 15.0% disodium edentate, and 70.0% isopropyl alcohol – 2-propanol. The study demonstrated the highest stability of working length readings in NaOCl environment in both 2.0% and 5.25% concentration.

Researchers inferred that the least significant difference was achieved when NaOCl endodontic irrigant was used in any concentration. As sodium hypochlorite solution has high electrical conductivity and it has the potential to infiltrate into dentinal tubules and reduces electrical impedance of root canal walls along with generation of better electrical contact with periapical tissues. In the 40% citric acid group, electrical conductivity was altered which increased the distance between the file tip and apical foramen [27].

Electronic apex locator (EAL) and gold standard (GS) technique was compared by Jha et al with respect to working length determination method using various endodontic irrigants. They inferred that the least effect on accuracy of EAL was noted with chlorhexidine 2%, followed by 17% EDTA, then 3% NaOCl and the highest effect was recorded with 5% NaOCl [34].

Sanda Ileana Cîmpean in their research found that rise in the concentration of the irrigation solution had direct impact on the accuracy of Root ZX II and Apex ID apex locators. The highest precision in working length determination was observed in Root ZX II when using 2% NaOCl solution and Dual Pex for 5.25% NaOCl solution. However comparison of both showed no statistically significant difference [35].

Evaluation of the effect of 2% chlorhexidine (CHX) and 2.5% sodium hypochlorite (NaOCl) on the accuracy and consistency of three Electronic Apex Locators (EALs) was done by Fabia et al. The study results revealed that 2% chlorhexidine gluconate and 2.5% sodium hypochlorite had no influence on the performance of Mini, iPex or Root ZX II apex locators. These apex locators were found to detect apical constriction predictably [36].

Allothmani OS et al in their publication suggested that the most accurate estimation of root canal working length was obtained when using Root ZX apex locator, according to the manufacturer's protocol and recommendations [37].

However, there are certain limitations of this study which include inability to fully simulate in vivo conditions for determining working length of root canal and relatively small sample size.

REFERENCES

1. Inoue N., Skinner D.H. A simple and accurate way of measuring root canal length. *J Endod.* 1985;11(10):421–427. [https://doi.org/10.1016/s0099-2399\(85\)80079-0](https://doi.org/10.1016/s0099-2399(85)80079-0)
2. Plotino G., Grande N.M., Brigante L., Lesti B., Somma F. Ex vivo accuracy of three electronic apex locators: Root ZX, Elements Diagnostic Unit and Apex Locator and ProPex. *Int Endod J.* 2006;39(5):408–414. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2591.2006.01095.x>
3. Ingle J.I., Bakland L.K. *Endodontic cavity preparation*. 5th ed. Elsevier Inc; 2002. 405 p.
4. Ushiyama J. New principle and method for measuring the root canal length. *J Endod.* 1983;9(3):97–104. [https://doi.org/10.1016/s0099-2399\(83\)80105-8](https://doi.org/10.1016/s0099-2399(83)80105-8)
5. Mull J.P., Manjunath V., Manjunath M.K. Comparison of accuracy of two electronic apex locators in the presence of various irrigants: An in vitro study. *J Cons Dent.* 2012;15(2):178–182. <https://doi.org/10.4103/0972-0707.94585>
6. Prasad A.B., Srivastava H., Srivastava A.A., Raisin-gani D. An in vitro evaluation of the accuracy of two electronic apex locators to determine working length in the presence of various irrigants. *Ethiop J Health Sci.* 2016;26(5):457–462. <https://doi.org/10.4314/ejhs.v26i5.7>
7. Aydin U., Emrah K., Aksoy F., Yildirim C. In vitro evaluation of Root ZX and Raypex 6 in teeth with different apical diameters. *J Cons Dent.* 2015;18(1):66–69. <https://doi.org/10.4103/0972-0707.148899>
8. Torabinejad M., Khademi A.A., Babagoli J., Cho Y., Johnson W.B., Bozhilov K. et al. A new solution for the removal of the smear layer. *J Endod.* 2003;29(3):170–175. <https://doi.org/10.1097/00004770-200303000-00002>
9. Mello I., Coil J., Antoniazzi J.H. Does a final rinse to remove smear layer interfere on dentin of root canals? *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2009;107(4):E47–E51. <https://doi.org/10.1016/j.tripleo.2008.12.007>
10. Torabinejad M., Cho Y., Khademi A.A., Bakland L.K., Shabahang S. The effect of various concentrations of sodium hypochlorite on the ability of MTAD to remove the smear layer. *J Endod.* 2003;29(4):233–239. <https://doi.org/10.1097/00004770-200304000-00001>
11. Newberry B.M., Shabahang S., Johnson N., Apre-cio R.M., Torabinejad M. The antimicrobial effect of bio-pure MTAD on eight strains of *Enterococcus faecalis*: An in vitro investigation. *J Endod.* 2007;33(11):1352–1354. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2007.07.006>
12. Shabahang S., Poursmail M., Torabinejad M. In vitro antimicrobial efficacy of MTAD and sodium hypochlorite. *J Endod.* 2003;29(7):450–452. <https://doi.org/10.1097/00004770-200307000-00006>
13. Shabahang S., Torabinejad M. Effect of MTAD on *Enterococcus faecalis*-contaminated root canals of extracted human teeth. *J Endod.* 2003;29(9):576–579. <https://doi.org/10.1097/00004770-200309000-00008>
14. Torabinejad M., Shabahang S., Aprecio R.M., Kettering J.D. The antimicrobial effect of MTAD: An in vitro investigation. *J Endod.* 2003;29(6):400–403. <https://doi.org/10.1097/00004770-200306000-00005>
15. Mozayeni M.A., Javaheri G.H., Poorroosta P., Ashari M.A., Javaheri H.H. Effect of 17% EDTA and MTAD on intracanal smear layer removal: A scanning electron microscopic study. *Aust Endod J.* 2009;35(1):13–17. <https://doi.org/10.1111/j.1747-4477.2007.00111.x>
16. Mohammadi Z., Abbott P.V. On the local applications of antibiotics and antibiotic-based agents in endodontics and dental traumatology. *Int Endod J.* 2009;42(7):555–567. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2591.2009.01564.x>
17. Beltz R.E., Torabinejad M., Poursmail M. Quantitative analysis of the solubilizing action of MTAD, sodium hypochlorite, and EDTA on bovine pulp and dentin. *J Endod.* 2003;29(5):334–337. <https://doi.org/10.1097/00004770-200305000-00004>
18. Kandaswamy D., Venkateshbabu N. Root canal irrigants. *J Cons Dent.* 2010;13(4):256–264. <https://doi.org/10.4103/0972-0707.73378>
19. Prabhakar J., Senthilkumar M., Priya M.S., Mahalakshmi K., Sehgal P.K., Sukumaran V.G. Evaluation of antimicrobial efficacy of herbal alternatives (Triphala and green tea polyphenols), MTAD, and 5% sodium hypochlorite against *Enterococcus faecalis* biofilm formed on tooth substrate: an in vitro study. *J Endod.* 2010;36(1):83–86. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2009.09.040>
20. Selvan T. *Comparison of the accuracy of root ZX mini and Raypex 6 in detecting apical constriction in human permanent maxillary anterior teeth in the presence of various irrigants using Stereomicroscope: An In Vitro study*. Tamil Nadu Dr MGR Medical University, May 2015.
21. Baldi J., Victorino F., Bernades R., Moraes I., Bramante C., Garcia R., Bernardini N. Influence of embedding media on the assessment of electronic apex locators. *J Endod.* 2007;33(4):476–479. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2006.12.024>
22. Khattak O., Raidullah E., Francis M.L. A comparative assessment of the accuracy of electronic apex locator (Root ZX) in the presence of commonly used irrigating solutions. *J Clin Exp Dent.* 2014;6(1):e41–e46. <https://doi.org/10.4317/jced.51230>
23. Jenkins J.A., Walker W.A., Schindler W.G., Flores C.M. An in vitro evaluation of the accuracy of the root ZX in the presence of various irrigants. *J Endod.* 2001;27(3):209–211. <https://doi.org/10.1097/00004770-200103000-00018>
24. Tinaz A.C., Maden M., Aydin C., Turkoz E. The accuracy of three different electronic root canal measuring devices: an in vitro evaluation. *J Oral Sci.* 2002;44(2):91–95. <https://doi.org/10.2334/josnusd.44.91>

CONCLUSION

Within the limitations of this study, it can be concluded that Root ZX and Raypex 6 apex locators are accurate in the presence of 3% NaOCl endodontic irrigant. Raypex 6 was highly accurate with 3% NaOCl, MTAD and 10% Citric acid irrigants. Citric acid 10% was consistently accurate when assessed with all the three apex locators, whereas Green tea extract demonstrated the least accurate readings with all apex locators.

25. Ebrahim A.K., Wadachi R., Suda H. In vitro evaluation of the accuracy of five different electronic apex locators for determining the working length of endodontically re-treated teeth. *Aust Endod J.* 2007;33(1):7–12. <https://doi.org/10.1111/j.1747-4477.2007.00049.x>
26. Kuştarci A., Arslan D., Altunbaş D. In vitro comparison of working length determination using three different electronic apex locators. *Dent Res J.* 2014;11(5) 568–573.
27. Janeczek M., Kosior P., Piesiak-Pańczyszyn D., Dudek K., Chrószcz A., Czajczyńska-Waszkiewicz A. et al. The effect of file size and type and irrigation solutions on the accuracy of electronic apex locators: An in vitro study on canine teeth. *Biomed Res Int.* 2016;2016:8594087. <https://doi.org/10.1155/2016/8594087>
28. Marigo L., Gervasi G.L., Somma F., Squeo G., Castagnola R. Comparison of two electronic apex locators on human cadavers. *Clin Oral Investig.* 2016;20(7):1547–1550. <https://doi.org/10.1007/s00784-015-1644-8>
29. Reynoso R.F., Nazario R.N., Rodriguez J., Bitten-court B.F., Dominguez J.A. Influence of irrigant solutions and apex locators in working length determination. *J Oral Health Dent Sci.* 2017;1(1):1–4.
30. Kang J.A., Kim S.K. Accuracies of seven different apex locators under various conditions. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2008;106(4):E57–E62. <https://doi.org/10.1016/j.tripleo.2008.04.001>
31. Sakir N., Asifulla M., Chandra V., Idris M., Razvi S., Geeta I. In vitro evaluation of the accuracy of five different electronic apex locators. *Saudi Endod J.* 2015;5(3):177–181. <https://doi.org/10.4103/1658-5984.163622>
32. Rana A., Parekh V., Patel B., Somani M. Comparative Evaluation of Accuracy of two Different Electronic Apex Locators In Presence of Various Herbal Irrigating Solutions: An in Vitro Study. *IOSR JDMS.* 2017;16(7):40–44. <https://doi.org/10.9790/0853-1607094044>
33. Çiçek E., Akkocan O., Furuncuoğlu F. Comparison of apically extruded debris associated with several nickel-titanium systems after determining working length by apex locator. *J Cons Dent.* 2016;19(1):68–71. <https://doi.org/10.4103/0972-0707.173203>
34. Jha P., Nikhil V., Raj S., Ravinder R., Mishra P. Accuracy of electronic apex locator in the presence of different irrigating solutions. *Endodontology.* 2021;33(4):232–236. https://doi.org/10.4103/endo.endo_122_21
35. Cîmpean S.I., Chisnoiu R.M., Burtea A.L.C., Rotaru R., Bud M.G., Delean A.G., Pop-Ciutrilă I.S. In vitro evaluation of the accuracy of three electronic apexlocators using different sodium hypochlorite concentrations. *Medicina.* 2023;59(5):918. <https://doi.org/10.3390/medicina59050918>
36. D'Assunção F.L.C., Salazar-Silva J.R., Arnauld K.C.L., Leite T.B., Santos J.P., D'Assunção V.C.S.C., Almeida A.C. de. Evaluation of the effect of irrigants on the accuracy and repeatability of three electronic apex locators: an ex vivo study. *Res Soc Dev.* 2021;10(13):e599101321636. <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i13.21636>
37. Alothmani O.S., Siddiqui A.Y. Accuracy of Root ZX Electronic Apex Locator in Relation to Two Different Employment Protocols: An In Vitro Study. *Cureus.* 2023;15(9):e44659. <https://doi.org/10.7759/cureus.44659>

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Ankita Nagrani – Former Postgraduate Student, Department of Conservative Dentistry and Endodontics, Dr. D.Y. Patil Dental College and Hospital, Dr. D.Y. Patil Vidyapeeth, Pimpri, Pune-18, Maharashtra, India; <https://orcid.org/0009-0004-0830-8090>

Anita B. Tandale – Professor, Department of Conservative Dentistry and Endodontics, Dr. D.Y. Patil Dental College and Hospital, Dr. D.Y. Patil Vidyapeeth, Pimpri, Pune-18, Maharashtra, India; <https://orcid.org/0000-0001-8912-8585>

Sanjyot Mulay – Professor, Department of Conservative Dentistry and Endodontics, Dr. D.Y. Patil Dental College and Hospital, Dr. D.Y. Patil Vidyapeeth, Pimpri, Pune-18, Maharashtra, India; <https://orcid.org/0000-0003-1628-8646>

Shruti Khade – Former Postgraduate Student, Department of Conservative Dentistry and Endodontics, Dr. D.Y. Patil Dental College and Hospital, Dr. D.Y. Patil Vidyapeeth, Pimpri, Pune-18, Maharashtra, India; <https://orcid.org/0000-0002-5113-6659>

Dhwani Shah – Former Postgraduate Student, Department of Conservative Dentistry and Endodontics, Dr. D.Y. Patil Dental College and Hospital, Dr. D.Y. Patil Vidyapeeth, Pimpri, Pune-18, Maharashtra, India; <https://orcid.org/0009-0001-4256-5849>

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Награни, Анкита – аспирант-выпускник, кафедра терапевтической стоматологии и эндодонтии, Стоматологический колледж и больница им. Д.И. Патила, Д.И. Патил Видьяпит, Пимпри, Пуна-18, Махараштра, Индия; <https://orcid.org/0009-0004-0830-8090>

Тандале, Анита Б. – профессор, кафедра терапевтической стоматологии и эндодонтии, Стоматологический колледж и больница им. Д.И. Патила, Д.И. Патил Видьяпит, Пимпри, Пуна-18, Махараштра, Индия; <https://orcid.org/0000-0001-8912-8585>

Мулай, Санджйот – профессор, кафедра терапевтической стоматологии и эндодонтии, Стоматологический колледж и больница им. Д.И. Патила, Д.И. Патил Видьяпит, Пимпри, Пуна-18, Махараштра, Индия; <https://orcid.org/0000-0003-1628-8646>

Кхаде, Шрути – аспирант-выпускник, кафедра терапевтической стоматологии и эндодонтии, Стоматологический колледж и больница им. Д.И. Патила, Д.И. Патил Видьяпит, Пимпри, Пуна-18, Махараштра, Индия; <https://orcid.org/0000-0002-5113-6659>

Шах, Дхвани – аспирант-выпускник, кафедра терапевтической стоматологии и эндодонтии, Стоматологический колледж и больница им. Д.И. Патила, Д.И. Патил Видьяпит, Пимпри, Пуна-18, Махараштра, Индия; <https://orcid.org/0009-0001-4256-5849>

AUTHOR'S CONTRIBUTION

Ankita Nagrani – 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 and approved version to be published.

Anita B. Tandale – has substantially contributed to the concept or design of the article; acquisition, analysis and interpretation of data for the article; drafted the article and revised it critically for important intellectual content; approved version to be published.

Sanjyot Mulay – has contributed to the design of the article; drafted the article and revised it critically for intellectual content; approved version to be published.

Shruti Khade – has drafted the article and revised it critically for intellectual content; approved version to be published.

Dhwani Shah – has drafted and revised the article critically for intellectual content and approved version to be published.

ВКЛАД АВТОРОВ

А. Награни – внесла значительный вклад в концепцию или дизайн статьи; в сбор данных, их анализ или интерпретацию; подготовила проект статьи или критически пересмотрела его с учетом важного интеллектуального содержания и одобрила версию для публикации.

А.Б. Тандале – внесла значительный вклад в концепцию или дизайн статьи; в сбор данных, их анализ и интерпретацию; подготовила проект статьи и критически пересмотрела его с учетом важного интеллектуального содержания; одобрила версию для публикации.

С. Мулай – внесла вклад в дизайн статьи; подготовила проект статьи и критически пересмотрела его с учетом интеллектуального содержания; одобрила версию для публикации.

Ш. Кхаде – подготовила проект статьи и критически пересмотрела его с учетом интеллектуального содержания; одобрила версию для публикации.

Д. Шах – подготовила проект статьи и критически пересмотрела его с учетом интеллектуального содержания; одобрила версию для публикации.

Comparative estimation of fracture resistance of teeth restored with new fiber impregnated composite, short fiber composite, and nanohybrid composite – An in-vitro study

P. Doshi , P. Oswal , S.R. Srinidhi , M. Bhujbal , K. Malu 

D.Y. Patil Dental College and Hospital, Dr. D.Y. Patil Vidyapeeth, Pimpri, Pune-18, Maharashtra, India

✉ dr.piyushoswal8@gmail.com

Abstract

INTRODUCTION. Composite resins, used in restorative dentistry, offer enhanced esthetic and mechanical qualities. Nevertheless, the significant issue of volumetric shrinkage during polymerization remains a concern. Shrinkage-induced stress has the potential to cause marginal defects and enamel and cuspal fractures, especially in high stress-bearing areas. The present study aimed at assessing and comparing the fracture resistance and fracture patterns of teeth restored with new impregnated cubical composite, short fiber reinforced composite, and nanohybrid composite in mesio-occlusal-distal (MOD) cavities.

MATERIALS AND METHODS. This was an in-vitro study comprising 45 extracted premolars cleaned and mounted in resin blocks. The MOD cavities were prepared in all the samples and were divided into three groups; Group I samples restored using ESPE Filtek Z350 XT restorative composite syringe™, Group II using GC EverX posterior composite™ (4mm), and Group III using Fibracube S. Restorations were finished and polished.

RESULTS. The mean fracture resistance was 844.5 ± 264.8 , 1249.7 ± 518.3 , and 1240.8 ± 453.3 in Group I, II, and III, respectively. Group II and III fracture resistance was comparable ($p=1.00$) but higher than Group I ($p=0.03$ with Group II, $p=0.04$ with Group III). No significant difference was present in the favourable and non-favourable fracture patterns between the three groups ($p=0.108$).

CONCLUSIONS. Short fiber and cubic fiber integrated composites performed similarly in terms of fracture resistance resulting in favourable fracture, however better over conventional nanohybrid composites.

Keywords: composite resin, fiber impregnated, short fiber, nanohybrid

Article info: received – 15.07.2024; revised – 26.08.2024; accepted – 04.09.2024

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

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

For citation: Doshi P., Oswal P., Srinidhi S.R., Bhujbal M., Malu K. Comparative estimation of fracture resistance of teeth restored with new fiber impregnated composite, short fiber composite, and nanohybrid composite – An in-vitro study. *Endodontics Today*. 2024;22(3):220–228. <https://doi.org/10.36377/ET-0037>

Сравнительная оценка сопротивления зубов на излом, восстановленных с помощью нового композита, пропитанного волокнами коротковолокнистого композита и наногибридного композита: исследование in vitro

П. Доши , П. Освал , С.Р. Сринидх , М. Бхуджбал , К. Малу 

Стоматологический колледж и больница Д.И. Патила, Университет Д.И. Патила, Пимпри, Пуна-18, Махараштра, Индия

✉ dr.piyushoswal8@gmail.com

Резюме

ВВЕДЕНИЕ. Композитные смолы, используемые в реставрационной стоматологии, обладают улучшенными эстетическими и механическими свойствами. Тем не менее, значительная проблема объемной усадки во время полимеризации остается актуальной. Стресс, вызванный усадкой, может привести к краевым дефектам и трещинам эмали и бугров, особенно в областях с высокой нагрузкой. Настоящее исследование было направлено на оценку и сравнение сопротивления на излом и характера трещин у зубов, восстановленных с использованием нового композита, пропитанного кубическими волокнами, композита с короткими волокнами и наногибридного композита в мезиально-окклюзионно-дистальных (MOD) полостях.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ. В данном in vitro исследование вошли 45 удаленных премоляров, очищенных и установленных в блоки из смолы. Во всех образцах были подготовлены MOD полости, и их разделили на три группы: группа I – восстановление с использованием ESPE Filtek Z350 XT restorative composite syringe™, группа II – композитом GC EverX posterior composite™ (4 мм), группа III – композитом Fibracube S. Реставрации были окончательно обработаны и отполированы.

РЕЗУЛЬТАТЫ. Среднее сопротивление на излом составило $844,5 \pm 264,8$, $1249,7 \pm 518,3$ и $1240,8 \pm 453,3$ в группах I, II и III соответственно. Сопротивление на излом в группах II и III было сопоставимым ($p=1,00$), но значительно выше, чем в группе I ($p=0,03$ для группы II, $p=0,04$ для группы III). Значительных различий в благоприятных и неблагоприятных типах трещин между тремя группами не выявлено ($p=0,108$).

ВЫВОДЫ. Композиты с короткими волокнами и с интегрированными кубическими волокнами показали схожие результаты по сопротивлению на излом, обеспечивая благоприятные трещины, и продемонстрировали лучшие показатели по сравнению с традиционными наногибридными композитами.

Ключевые слова: композитная смола, пропитанная волокнами, короткие волокна, наногибрид

Информация о статье: поступила – 15.07.2024; исправлена – 26.08.2024; принята – 04.09.2024

Конфликт интересов: Авторы сообщают об отсутствии конфликта интересов.

Благодарности: Финансирование и индивидуальные благодарности для декларирования отсутствуют.

Для цитирования: Доши П., Освал П., Сринидх С.Р., Бхуджбал М. Сравнительная оценка сопротивления зубов на излом, восстановленных с помощью нового композита, пропитанного волокнами, коротковолокнистого композита и наногибридного композита: исследование *in vitro*. *Эндодонтия Today*. 2024;22(3):220–228. (На англ. яз.) <https://doi.org/10.36377/ET-0037>

INTRODUCTION

Advancements in adhesive techniques and the growing demand on aesthetics have elevated resin composite as the primary option for restoring cavities in posterior teeth [1]. Although the combined restorative materials such as porcelain and composite resins effectively imitates the mechanical characteristics of natural dental tissues, the fracture and volumetric shrinkage remain the paramount concerns with composite resins [2]. Considerable research has been undertaken and continues to be ongoing to tackle these concerns, with a focus on refining composite characteristics by altering filler ratios, particle dimensions, and the chemical composition of the polymer matrix [3]. The dentino-enamel junction (DEJ) acts as a crucial interface between the rigid enamel and the more flexible dentin, forming a mechanically robust unit that absorbs stress in teeth and prevents crack propagation [4]. Maintaining or replicating the properties of DEJ during restoration processes is vital. Restoration techniques, in MOD direct restorations play a pivotal role in maintaining the mechanical integrity of posterior teeth, particularly in cases where the stress-absorbing properties of DEJ are compromised [5]. However, achieving an ideal composite restoration requires awareness of potential risk factors and the types of failure commonly observed in the posterior region such as bulk fracture and secondary caries.

Fiber reinforcement in conventional dental composites aims to increase the fracture resistance by optimizing the diameter and length of fiber to enhance stress transfer from the matrix. Garoushi et al. observed significant improvement in material properties through this method [3]. Since the elastic modulus and mechanical strength of fiber-reinforced composites (FRC) closely resemble dentin [6], research has been conducted to strengthen the reinforcing phase of restorative PFC making it more reliable for use in high-stress environments like posterior teeth. In the year 2013, short fiber reinforced composite (SFRC), consisting of a combination of a resin matrix, randomly orientated E-glass fibers, and inorganic particulate fillers has emerged with an aim to simulate stress absorbing ability of dentin [1; 7]. The SFRC is designed for use as a bulk base in high stress-bearing regions for restoring both vital and non-vital teeth. Its semi-interpenetrating polymer network enhances bonding properties for repairs and increases toughness of polymer matrix. Materials that are used to make fibers include carbon, aramid, polyethylene, and glass [7]. The *in-vitro* investigations

revealed enhanced load-bearing strength and fracture toughness in SFRC compared to conventional composite materials [8; 9]. However, findings from studies by Barreto et al. and Frater et al. indicate no significant differences in fracture resistance between SFRC and conventional filler composites. This discrepancy may be primarily attributed to the insufficient reinforcement provided by short fibers within the polymer matrix [10; 11].

The introduction of nanotechnology has advanced composite resin materials, particularly nanohybrid resin composites. Nanohybrid composites enhance filler distribution by combining nanoparticles with submicron particles, resulting in superior mechanical, chemical, and optical properties [12]. The nanofilled materials, due to their high filler content and reduced particle size, offer easy handling, long-term restoration maintenance, and improved mechanical properties. These materials exhibit reduced polymerization shrinkage and enhanced diametral tensile strength, compression strength, and fracture toughness, making them ideal for high-stress areas in the oral environment [13]. Filtek Z350 XT restorative nanohybrid composite comprises a combination of non-agglomerated silica filler of 20 nm and aggregated zirconia/silica clusters with primary particle sizes of 5–20 nm at 78.5% weight [12]. An *in-vitro* study by Bukhari SM demonstrated significantly higher fracture resistance of Filtek Z350 XT composite material in posterior MOD cavities compared to Zirconomer and Cention [14].

Lately, FibraFill CUBE was introduced in restorative dentistry as a microhybrid, light-curable composite with integrated fiber reinforcement that substitutes the dentin layer. Designed to mimic the DEJ and evenly distribute stress, it reduces the risk of fracture between the restorative material and the tooth. It is thus meant for the fabrication of direct restorations as an alternative for the dentine layer [15; 16]. FibraFill comes in pad form with two layers of particulate composite and oriented glass fiber reinforcement. It is available in cube shapes (3mmx4mmx3mm), it comes in doses of S (65 ± 5 mg), M (95 ± 8 mg), and L (180 ± 10 mg). The manufacturer indicates that it can be used in dentistry for Class I, Class II, and Class V cavities, as well as large posterior combination cavities, deep cavities in endodontically treated teeth, pre- and post-endodontic restorations, and core restorations¹.

¹ Fibrafill. Available at: <https://fibrafill.com/en/instructions/instructions-for-use-fibrafill-cube> (accessed: 17.05.2024).

Considering the Fibrafill CUBE material as lately introduced, it is crucial to have a better understanding of its mechanical strength when compared to the widely used Filtek Z350 XT composite material and fiber reinforced EverX posterior composite. In terms of mechanical strength of the restoration, fracture toughness testing is vital to evaluate a material's ability to withstand stress without breaking and to monitor crack propagation before failure. Previous studies suggest that testing bulk fill composites in 4 mm increments is appropriate [3]. Thus, the aim of this *in-vitro* study was to assess and compare the fracture resistance and fracture patterns of teeth restored with new impregnated cubical composite, short fiber reinforced composite, and nanohybrid composite in MOD cavities. The null hypothesis was; teeth restored with the cubical fiber-impregnated composite will exhibit similar mechanical resistance to those restored with nanohybrid and SFRC composites, and that fracture patterns in premolars with MOD cavities will not depend on the type of composite used.

MATERIALS AND METHODS

This was an *in-vitro* study conducted in a dental college of Pune, Maharashtra. The approval for conducting this study was obtained from the Scientific and Institutional Ethical committee of a dental college in Pune, Maharashtra. The sample size was estimated using G*Power 3.1.9.2 software keeping effect size of XX, alpha of 0.05, and power of the study as 80%. A total of 45 extracted two rooted premolars were included using convenience sampling. All the materials, instruments, and equipment used in the study are presented in Fig. 1. The procedural steps are presented in Fig. 2 and 3.

Preparation of samples

All teeth were cleaned using an ultrasonic scaler (Azdent), autoclaved (using Runyes Unicorn DenMart) and stored in a normal saline until use. The teeth were subsequently embedded in resin blocks measuring 2x2x2.5 cm, with the root portion extending from 2 mm below the CEJ to the apex. MOD cavities were prepared on these mounted teeth using a diamond tapered

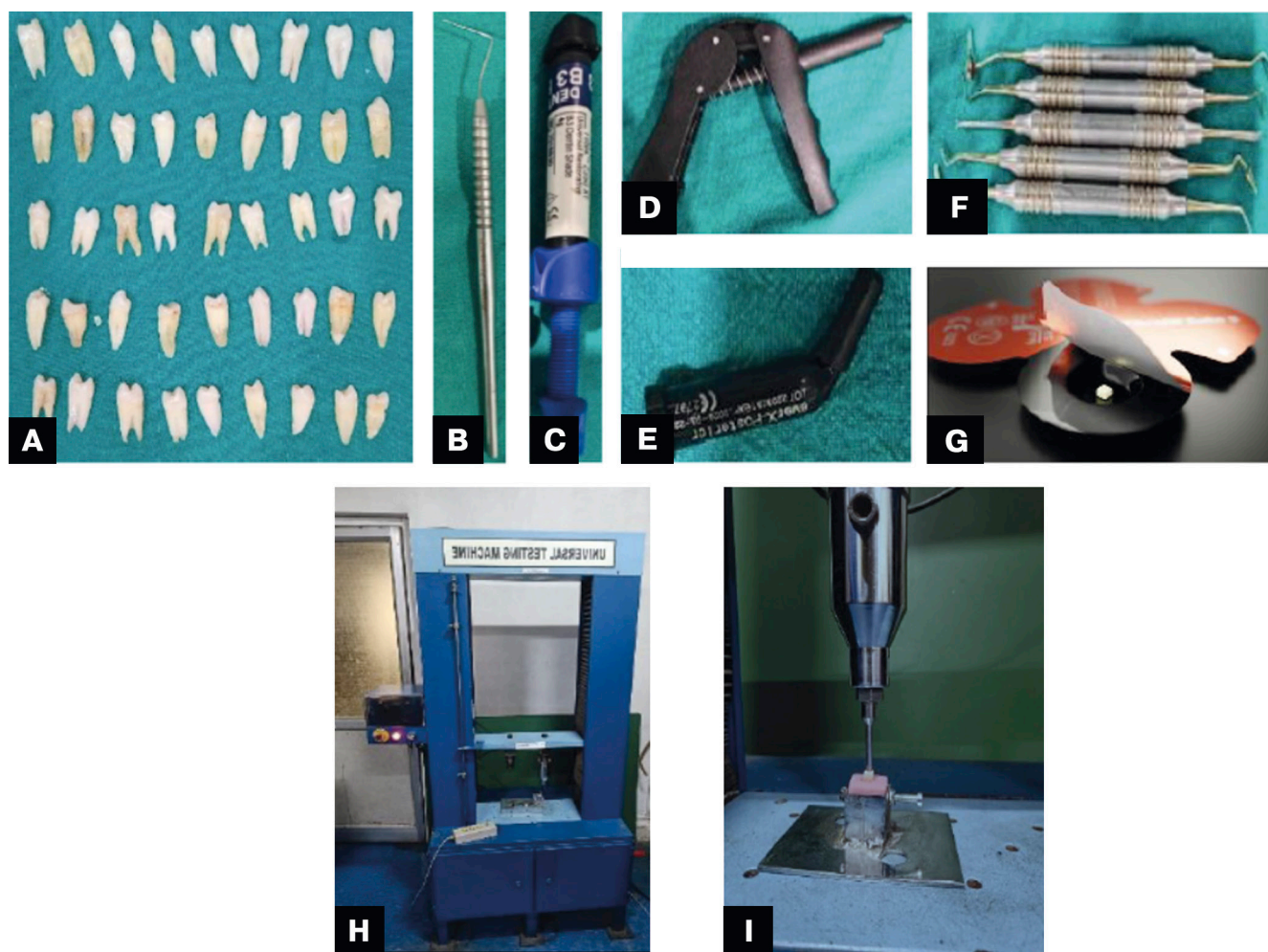


Fig. 1. Materials, instruments, and equipment used in the study: A – extracted two rooted premolars; B – William's probe; C – 3M ESPE Filtek Z350 XT restorative composite syringe; D, E – composite dispensing gun and GC EverX posterior composite; F – composite instruments; G – Fibrafill CUBE S TM; H, I – universal testing machine

Рис. 1. Материалы, инструменты и оборудование, использованные в исследовании:

A – извлеченные двукорневые премоляры; B – зонд Вильямса; C – шприц с композитом для реставрации 3M ESPE Filtek Z350 XT™; D, E – композит GC EverX posterior™ и пистолет; F – композитные инструменты; G – Fibrafill CUBE S™; H, I – универсальная тестовая машина

fissure (TF-13) and an air rotor handpiece (Being Foshan). Bucco-lingually, the cavity was expanded to two-thirds of the bucco-lingual width of the tooth. The proximal box depth on both the distal and mesial aspects was maintained at 1 mm above the CEJ. Verification of measurements was done using a William's probe (GDC) and the unsupported enamel was meticulously removed with an enamel hatchet (GDC).

Tofflemier (GDC) with matrix band was adapted around each tooth. A selective etching protocol was applied, using 37% phosphoric acid (Dental Restorite Etching Gel Prime™) for 15 seconds, followed by rinsing and air-drying. The bonding agent (Single Bond Universal Adhesive 3M ESPE™) was then applied using applicator tip (Oro), agitated, and cured with an LED unit for 10 seconds.

Restoration of the prepared teeth

For restoration, the samples were divided into three groups as below:

Group I (n = 15): MOD cavity restored with 3M ESPE Filtek Z350 XT restorative composite syringe™

In Group I, a layer of 2 mm of 3M ESPE Filtek Z350 XT restorative composite syringe™ was cured for 20 seconds. The remaining tooth was restored using layer technique with each layer cured for 20 seconds with continuous intensity by Woodpecker LED.C light curing unit™.

Group II (n = 15): MOD cavity restored with GC EverX posterior composite™ + 3M ESPE Filtek Z350 XT restorative composite syringe™

In Group II, the initial layers of 4 mm of GC EverX posterior composite™ were adapted using composite instru-

ments and cured for 20 seconds. The remaining tooth was restored using 3M ESPE Filtek Z350 XT restorative composite syringe™ up to occlusal anatomic surface and cured using Woodpecker LED.C light curing unit™.

Group III (n = 15): MOD cavity restored with Fibrafill CUBE S™ Dentapreg + restored using 3M ESPE Filtek Z350 XT restorative composite syringe™

In Group III, cube of Fibrafill CUBE S™ was adapted using composite instruments up to 4 mm and cured for 30 seconds. The remaining tooth was restored using 3M ESPE Filtek Z350 XT restorative composite syringe™ up to occlusal anatomic surface and cured using Woodpecker LED.C light curing unit™.

Finishing and polishing of the restoration

Samples were finished with a yellow band diamond point (TF-21EF) after removing the retainer and matrix band. The final finishing and polishing was done using Shofu Super Snap rainbow discs in a sequence of black (coarse), violet (medium), green (fine) and pink (super-fine, based on particle size, using a slow-speed micro-motor handpiece (Alegra). All samples were then stored in a humidifier at 35 °C and 80% humidity.

Assessment of outcome parameters

Fracture resistance was assessed by subjecting the MOD restorations from each group to loading via Universal testing machine (INSTRON) at a cross-head speed of 2 mm/min using a stainless-steel stylus 4.8 mm diameter at centre pit of occlusal surface. This was followed by evaluation of fracture patterns.

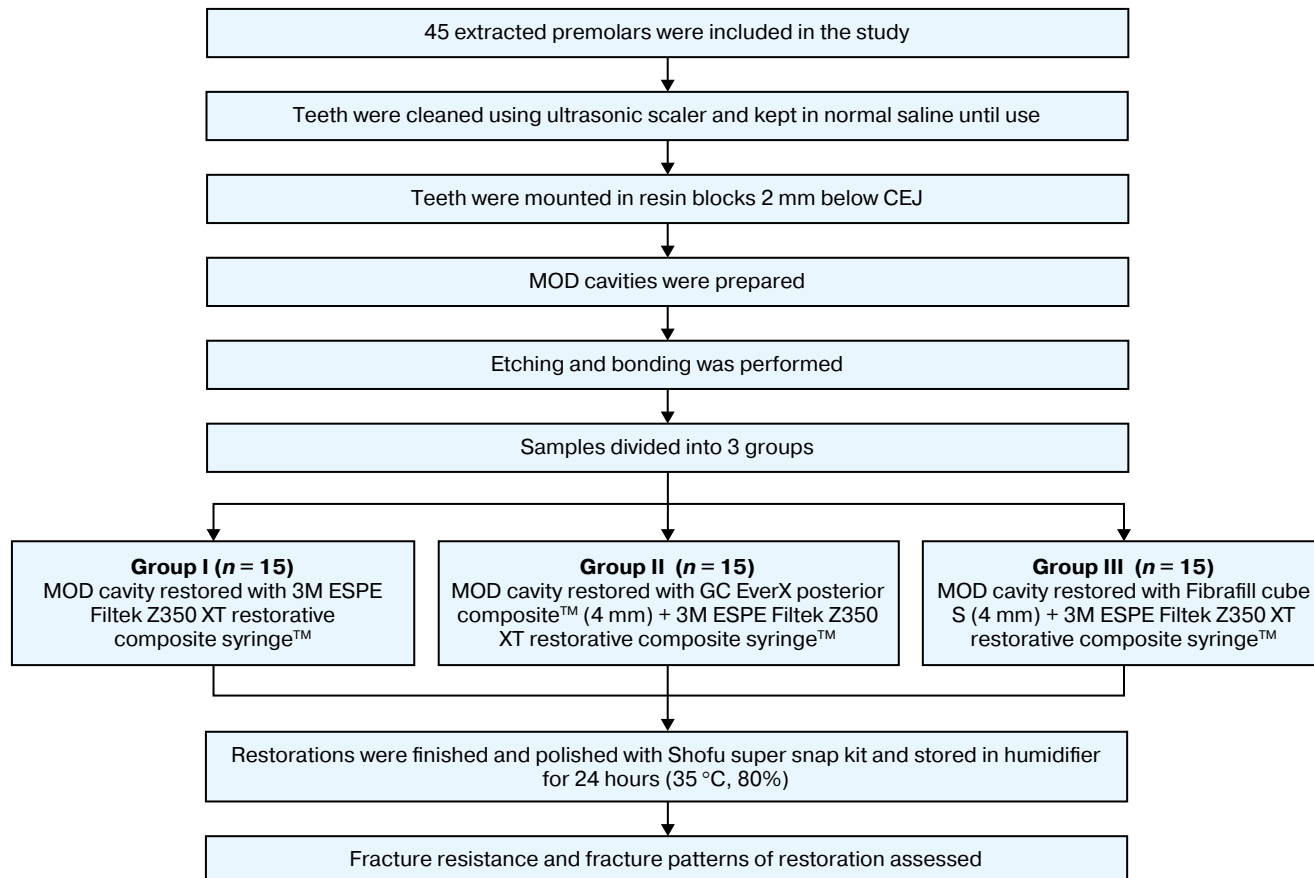


Fig. 2. Flow chart representing procedural steps involved in the study

Рис. 2. Блок-схема, представляющая процедурные шаги, выполненные в ходе исследования

Fracture patterns were evaluated as restorable or non-restorable under dental operating microscope (Carl Zeiss Meditec AG™) with two examiner agreement. The fracture above the CEJ was noted as restorable fracture while the fracture extending below CEJ was noted as non – restorable fracture.

Statistical analysis

All analysis were performed using SPSS version 15.0 (SPSS Inc., Chicago, IL). The data for fracture loads was analysed statistically using one-way ANOVA. Differences between fracture patterns of experimental groups were analysed using Chi-square test. The significance was kept at $p < 0.05$.

RESULTS

The mean fracture resistance in Group I was 844.5 ± 264.8 , in group II was 1249.7 ± 518.3 , and in Group III was 1240.8 ± 453.3 (Table 1). The comparison of fracture resistance between the groups using one way ANOVA test revealed a statistically significant difference between the groups ($F=4.427$, $p=0.018$). The post hoc Tukey test demonstrated a significant difference in fracture resistance between Group I and Group II ($p=0.038$) and between Group I and Group III ($p=0.044$). However, the fracture resistance between Group II and Group III was comparable ($p=1.000$) (Fig. 4).

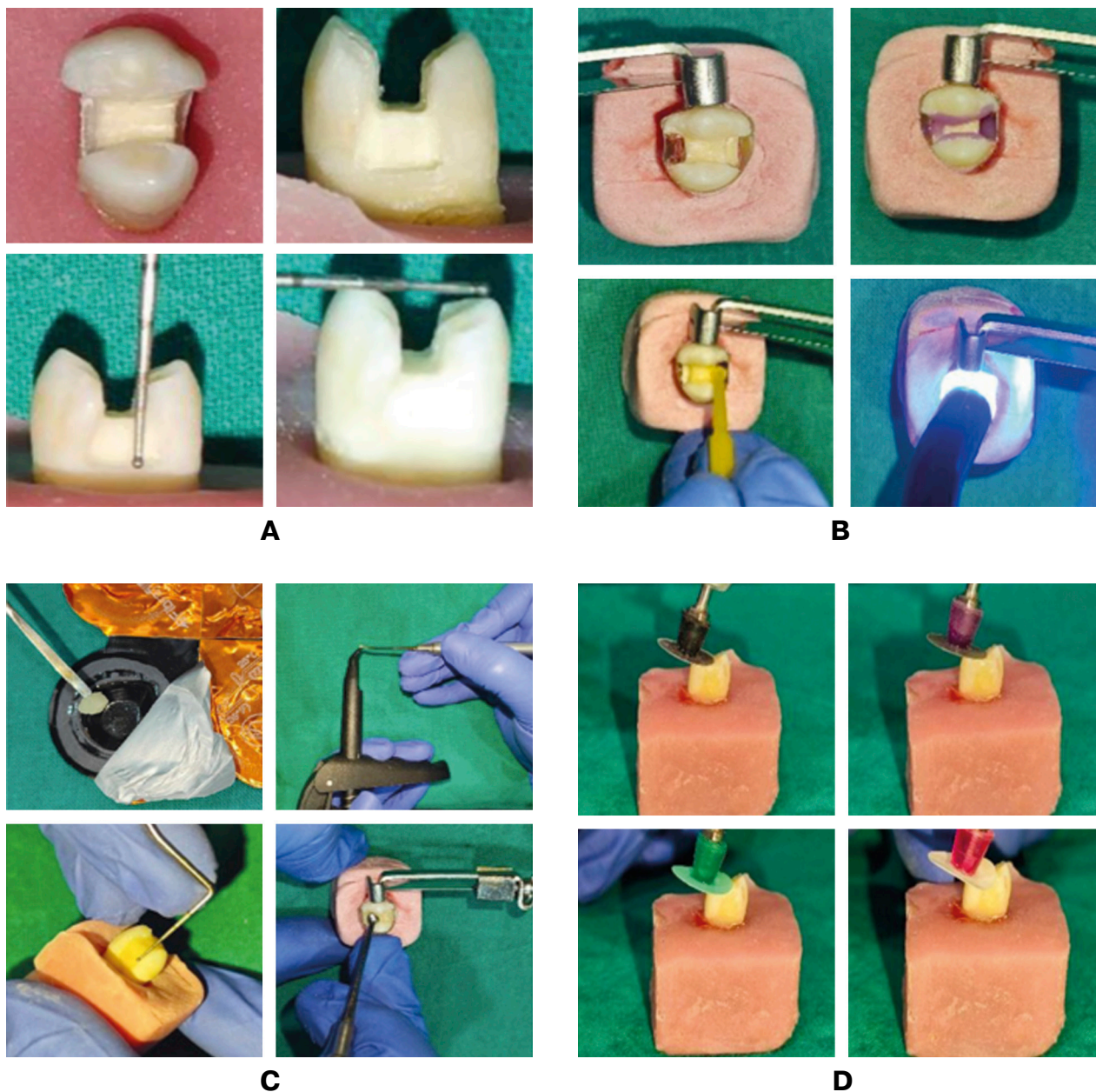


Fig. 3. Preparation of teeth, restoration of MOD cavity, and finishing and polishing of the restoration: A – cavity preparation; B – toffemire retainer with matrix band application and etching and bonding; C – MOD cavity restoration; D – finishing and polishing

Рис. 3. Подготовка зубов, восстановление MOD полости и окончательная обработка и полировка реставрации: А – подготовка полости; В – установка матричной ленты с использованием фиксатора Тoffлемайра, протравка и нанесение адгезива; С – восстановление MOD полости; D – окончательная обработка и полировка

Table 1. Comparison of fracture resistance between Group I, II, and III**Таблица 1.** Сравнение сопротивления на излом между группами I, II и III

Groups	N	Mean	Standard deviation	F-value	Significance (p)
Group I	15	844.5	264.9	4.427	0.018*
Group II	15	1249.7	518.3		
Group III	15	1240.8	453.3		

Note. Significance at $p < 0.05$

Примечание. Значимость при $p < 0,05$

The fracture patterns in the present study were categorized as favourable and non-favourable fractures. In Group I, 47.8% and 18.2% samples had non-favourable and favourable fracture pattern, respectively. Similarly, group II presented with 26.1% non-favourable and 40.9% favourable fracture patterns. The non-favourable fracture patterns in Group III was revealed in 26.1% samples and favourable patterns in 40.9% samples (Fig. 5). Comparison between favourable and non-favourable fracture patterns between the three groups using Chi-square test revealed no statistically significant ($\chi^2 = 4.447$, $p = 0.108$) difference between the groups.

DISCUSSION

It is widely acknowledged that the success of endodontic therapy depends on both the treatment and the quality of the coronal restoration. Excessive cavity preparation often leads to tooth fragility, causing partial or complete fractures of the cusps or roots in posterior teeth. The loss of the marginal ridge and proximal tooth structure reduces tooth stiffness by 46%, a significant 2.5-fold decrease [17; 18]. As reported in the study by Eakle et al., endodontically treated premolars are particularly prone to fractures, especially under compressive forces, with the lingual cusp being most frequently affected [19]. Hence, in the present study cavities were prepared in two rooted premolar. Further, studies indicate that preparing MOD cavities can reduce tooth fracture strength by up to 54% compared to unprepared teeth. Therefore, in the present study MOD cavities

were prepared in the teeth to assess the load-bearing capacity of resin composites with various substructures under worst-case conditions.

In present study, three composites were compared for their fracture resistance. One was Filtek Z350 XT, which is a visible light-activated, nano-filled composite resin with advanced filler technology containing 4–11 nm zirconia, aggregated zirconia/silica clusters, and 20 nm non-agglomerated silica fillers, while the other was GC EverX posterior composite. The third FRC used in the experimental group in the present study was the Fibrafill S cube which is recently introduced. The fracture resistance in the present study was comparable between GC EverX posterior composite™ and Fibrafill CUBE S™ Dentapreg and was significantly higher than the 3M ESPE Filtek Z350 XT restorative composite syringe™.

The higher fracture resistance of GC EverX posterior composite™ and Fibrafill CUBE S™ Dentapreg can be attributed to their structure and fiber composition. The GC EverX posterior composite contains short fibers that prevent fracture propagation and offer fracture toughness comparable to dentin, nearly double that of conventional composites. According to Garoushi et al., the fiber length distribution of EverX Posterior ranged from 0.3 to 1.5 mm. The specific lengths of E-glass fibers embedded in a bis-GMA polymer matrix are crucial because they effectively transfer stress from the polymer to the fibers. This stress transfer is essential for reinforcing the composite material, as the fibers can bear and distribute the load more efficiently, thereby enhancing the overall strength and durability of the composite. Moreover, the fibers are silanized, which enables them to bond chemically with the matrix [7]. According to the present study, a substantial proportion of favourable fractures (40%) define cavities were repaired with EverX posterior composite™ when compared to 3M ESPE Filtek Z350 XT restorative composite syringe™. Similar results were demonstrated for Fibrafill CUBE S™ Dentapreg with 40.9% favourable fractured restored with this material. Frater et al. demonstrated that SFRC has the ability to alter fracture modes to more favorable ones. [1] This is primarily due to the support provided by the SFRC substructure beneath the composite restoration [18].

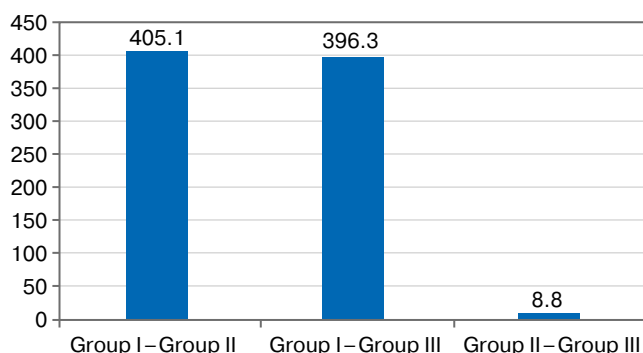
**Fig. 4.** Bar diagram representing the mean difference in the fracture resistance between the groups

Рис. 4. Столбчатая диаграмма, представляющая среднюю разницу в сопротивлении на излом между группами

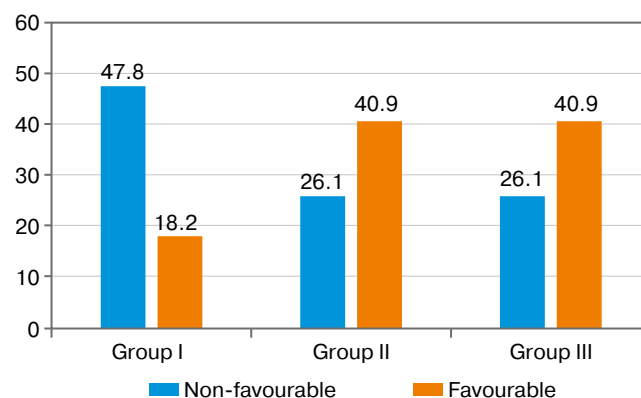
**Fig. 5.** Bar diagram representing fracture patterns observed in Group I, II, and III

Рис. 5. Столбчатая диаграмма, представляющая типы трещин, наблюдаемые в группах I, II и III

The higher fracture resistance of Fibrafill S cube can be attributed to integrated membrane reinforcement. This material primarily comprises surface-treated continuous glass fibers of special glass. The composition includes silane-treated glass, Isopropylidenediphenol PEG-2 Dimethacrylate (Bis-EMA) and a blend of various resin components including silane-treated silica, Bis-GMA, UDMA, TEGDMA, HEMA, CQ, DMAEMA, and BHT [20].

Furthermore, the material offers a special kind of biomimicry to restore hard tissue, featuring both short scattered fibers and continuous fiber reinforcement. Thus, it makes it ideal for replacing dentin in large posterior applications, minimizing crack development and propagation within dental tissue. This reduces the risk of severe damage to remaining dental tissues, thereby enhancing longevity. Its enhanced fracture toughness as a filling or core build-up material has been demonstrated. Additionally, bulk filling with a cube reduces stress concentration, preserves marginal integrity, and lowers tension during polymerization, resulting in overall robustness and reduced risk of failure [20]. These findings align with the present study, which indicates improved fracture resistance compared to nanohybrid composites, with more favorable fractures observed in FibraFill-filled cavities compared to conventional ones. The structures and features of GC EverX posterior composite™ and Fibrafill CUBE S™ Dentapreg are thus better over the Filtek Z350 XT composite whose diverse nanocluster sizes allow for high filler loading, maintaining strength, fracture resistance, and wear resistance. The resin includes Bis-GMA, UDMA, TEGDMA, and bis-EMA, providing a compressive strength of 360 MPa. Literature reports its fracture toughness comparable to Filtek Supreme XT restoratives and significantly higher than Durafill VS and Renamel Microfill microfills. However, despite changes in filler size and concentration, the resin matrix has not achieved the fracture resistance of a natural tooth [21].

In the present study, a two-step etch-and-rinse adhesive was applied to the tooth structure for all three types of composite resins examined in this study. A research by Tsujimoto A et al. has shown higher bond strength of SFRC to dentin compared to one-step self-etch adhesives [22]. Incremental layering techniques are preferred clinically to reduce polymerization stress and improve mechanical properties. While some studies suggest oblique layering strategies over horizontal ones, no significant differences between various build-up techniques have been found. Therefore, a horizontal layering technique was employed in this study when applying the different composite resins [1].

With respect to the technique adopted for assessing the fracture resistance, a compressive static fracture test was used in the present study. The procedures were performed using Universal Testing Machine [17] and were in accordance with the steps reported by Wu et al. [15]. However, the clinical environment, with its dynamic loading conditions, presents differences from earlier in vitro research conducted under static loading conditions. Additionally, variations in factors such as the condition of the teeth, application methods for restorations, and study protocols make it unfair to directly compare the fracture resistance statistics of the current study with those of previous investigations [18]. These factors should be considered as limitations of the present study.

It is important to highlight that, continuous exposure to mechanical and environmental stress on restorations leads to gradual deterioration and the formation of cracks, ultimately resulting in the failure of dental restorations [23]. In extensive class II restorations, cracks can initiate in enamel or dentin, typically at the center of cavity preparations, and progress apically. The lack of visible signs often leads to delayed treatment. Utilizing a dental operating microscope, which provides enhanced magnification, offers valuable insights due to enamel's translucent nature and enables dentists to initiate early treatment, improving prognosis. In the present study, a dental operating microscope was used to assess favorable and unfavorable fractures observed in the experimental samples. This was in accordance with the approach outlined by Scotti et al. [18].

CONCLUSION

FRCs enhance the fracture resistance and strengthen structurally compromised teeth compared to conventional nanohybrid composites. Both short fiber and cubic fiber integrated composites performed similarly in terms of fracture resistance in all experimental groups. Additionally, the use of FRCs prevented further crack propagation, resulting in favorable fractures. These findings suggest that employing membrane-integrated self-assembled glass fiber reinforced composites (SFRCs) as an intermediate layer can improve the fracture resistance of extensive and deep posterior restorations. Future in vivo studies can further explore and support these findings while investigating other physical properties of cubical fiber impregnated composite resin. Future research should concentrate on comparing the flexural strength of the newly introduced fiber-integrated composite resin with flowable composites, supported by clinical investigations to validate the findings.

REFERENCES

1. Fráter M., Forster A., Keresztúri M., Braunitzer G., Nagy K. In vitro fracture resistance of molar teeth restored with a short fibre-reinforced composite material. *J Dent.* 2014;42(9):1143–1450. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2014.05.004>
2. Keulemans F., Garoushi S., Lassila L. Fillings and core build-ups. In: Vallittu P., Özcan M. (eds). *Clinical Guide to Principles of Fiber-Reinforced Composites in Dentistry*. Elsevier; 2017, pp. 131–163. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-100607-8.00009-5>
3. Abouelleil H., Pradelle N., Villat C., Attik N., Colon P., Grosgeat B. Comparison of mechanical properties of a new fiber reinforced composite and bulk filling composites. *Restor Dent Endod.* 2015;40(4):262–270. <https://doi.org/10.5395/rde.2015.40.4.262>
4. Bazos P., Magne P. Bio-emulation: biomimetically emulating nature utilizing a histo-anatomic approach; structural analysis. *Eur J Esthet Dent.* 2011;6(1):8–19.
5. Taha N.A., Palamara J.E., Messer H.H. Fracture strength and fracture patterns of root filled teeth restored with

- direct resin restorations. *J Dent.* 2011;39(8):527–535. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2011.05.003>
6. Sowmya M., Madhu Varma K., Kalyan Satish R., Manthana S.R.K., Sai Dinesh J., Anil Kumar P. Fiber-reinforced composites in endodontic practice: A review. *Int J Dent Mater.* 2020;2(4):122–134. <https://doi.org/10.37983/IJDM.2020.2404>
 7. Garoushi S., Gargoum A., Vallittu P.K., Lassila L. Short fiber-reinforced composite restorations: A review of the current literature. *J Investig Clin Dent.* 2018;9(3):e12330. <https://doi.org/10.1111/jicd.12330>
 8. Lassila L., Garoushi S., Vallittu P.K., Säilynoja E. Mechanical properties of fiber reinforced restorative composite with two distinguished fiber length distribution. *J Mech Behav Biomed Mater.* 2016;60:331–338. <https://doi.org/10.1016/j.jmbbm.2016.01.036>
 9. Bijelic-Donova J., Garoushi S., Vallittu P.K., Lassila L.V. Mechanical properties, fracture resistance, and fatigue limits of short fiber reinforced dental composite resin. *J Prosthet Dent.* 2016;115(1):95–102. <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2015.07.012>
 10. Barreto B.C., Van Ende A., Lise D.P., Noritomi P.Y., Jaecques S., Sloten J.V. et al. Short fibre-reinforced composite for extensive direct restorations: a laboratory and computational assessment. *Clin Oral Investig.* 2016;20(5):959–966. <https://doi.org/10.1007/s00784-015-1576-3>
 11. Fráter M., Sárosi T., Vincze-Bandi E., Volom A., Braunitzer G., Szabó P.B. et al. Fracture behavior of short fiber-reinforced direct restorations in large mod cavities. *Polymers.* 2021;13(13):2040. <https://doi.org/10.3390/polym13132040>
 12. Rosa R.S., Balbinot C.E., Blando E., Mota E.G., Oshima H.M., Hirakata L. et al. Evaluation of mechanical properties on three nanofilled composites. *Stomatologia.* 2012;14(4):126–130. Available at: <https://sbdmj.lsmuni.lt/124/124-05.pdf> (accessed: 13.05.2024).
 13. Hong G., Yang J., Jin X., Wu T., Dai S., Xie H., Chen C. Mechanical properties of nanohybrid resin composites containing various mass fractions of modified zirconia particles. *Int J Nanomedicine.* 2020;15:9891–9907. <https://doi.org/10.2147/IJN.S283742>
 14. Desai P.D., Das U.K. Comparison of fracture resistance of teeth restored with ceramic inlay and resin composite: an in vitro study. *Indian J Dent Res.* 2011;22(6):877. <https://doi.org/10.4103/0970-9290.94663>
 15. Wu Y., Cathro P., Marino V. Fracture resistance and pattern of the upper premolars with obturated canals and restored endodontic occlusal access cavities. *J Biomed Res.* 2010;24(6):474–478. [https://doi.org/10.1016/S1674-8301\(10\)60063-2](https://doi.org/10.1016/S1674-8301(10)60063-2)
 16. Khanvilkar U., Kadam S.G., Bandekar S., Kshirsagar S., Talathi V., Bowlekar R. et al. Comparative evaluation of fracture resistance of teeth restored using fibrefill cube, polyethylene fiber and bulk fill composite in class I cavity – An invitro study. *Eur Chem Bull.* 2023;12:1385–1395.
 17. Hartanto C., Farahanny W., Dennis D. Comparative evaluation of short fiber-reinforced composite resin thickness on fracture resistance of class II composite restoration: An in vitro study. *J Contemp Dent Pract.* 2020;21(11):1201–1204.
 18. Scotti N., Coero Borga F.A., Alovise M., Rota R., Pasqualini D., Berutti E. Is fracture resistance of endodontically treated mandibular molars restored with indirect onlay composite restorations influenced by fibre post insertion? *J Dent.* 2012;40(10):814–820. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2012.06.005>
 19. Eakle W.S., Maxwell E.H., Braly B.V. Fractures of posterior teeth in adults. *J Am Dent Assoc.* 1986;112(2):215–218. <https://doi.org/10.14219/jada.archive.1986.0344>
 20. Rajaraman G., Senthil Eagappan A.R., Bhavani S., Vijayaraghavan R., Harishma S., Jeyapreetha P. Comparative evaluation of fracture resistance of fiber-reinforced composite and alcasite restoration in class I cavity. *Contemp Clin Dent.* 2022;13(1):56–60. https://doi.org/10.4103/ccd.ccd_707_20
 21. Watanabe H., Khera S.C., Vargas M.A., Qian F. Fracture toughness comparison of six resin composites. *Dent Mater.* 2008;24(3):418–425. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2007.06.018>
 22. Tsujimoto A., Barkmeier W.W., Takamizawa T., Latta M.A., Miyazaki M. Bonding performance and interfacial characteristics of short fiber-reinforced resin composite in comparison with other composite restoratives. *Eur J Oral Sci.* 2016;124(3):301–308. <https://doi.org/10.1111/eos.12262>
 23. Drummond J.L. Degradation, fatigue, and failure of resin dental composite materials. *J Dent Res.* 2008;87(8):710–719. <https://doi.org/10.1177/154405910808700802>

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Purva Doshi – BDS, Postgraduate Student in Department of Conservative Dentistry and Endodontics, Dr. D.Y. Patil Dental College and Hospital, Dr. D.Y. Patil Vidyapeeth, Pimpri, Pune-18, Maharashtra, India; <https://orcid.org/0009-0008-9400-9968>

Piyush Oswal – MDS, Associate Professor in Department of Conservative Dentistry and Endodontics, Dr. D.Y. Patil Dental College and Hospital, Dr. D.Y. Patil Vidyapeeth, Pimpri, Pune-18, Maharashtra, India; <https://orcid.org/0000-0002-0223-4295>

Surya Raghavendra Srinidhi – MDS, Professor and Head in Department of Conservative Dentistry and Endodontics, Dr. D.Y. Patil Dental College and Hospital, Dr. D.Y. Patil Vidyapeeth, Pimpri, Pune-18, Maharashtra, India; <https://orcid.org/0000-0001-8187-5818>

Mayuresh Bhujbal – BDS, Postgraduate Student in Department of Conservative Dentistry and Endodontics, Dr. D.Y. Patil Dental College and Hospital, Dr. D.Y. Patil Vidyapeeth, Pimpri, Pune-18, Maharashtra, India; <https://orcid.org/0009-0004-4141-9032>

Krutika Malu – BDS, Postgraduate Student in Department of Conservative Dentistry and Endodontics, Dr. D.Y. Patil Dental College and Hospital, Dr. D.Y. Patil Vidyapeeth, Pimpri, Pune-18, Maharashtra, India; <https://orcid.org/0000-0003-4474-6085>

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Доши, Пурва – BDS, аспирант кафедры терапевтической стоматологии и эндодонтии, Стоматологический колледж и больница им. Д.И. Патила, Д.И. Патил Видьяпит, Пимпри, Пуна-18, Махараштра, Индия; <https://orcid.org/0009-0008-9400-9968>

Освал, Пиюш – MDS, доцент кафедры терапевтической стоматологии и эндодонтии, Стоматологический колледж и больница им. Д.Й. Патила, Д.Й. Патил Видьяпит, Пимпри, Пуна-18, Махараштра, Индия; <https://orcid.org/0000-0002-0223-4295>

Сринидх, Сурья Рагхавендра – MDS, профессор и заведующий кафедрой терапевтической стоматологии и эндодонтии, Стоматологический колледж и больница им. Д.Й. Патила, Д.Й. Патил Видьяпит, Пимпри, Пуна-18, Махараштра, Индия; <https://orcid.org/0000-0001-8187-5818>

Бхуджбал, Майуреш – BDS, аспирант кафедры терапевтической стоматологии и эндодонтии, Стоматологический колледж и больница им. Д.Й. Патила, Д.Й. Патил Видьяпит, Пимпри, Пуна-18, Махараштра, Индия; <https://orcid.org/0009-0004-4141-9032>

Малу, Крутика – BDS, аспирант кафедры терапевтической стоматологии и эндодонтии, Стоматологический колледж и больница им. Д.Й. Патила, Д.Й. Патил Видьяпит, Пимпри, Пуна-18, Махараштра, Индия; <https://orcid.org/0000-0003-4474-6085>

AUTHOR'S CONTRIBUTION

Purva Doshi – analysis of data, manuscript preparation, manuscript editing.

Piyush Oswal – study concepts.

Surya R. Srinidhi – manuscript review.

Mayuresh Bhujbal – preparation of samples.

Krutika Malu – preparation of samples.

ВКЛАД АВТОРОВ

П. Доши – анализ данных, подготовка рукописи, редактирование рукописи.

П. Освал – концепция исследования.

С.Р. Сринидхи – рецензирование рукописи.

М. Бхуджбал – подготовка образцов.

К. Малу – подготовка образцов.



Анализ ошибок эндодонтического лечения по данным конусно-лучевой компьютерной томографии

Е.П. Зиньковская , Е.В. Честных , Л.А. Горева , И.О. Ларичкин ,
Н.В. Шедякова , Е.Л. Захарова

Тверской государственный медицинский университет, г. Тверь, Российская Федерация

✉ elenazin777@yandex.ru

Резюме

ЦЕЛЬ. Изучение частоты возникновения ошибок эндодонтического лечения по данным конусно-лучевой компьютерной томографии.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ. Изучена 71 конусно-лучевая компьютерная томограмма (КЛКТ) пациентов, обработанных методом случайной выборки, обратившихся за лечением и консультацией в период 2022–2023 гг. Исследовано 256 зубов, ранее подвергшихся эндодонтическому лечению с наличием или отсутствием рентгенологических признаков хронического апикального периодонтита. Проведена оценка качества obturации корневых каналов и особенностей анатомического строения зубов. Изучены данные конусно-лучевого компьютерного томографа «Ray RAYSCAN alpha 3D» с помощью программы «OnDemand3D™ Dental». Статистически значимыми признавались результаты при $p < 0,05$.

РЕЗУЛЬТАТЫ. В 57,42% случаев признаки периапикальной патологии отсутствовали, а в 42,58% наблюдались очаги деструкции костной ткани в периапикальной области. Гомогенно до апекса было запломбировано 58,59% корневых каналов. В 16,79% случаев отмечено выведение пломбировочного материала за пределы корневого канала. Также выявлено 10,54% зубов с недостаточным уровнем пломбирования корневого канала и 6,64% зубов с установленным пропущенным корневым каналом.

ВЫВОДЫ. Наблюдается снижение частоты возникновения самых распространенных ошибок эндодонтического лечения. Метод конусно-лучевой компьютерной томографии имеет важное значение на этапе диагностики и планирования эндодонтического лечения для оценки особенностей внутреннего строения зуба.

Ключевые слова: корневой канал, ошибки эндодонтического лечения, конусно-лучевая компьютерная томография

Информация о статье: поступила – 15.08.2024; исправлена – 20.80.2024; принята – 25.08.2024

Конфликт интересов: Авторы сообщают об отсутствии конфликта интересов.

Благодарности: Финансирование и индивидуальные благодарности для декларирования отсутствуют.

Для цитирования: Зиньковская Е.П., Честных Е.В., Горева Л.А., Ларичкин И.О., Шедякова Н.В., Захарова Е.Л. Анализ ошибок эндодонтического лечения по данным конусно-лучевой компьютерной томографии. *Эндодонтия Today*. 2024;22(3):229–235. <https://doi.org/10.36377/ET-0040>

Analysis of errors in endodontic treatment according to cone-beam computed tomography

Elena P. Zinkovskaya , Elena V. Chestnykh , Lyubov A. Goreva ,
Ilya O. Larichkin , Natalia V. Shedyakova , Elena L. Zakharova

Tver State Medical University, Tver, Russian Federation

✉ elenazin777@yandex.ru

Abstract

AIM. The aim of the study was to study the frequency of errors in endodontic treatment according to cone beam computed tomography.

MATERIALS AND METHODS. 71 cone beam computed tomography (CBCT) scans of patients treated by random sampling who sought treatment and consultation in the period 2022–2023 were studied. 256 teeth previously subjected to endodontic treatment with the presence or absence of radiological signs of chronic apical periodontitis were examined. The assessment of the quality of root canal obturation and the features of the anatomical structure of teeth was carried out. The data of the «Ray RAYSCAN alpha 3D» cone beam computed tomograph were studied using the OnDemand3DDental program. The results were considered statistically significant at $p < 0.05$.

RESULTS. In 57.42% of cases, there were no signs of periapical pathology, and in 42.58%, foci of bone destruction in the periapical region were observed. Homogeneously, 58.59% of root canals were sealed to the apex. In 16.79% of cases, the removal of filling material outside the root canal was noted. 10.54% of teeth with insufficient root canal filling depth and 6.64% of teeth with a missing root canal were also identified.

CONCLUSIONS. There is a decrease in the incidence of the most common errors of endodontic treatment. The method of cone beam computed tomography is important at the stage of diagnosis and planning of endodontic treatment to assess the features of the internal structure of the tooth.

Keywords: root canal, errors of endodontic treatment, cone beam computed tomography

Article info: received – 15.08.2024; revised – 20.08.2024; accepted – 25.08.2024

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

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

For citation: Zinkovskaya E.P., Chestnykh E.V., Goreva L.A., Larichkin I.O., Shedyakova N.V., Zakharova E.L. Analysis of errors in endodontic treatment according to cone-beam computed tomography. *Endodontics Today*. 2024;22(3):229–235. (In Russ.) <https://doi.org/10.36377/ET-0040>

ВВЕДЕНИЕ

Проблема качественного эндодонтического лечения является одной из наиболее сложных и актуальных в практической эндодонтии [1–6]. Вопрос эффективности эндодонтического лечения в настоящее время остается значимым и подвергается всестороннему изучению. Как известно, неблагоприятным исходом первичного эндодонтического лечения является периапикальная патология [2; 3; 5]. Успешное развитие технологий и их внедрение в практику врача-стоматолога дает возможность сократить вероятность технических ошибок на всех этапах эндодонтического вмешательства, а неудачи в большей степени связаны с недостаточными знаниями анатомо-топографических особенностей корневых каналов и ограниченным использованием современных методов диагностики [1; 4]. По данным литературы, на сегодняшний день основной причиной развития периапикальной патологии чаще всего является невыявленный корневой канал (14–28%) и неполная obturация корневого канала (12,6–46,6%) [2; 4–6]. Избыточное выведение пломбировочного материала за верхушку корня по разным авторам варьирует от 4,2 до 27% [2; 4–6]. Данные по неоднородности заполнения просвета корневого канала также неоднозначны и по разным источникам составляют от 14,84 до 54,8% от всех ошибок на этапах эндодонтического вмешательства [2; 5; 6]. Реже всего к развитию периодонтита приводит наличие остатков эндодонтического инструмента в просвете корневого канала (6–13%) [2; 4]. Кроме того, по данным немногочисленных источников доля качественно запломбированных корневых каналов составляет 41,3% [3].

Появление конусно-лучевой компьютерной томографии (КЛКТ) открыло новые возможности в проведении эндодонтических исследований. Этот метод широко применяется для визуализации топографии системы корневых каналов зуба, оценки качества предыдущего эндодонтического лечения и для выявления истинных размеров деструктивных поражений периапикальных тканей и их положения относительно анатомических структур [2; 5–10]. Преимуществами данной методики являются многопроекционное исследование зоны интереса, достоверное отображение анатомических деталей и их взаимного расположения, отсутствие проекционных искажений и возможность проведения измерений [8–10]. Однако, выявление фрагментов инструментов и переломов зуба без смещения отломков КЛКТ характеризуется меньшей информативностью в сравнении с внутриротовой прицельной рентгенографией [7].

Цель исследования: изучить частоту возникновения ошибок эндодонтического лечения по данным конусно-лучевой компьютерной томографии.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Проведен анализ 71 конусно-лучевой компьютерной томограммы (КЛКТ) пациентов, отобранных методом случайной выборки, обратившихся за лечением и консультацией в период 2022–2023 гг. Объектом исследования стали пациенты, нуждающиеся в лечении зубов в возрасте от 25 до 69 лет. Предметом исследования стали зубы ранее подвергшиеся первичному эндодонтическому лечению. В ходе исследования проанализированы изображения КЛКТ 256 зубов с запломбированными корневыми каналами, у которых определяли наличие или отсутствие рентгенологических признаков хронического апикального периодонтита и оценивали качество obturации и особенности анатомического строения корневых каналов. Мы не проводили определение наличия фрагмента эндодонтического инструмента в просвете корневого канала по данным КЛКТ, так как этот метод является менее информативным, что подтверждают данные литературы [1].

Исследовали данные, полученные с помощью конусно-лучевого компьютерного томографа «Ray RAYSCAN alpha 3D» при силе тока 5 мА; время сканирования 14 с, размер вокселя 70 мкм, напряжение на рентгеновской трубке 90 кВ. Просмотр изображений КЛКТ осуществляли с использованием программного обеспечения «OnDemand3D™ Dental» на персональном компьютере, визуализацию снимка проводили в режиме мультипланарной реконструкции (MPR) зубных рядов. Статистический анализ данных проводили с помощью программы StatTech v. 4.2.6 (разработчик – ООО «Статтех», Россия). Статистически значимыми признавались результаты при $p < 0,05$.

Результаты. Как показал анализ КЛКТ среди всех выявленных зубов ($n = 256$) с ранее запломбированными корневыми каналами в 147 зубах (57,42%) признаки периапикальной патологии отсутствовали, а в 109 зубах (42,58%) наблюдались очаги деструкции костной ткани в периапикальной области. В 150 зубах (58,59%) наблюдалась гомогенная obturация на всем протяжении корневого канала до верхушки корня. При этом признаки апикального периодонтита среди таких зубов наблюдались только в 13,28% случаев ($n = 34$), тогда как у остальных 45,31% ($n = 116$) исследованных зубов с качественным пломбированием корневых каналов периапикальные ткани были в норме ($p < 0,001$). В 43 зубах (16,79%) с установленным выведением пломбировочного материала за пределы корневого канала в равной степени наблюдались признаки периапикальной патологии и ее отсутствие, что составило 7,81% ($n = 20$) и 8,98% ($n = 23$) соответственно ($p = 0,997$). Также не были установлены достоверные различия среди зубов с пломбированием до верхушки корня, но с негомогенным заполнением просвета корне-

вого канала на всем протяжении. Так у 11 таких зубов (4,29 %) присутствовали признаки хронического апикального периодонтита, а у 8 зубов (3,13 %) периапикальные ткани были в норме, при неоднородной obturation корневого канала до верхушки корня ($p=0,3$). В зубах с недостаточной глубиной пломбирования корневого канала ($n=27$) и установленным пропущенным корневым каналом ($n=17$) в 100 % случаев наблюдались признаки хронического апикального периодонтита ($p<0,001$). Результаты проведенного исследования представлены в табл. 1.

Было установлено, что изучаемые ошибки на этапах эндодонтического вмешательства в равной степени становились причиной неудачи ранее проведенного лечения. Так, среди зубов с установленной периапикальной патологией доля корневых каналов с неполной obturation составила 24,80 %, невыявленные корневые каналы наблюдались в 15,70 % случаев, избыточное выведение пломбировочного материала за физиологическое сужение корня, вызвавшее реакцию апикального периодонта, составило 18,30 %, а неоднородная obturation корневого

канала наблюдалась в 10 % корневых каналов. Также, в этой группе зубов с признаками хронического периодонтита в 31,20 % случаев корневые каналы были гомогенно запломбированы до верхушки корня. Распределение установленных ошибок эндодонтического лечения в зубах с признаками верхушечного периодонтита представлено на рис. 1.

В зубах без апикальной патологии в 79 % случаев все корневые каналы были гомогенно запломбированы до апекса. Незначительное выведение пломбировочного материала наблюдалось у 15,60 % корневых каналов. Неоднородная obturation корневого канала была выявлена в 5,4 % случаев (рис. 2).

ОБСУЖДЕНИЕ

Изучение изображений компьютерных томограмм показало, что качество современного эндодонтического лечения за последние несколько лет значительно повысилось. Так сократилось число корневых каналов с неполной obturation. Нами было выявлено всего 10,54 % таких корневых каналов, тогда как по данным исследований за 2011

Таблица 1. Статистический анализ частоты встречаемости ошибок эндодонтического лечения в зубах с периапикальными поражениями и с неизменным периодонтом

Table 1. Statistical analysis of the frequency of errors in endodontic treatment in teeth with periapical lesions and with unchanged periodontitis

Ошибка	Всего от общего числа исследованных зубов ($n = 256$), %	Зубы с неизменным периодонтом 57,42 % ($n = 147$), %	Зубы с периапикальным поражением 42,58 % ($n = 109$), %	p
Гомогенное пломбирование корневого канала до верхушки корня ($n = 150$)	58,59	45,31 ($n = 116$)	13,28 ($n = 34$)	$<0,001^*$
Недостаточная глубина пломбирования корневого канала ($n = 27$)	10,54	0	10,54 ($n = 27$)	$<0,001^*$
Выведение пломбировочного материала за верхушку корня ($n = 43$)	16,79	8,98 ($n = 23$)	7,81 ($n = 20$)	0,997
Не выявлен корневой канал ($n = 17$)	6,64	0	6,64 ($n = 17$)	$<0,001^*$
Неоднородность заполнения просвета корневого канала ($n = 19$)	7,42	3,13 ($n = 8$)	4,29 ($n = 11$)	0,300

* различия показателей статистически значимы ($p < 0,05$)

* differences in the indicators are statistically significant ($p < 0.05$).



Рис. 1. Распределение установленных ошибок эндодонтического лечения в зубах с признаками верхушечного периодонтита

Fig. 1. Distribution of established errors of endodontic treatment in teeth with signs of apical periodontitis

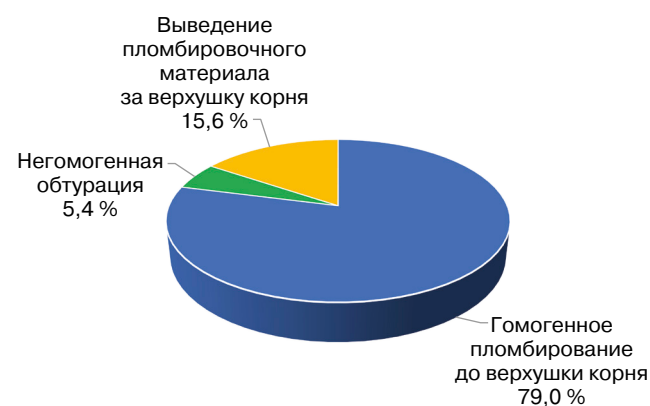
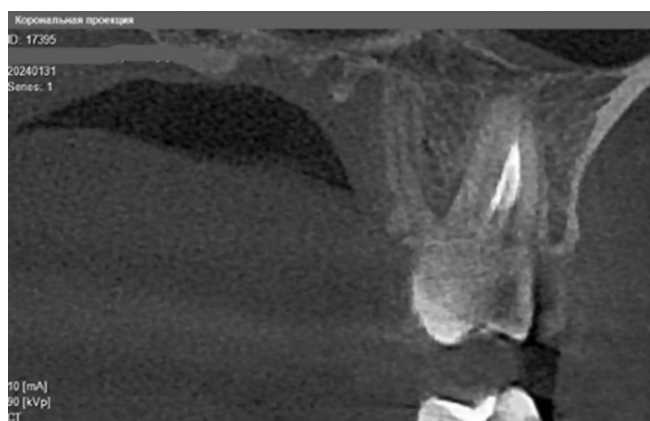


Рис. 2. Распределение установленных ошибок эндодонтического лечения в зубах с нормальным периодонтом

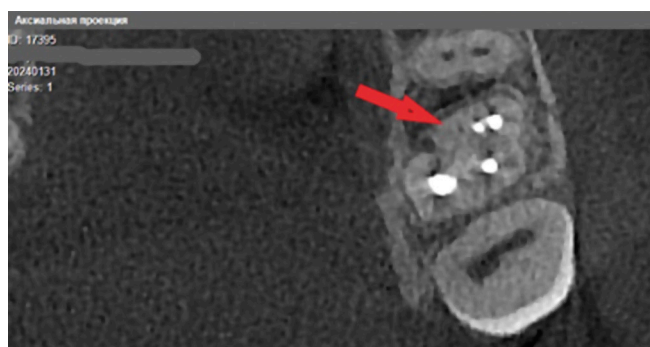
Fig. 2. Distribution of established errors of endodontic treatment in teeth with normal periodontitis

и 2021 гг. корневые каналы с неполной obturацией наблюдались в 46,6% и 12,6% случаев соответственно [5; 6]. Выведение пломбировочного материала за пределы корня мы наблюдали в 16,79% случаев, в зубах, имеющих один корневой канал. Эта ошибка эндодонтического лечения остается достаточно частой, что подтверждается работами, проведенными ранее, по данным которых доля таких зубов составляла 4,2–27% [2; 4–6]. Вероятно, это связано с погрешностями в определении рабочей длины корневого канала и пренебрежением этапом калибровки мастер-штифта перед пломбированием корневого канала.

Невыявленный коневой канал, как серьезная ошибка, приводящая к развитию верхушечного периодонтита, наблюдался в 6,64% случаев. Сопоставлять полученные данные с ранее проведенными исследованиями достаточно сложно, так как внутреннее строение зубов всегда имеет особенности и активно подвергается изучению в настоящее время. Следует отметить, что, как правило, это были моляры верхней челюсти, в которых имелись второй и третий дополнительные корневые каналы в медиально-щечном корне (рис. 3 и 4) и моляры нижней челюсти с двумя корневыми каналами в дистальном корне, один из которых не был запломбирован (рис. 5).



A



B

Рис. 3. КЛКТ зуба 2.6: А – корональная проекция, В – аксиальная проекция. Отсутствует пломбировочный материал в просвете третьего корневого канала в медиально-щечном корне

Fig. 3. CBCT of the tooth 2.6: A – coronal projection, B – axial projection. There is no filling material in the lumen of the third root canal in the medial buccal root



Рис. 4. КЛКТ, аксиальная проекция, зуб 2.6. Отсутствует пломбировочный материал в просвете второго мезио-буккального корневого канала, в медиально-щечном корне

Fig. 4. CBCT, axial projection, tooth 2.6. There is no filling material in the lumen of the second mesio-buccal root canal, in the medial-buccal root



A



B

Рис. 5. КЛКТ зуба 4.6: А – корональная проекция; В – аксиальная проекция. Отсутствует пломбировочный материал в просвете второго корневого канала в дистальном корне

Fig. 5. CBCT of the tooth 4.6: A – coronal projection; B – axial projection. There is no filling material in the lumen of the second root canal in the distal root



Рис. 6. КЛКТ зуба 2.1, сагиттальная проекция. Плотное заполнение корневого канала до апикальной констрикции и участок разрыхления костного рисунка в периапикальной области зуба 2.1

Fig. 6. CBCT of the tooth 2.1, sagittal projection. Dense filling of the root canal to apical constriction and a thinning of the bone pattern in the periapical region of the tooth 2.1



A

B

Рис. 7. КЛКТ зуба 4.6: А – корональная проекция; В – сагиттальная проекция. На сагиттальной проекции визуализируется участок с недостаточной obturацией в апикальной части корня

Fig. 7. CBCT of the tooth 4.6: A – coronal projection; B – sagittal projection. An area with insufficient obturation in the apical part of the root is visualized on the sagittal projection

В ходе исследования было установлено, что в 13,28 % случаев среди зубов с гомогенным пломбированием корневого канала до верхушки корня наблюдались периапикальные поражения (рис. 6). Очевидно, это было обусловлено вторичным кариесом и негерметичностью коронковой реставрации зуба, а также отсроченным наложением постоянной пломбы после эндодонтического лечения. Качественно обработанные и obturированные корневые каналы могут быть инфицированы за счет микропротасывания бактерий через несостоятельные временные и постоянные пломбы [11]. Так же, проблема возникновения периодонтита в хорошо obturированных зубах связана с общеизвестным фактом о сложности внутреннего строения зубов с наличием анатомических вариаций, перешейков, ответвлений корневых каналов на разных уровнях, что затрудняет полноценную инструментальную обработку и дезинфекцию корневого канала [8]. Так, по мнению некоторых авторов, часто, при obturации до физиологического сужения глубина пломбирования достигается за счет нагнетания пломбировочного материала в недостаточно очищенный и несформированный корневой канал [5]. При подробном изучении изображений некоторых таких зубов, нами были выявлены участки незаполненные

пломбировочным материалом в апикальной трети корневого канала, которые получилось визуализировать только с помощью КЛКТ (рис. 7).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В настоящее время отмечается значительное повышение качества эндодонтического лечения. По данным настоящего исследования в 57,42 % случаев признаки периапикальной патологии отсутствовали, а корневые каналы были качественно obturированы до верхушки корня. Самой частой ошибкой эндодонтического лечения было избыточное выведение пломбировочного материала за пределы корневого канала (16,79 %). В меньшей степени наблюдались коневые каналы с недостаточным уровнем пломбирования (10,54 %) и невыявленные корневые каналы (6,64 %). Метод конусно-лучевой компьютерной томографии на этапе диагностики и планирования эндодонтического лечения позволяет оценить нюансы внутреннего строения зуба, что повышает успех вмешательства и предсказуемость результата. Развитие периапикальной патологии в 13,28 % случаев среди зубов с видимой качественной obturацией указывает на важность герметичности временной и постоянной коронковой реставрации на этапах эндодонтического лечения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ / REFERENCES

1. Бердиева Р.Р., Мамытова А.Б. Анализ ошибок первичного эндодонтического лечения зубов с хроническим периодонтитом. *Международный научно-исследовательский журнал*. 2020;(1):79–82. <https://doi.org/10.23670/IRJ.2020.91.1.016>
Berdieva R.R., Mamytova A.B. Error analysis of primary endodontic dentistry with chronic periodontitis. *Inter-*

national Research Journal. 2020;(1):79–82. (In Russ.) <https://doi.org/10.23670/IRJ.2020.91.1.016>

2. Манак Т.Н., Рогожина Е.В., Девятникова В.Г. Применение шкалы PESS для оценки качества эндодонтического лечения ткани с помощью конусно-лучевой компьютерной томографии. В кн.: Манак Т.Н., Борисенко Л.Г., Полянская Л.Н. (ред.). *Актуальные вопро-*

- сы медицинской профилактики, диагностики и лечения стоматологических заболеваний: сб. ст. междунар. науч.-практ. конф., г. Минск, 17 мая 2019 г. Минск; 2019. С. 118–124. Режим доступа: <https://rep.bsmu.by/handle/BSMU/23957> (дата обращения: 23.01.2024). Manak T.N., Rogozhina E.V., Deviatnikova V.G. The application of pees scale to assess the quality of endodontic treatment using cone-beam computed tomography. In: Manak T.N., Borisenko L.G., Polyanskaya L.N. (eds). *Topical issues of medical prevention, diagnosis and treatment of dental diseases: collection of articles of the International Scientific and Practical Conference, Minsk, May 17, 2019*. Minsk; 2019, pp. 118–124. (In Russ.). Available at: <https://rep.bsmu.by/handle/BSMU/23957> (accessed: 23.01.2024).
3. Петрикас А.Ж., Захарова Е.Л., Ольховская Е.Б., Честных Е.В. Распространенность осложнений кариеса зубов. *Стоматология*. 2014;93(1):19–20. Режим доступа: <https://www.mediasphera.ru/issues/stomatologiya/2014/1/030039-1735201414> (дата обращения: 23.01.2024). Petrikas A.Zh., Zakharova E.L., Ol'khovskaia E.B., Chestnykh E.V. Tooth decay complications incidence. *Stomatology*. 2014;93(1):19–20. (In Russ.). Available at: <https://www.mediasphera.ru/issues/stomatologiya/2014/1/030039-1735201414> (accessed: 23.01.2024).
 4. Смольянинова Е.Ю. Ошибки и осложнения эндодонтического лечения при механической обработке корневого канала. *Бюллетень медицинских Интернет-конференций*. 2017;7(4):656–660. Режим доступа: <https://medconfer.com/node/12870> (дата обращения: 23.01.2024). Smolyaninova E.Yu. Errors and complications of endodontic treatment during mechanical treatment of the root canal. *Bulletin of Medical Internet Conferences*. 2017;7(4):656–660. (In Russ.). Available at: <https://medconfer.com/node/12870> (accessed: 23.01.2024).
 5. Халилова О.Ю., Винниченко Ю.А., Аржанцев А.П., Мучник И.Б., Перфильев С.А. Анализ качества эндодонтического лечения по данным компьютерной томографии. *Стоматология*. 2010;89(6):31–33. Khalilova O.Iu., Vinnichenko Iu.A., Arzhantsev A.P., Muchnik I.B., Perfil'ev S.A. Endodontic treatment quality analysis according to the computer tomography data. *Stomatology*. 2010;89(6):31–33. (In Russ.).
 6. Юдина Н.А., Пиванкова Н.Н. Оценка качества эндодонтического лечения по данным КЛКТ. В кн.: Рубникович С.П., Филонюк В.А. (ред.). *Современные технологии в медицинском образовании: материалы междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 100-летию Белорус. гос. мед. ун-та, Республика Беларусь, г. Минск, 1–5 ноября 2021 г.* Минск; 2021. С. 1506–1509. Режим доступа: <https://rep.bsmu.by/handle/BSMU/33224> (дата обращения: 23.01.2024). Yudina N.A., Pivankova N.N. Assessment of the quality of endodontic treatment according to CBCT. In: Rubnikov S.P., Filonyuk V.A. (eds). *Modern technologies in medical education: materials of the world: collection of articles of the International Scientific and Practical Conference, Minsk, November 1–5, 2021*. Minsk; 2021, pp. 1506–1509. (In Russ.). Available at: <https://rep.bsmu.by/handle/BSMU/33224> (accessed: 23.01.2024).
 7. Аржанцев А., Ахмедова З. Особенности рентгенологического исследования при эндодонтическом лечении. *Эндодонтия Today*. 2014;12(3):13–19. Режим доступа: <https://www.endodont.ru/jour/article/view/476> (дата обращения: 23.01.2024). Arzhantsev A.P., Akhmedova Z.R. Features X-ray examinations during endodontic treatment. *Endodontics Today*. 2014;12(3):13–19. (In Russ.). Available at: <https://www.endodont.ru/jour/article/view/476> (accessed: 23.01.2024).
 8. Долгалева А., Нечаева Н., Иванчева Е.Н., Нагорянский В. Применение конусно-лучевой компьютерной томографии в эндодонтии (Часть I). Анализ топографии корневых каналов. *Эндодонтия Today*. 2017;15(1):68–71. Режим доступа: <https://www.endodont.ru/jour/article/view/53> (дата обращения: 23.01.2024). Dolgalev A.A., Nechaeva N.K., Ivancheva E.N., Nagoryansky V.Yu. The use of cone beam computed tomography in endodontics (Part I). Analysis of root canal topography. *Endodontics Today*. 2017;15(1):68–71. (In Russ.). Available at: <https://www.endodont.ru/jour/article/view/53> (accessed: 23.01.2024).
 9. Ногина А.Ю. Особенности применения метода конусно-лучевой компьютерной томографии в эндодонтической практике. *Эндодонтия Today*. 2015;13(2):50–54. Режим доступа: <https://www.endodont.ru/jour/article/view/436> (дата обращения: 23.01.2024). Nogina A.Yu. Application features of the cone-beam computerized tomography method in endodontic practice. *Endodontics Today*. 2015;13(2):50–54. (In Russ.). Available at: <https://www.endodont.ru/jour/article/view/436> (accessed: 23.01.2024).
 10. Рогацкин Д.В. Обоснование применения конусно-лучевой компьютерной томографии в стоматологии. *Медицинский алфавит*. 2010;3(11):14–16. Rogatskin D.V. Substantiation of the use of cone-beam computed tomography in dentistry. *Medical Alphabet*. 2010;3(11):14–16. (In Russ.).
 11. Антанян А.А. Эндодонтическое лечение в одно посещение: современные стандарты. Часть V. *Эндодонтия Today*. 2010;8(1):69–76. Режим доступа: <https://www.endodont.ru/jour/article/view/849> (дата обращения: 23.01.2024). Antanyan A.A. One visit endodontic treatment: modern standards. Part V. *Endodontics Today*. 2010;8(1):69–76. (In Russ.). Available at: <https://www.endodont.ru/jour/article/view/849> (accessed: 23.01.2024).

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Зиньковская Елена Павловна – к.м.н., доцент кафедры терапевтической стоматологии, ФГБОУ ВО «Тверской государственный медицинский университет»; 170100, г. Тверь, ул. Советская, д. 4; <https://orcid.org/0000-0001-5202-3771>

Честных Елена Валерьевна – к.м.н., доцент, заведующая кафедрой терапевтической стоматологии, ФГБОУ ВО «Тверской государственный медицинский университет»; 170100, г. Тверь, ул. Советская, д. 4; <https://orcid.org/0000-0003-1444-1731>

Горева Любовь Аркадьевна – к.м.н., доцент кафедры терапевтической стоматологии, ФГБОУ ВО «Тверской государственный медицинский университет»; 170100, г. Тверь, ул. Советская, д. 4; <https://orcid.org/0009-0001-1221-2831>

Ларичкин Илья Олегович – к.м.н., ассистент кафедры терапевтической стоматологии, ФГБОУ ВО «Тверской государственный медицинский университет»; 170100, г. Тверь, ул. Советская, д. 4; <https://orcid.org/0000-0001-8317-8100>

Шедякова Наталья Валерьевна – к.м.н., ассистент кафедры терапевтической стоматологии, ФГБОУ ВО «Тверской государственный медицинский университет»; 170100, г. Тверь, ул. Советская, д. 4; <https://orcid.org/0009-0008-5731-9692>

Захарова Елена Львовна – к.м.н., ассистент кафедры терапевтической стоматологии, ФГБОУ ВО «Тверской государственный медицинский университет»; 170100, г. Тверь, ул. Советская, д. 4; <https://orcid.org/0009-0001-0568-2886>

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Elena P. Zinkovskaya – Cand. Sci. (Med.), Associate Professor of the Department of Therapeutic Dentistry; Tver State Medical University. 4 Sovetskaya Str., Tver 170100, Russian Federation; <https://orcid.org/0000-0001-5202-3771>

Elena V. Chestnykh – Cand. Sci. (Med.), Associate Professor, Head of the Department of Therapeutic Dentistry; Tver State Medical University. 4 Sovetskaya Str., Tver 170100, Russian Federation; <https://orcid.org/0000-0003-1444-1731>

Lyubov A. Goreva – Cand. Sci. (Med.), Associate Professor of the Department of Therapeutic Dentistry; Tver State Medical University. 4 Sovetskaya Str., Tver 170100, Russian Federation; <https://orcid.org/0009-0001-1221-2831>

Ilya O. Larichkin – Cand. Sci. (Med.), Assistant Professor of the Department of Therapeutic Dentistry; Tver State Medical University. 4 Sovetskaya Str., Tver 170100, Russian Federation; <https://orcid.org/0000-0001-8317-8100>

Natalia V. Shedyakova – Cand. Sci. (Med.), Assistant Professor of the Department of Therapeutic Dentistry; Tver State Medical University. 4 Sovetskaya Str., Tver 170100, Russian Federation; <https://orcid.org/0009-0008-5731-9692>

Elena L. Zakharova – Cand. Sci. (Med.), Assistant Professor of the Department of Therapeutic Dentistry; Tver State Medical University. 4 Sovetskaya Str., Tver 170100, Russian Federation; <https://orcid.org/0009-0001-0568-2886>

ВКЛАД АВТОРОВ

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

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

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

И.О. Ларичкин – подготовка статьи или ее критический пересмотр в части значимого интеллектуального содержания; окончательное одобрение варианта статьи для опубликования.

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

Е.Л. Захарова – подготовка статьи или ее критический пересмотр в части значимого интеллектуального содержания; окончательное одобрение варианта статьи для опубликования.

AUTHOR'S CONTRIBUTION

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

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

Lyubov A. Goreva – drafted the article or revised it critically for important intellectual content; approved the version to be published.

Ilya O. Larichkin – drafted the article or revised it critically for important intellectual content; approved the version to be published.

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

Elena L. Zakharova – drafted the article or revised it critically for important intellectual content; approved the version to be published.

Comparative evaluation of the strength of adhesion by push-out bond strength tests on endodontic posts cemented with different resinous types of luting cements: An in vitro study

Cesare D'Amico^{1,2} , Shalini Aggarwal³ , Ankita Mathur³ ✉, Simona Sivillica⁴ ,
Giusy R.M. La Rosa⁴ , Francesca Gorassini⁵ , Artak G. Heboyan⁶ ,
Luca Fiorillo^{1,2,3,5} , Eugenio Pedullà⁵ 

¹ University of Messina, Policlinico G. Martino, Via Consolare Valeria Messina, Italy

² University of Aldent, Tirana, Albania

³ Dr. D. Y. Dental College and Hospital, Dr. D. Y. Patil Vidyapeeth, Pune 411018, India

⁴ University of Catania, Catania, Italy

⁵ Second University of Naples, Naples, Italy

⁶ Yerevan State Medical University after Mkhitar Heratsi, Yerevan, Armenia

✉ ankita.mathur@dpu.edu.in

Abstract

INTRODUCTION. Endodontic posts play a vital role in strengthening debilitated teeth. They are luted into the radicular space using dental cements that are generally resinous. Given that the forces faced by human teeth are loading in nature and the stresses are accumulative, the bond strength of the interfaces at both the radicular dentin and luting agent and the endodontic post and the luting agent needs to be evaluated. Micro pushout bond strength (POBS) testing is done to determine these strengths. This experimental, in vitro study evaluated the adhesion strength of endodontic posts cemented with different resin-based luting agents using micro-POBS.

MATERIALS AND METHODS. A total of 30 human lower incisors were selected and divided into three groups ($n=10$), based on the type of adhesive resin cement used for luting. Prefabricated endodontic fiber posts were inserted into the root canals of each tooth, and different resin types of cement – Estecem II, Multilink Automix, and Relyx Ultimate. were used to cement the fiber posts. The micro-POBS test measured the bond strength of the cemented pins to the root canal dentin.

RESULTS. The results showed that the mean POBS of Group B was higher than that of Group A and Group C. The difference between the mean POBSs of Group A and Group C was not statistically significant ($p > 0.05$).

CONCLUSION. The resin adhesive cement used can affect the POBS of endodontic posts to root canal dentin. Clinicians should choose the appropriate resin cement for cementing endodontic posts to ensure a strong and durable bond for a good clinical prognosis.

Keywords: endodontic posts, resin-based luting agents, micro pushout bond strength, resin cement

Article info: received – 08.08.2024; revised – 22.08.2024; accepted – 23.08.2024

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

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

For citation: D'Amico C., Aggarwa S., Mathur A., Sivillica S., La Rosa G.R.M., Gorassini F., Heboyan A.G., Fiorillo L., Pedullà E. Comparative evaluation of the strength of adhesion by push-out bond strength tests on endodontic posts cemented with different resinous types of luting cements: An in vitro study. *Endodontics Today*. 2024;22(3):236–243. <https://doi.org/10.36377/ET-0039>

Сравнительная оценка прочности адгезии с помощью тестов на выталкивание эндодонтических штифтов, цементированных различными типами композитных цемента: лабораторное исследование

Ч. Д'Амико^{1,2} , Ш. Аггарвал³ , А. Матур³ ✉, С. Сивиллика⁴ , Д.Р.М. Ла Роза⁴ ,
Ф. Горассини⁵ , А.Г. Хебоян⁶ , Л. Фиорилло^{1,2,3,5} , Э. Педулла⁵ 

¹ Университет Мессины, Поликлиника Дж. Мартино, Мессина, Италия

² Университет Альдент, Тирана, Албания

³ Стоматологический колледж и больница Д.Й. Патила, Университет Д.Й. Патила, Пимпри, Пуна-18, Махараштра, Индия

⁴ Университет Катании, Катания, Италия

⁵ Второй университет Неаполя, Неаполь, Италия

⁶ Ереванский государственный медицинский университет имени Мхитара Герацци, Ереван, Армения

✉ ankita.mathur@dpu.edu.in

Резюме

ВВЕДЕНИЕ. Эндодонтические штифты играют важную роль в укреплении ослабленных зубов. Они фиксируются в корневом канале с помощью стоматологических цементов, которые обычно являются смолистыми. Учитывая, что на зубы человека воздействуют постоянные нагрузки и накапливаются

© D'Amico C., Aggarwa S., Mathur A., Sivillica S., La Rosa G.R.M., Gorassini F., Heboyan A.G., Fiorillo L., Pedullà E., 2024

стрессы, необходимо оценивать прочность сцепления как между корневым дентином и фиксирующим агентом, так и между эндодонтическим штифтом и фиксирующим агентом. Для определения этих показателей проводится тест на микровыталкивание (POBS). Это экспериментальное *in vitro* исследование оценивало прочность адгезии эндодонтических штифтов, зацементированных различными смоляными фиксирующими агентами, с помощью теста на микровыталкивание.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ. Было выбрано 30 нижних резцов человека и разделено на три группы ($n = 10$), в зависимости от типа использованного адгезивного смоляного цемента. В корневые каналы каждого зуба были установлены предварительно изготовленные эндодонтические стекловолоконные штифты, которые фиксировались с использованием различных смолистых цементов: Estecem II, Multilink Automix и Relyx Ultimate. С помощью теста на микровыталкивание оценивалась прочность сцепления зацементированных штифтов с дентином корневого канала.

РЕЗУЛЬТАТЫ. Результаты показали, что среднее значение POBS в группе В было выше, чем в группах А и С. Различие между средними значениями POBS в группах А и С не было статистически значимым ($p > 0.05$).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ. Используемый смоляной адгезивный цемент может влиять на POBS эндодонтических штифтов к дентину корневого канала. Врачи должны выбирать подходящий смоляной цемент для цементирования эндодонтических штифтов, чтобы обеспечить прочное и долговечное соединение для хорошего клинического прогноза.

Ключевые слова: эндодонтические штифты, композитные фиксирующие агенты, прочность адгезии при микровыталкивании, композитный цемент

Информация о статье: поступила – 08.08.2024; исправлена – 22.08.2024; принята – 23.08.2024

Конфликт интересов: Авторы сообщают об отсутствии конфликта интересов.

Благодарности: Финансирование и индивидуальные благодарности для декларирования отсутствуют.

Для цитирования: Д'Амико Ч., Аггарвал Ш., Матур А., Сивиллика С., Ла Роза Д.Р.М., Горассини Ф., Хебоян А.Г., Фиорилло Л., Педулла Э. Сравнительная оценка прочности адгезии с помощью тестов на выталкивание эндодонтических штифтов, цементированных различными типами композитных цемента: лабораторное исследование. *Эндодонтия Today*. 2024;22(3):236–243. (На англ. яз.) <https://doi.org/10.36377/ET-0039>

INTRODUCTION

Endodontic treatment may become necessary due to extensive caries, trauma, fractures, and periodontal pathologies, which have led to the development of an irreversible pulpal pathology, such as irreversible pulpitis or necrosis or even in vital healthy teeth that require intentional endodontic treatment even in the absence of any pulpal or periapical pathology [1–3]. When there is extensive loss of tooth structure, and the tooth is debilitated at both the macro (visible tooth loss) and the micro (depletion of inorganic content) levels, and in order to restore its form and function, the tooth needs to be reinforced using an endodontic post. The most commonly used pre-fabricated endodontic posts in restorative dentistry, today, are fibre posts [3; 4]. These posts are cemented into the radicular space using luting agents which could be – GIC-based, zinc phosphate-based, or resin-based luting systems. Using a system that provides a seamless interface – a monobloc, with the root canal dentin – luting agent-post system, would be ideal, as it would be biomimetic. The endodontic post on its own is incapable of binding to root dentin, and requires a luting agent, which on the one side bonds to the dentin and on the other side bonds to the endodontic post [5–7]

Research has shown that adequate post-endodontic reconstruction gives the devitalized tooth, a functional capacity almost equal to that of the vital tooth, and the long-term success of endodontic treatment depends on the execution of a suitable coronal restoration, which guarantees a coronal seal and mechanical reinforcement to the treated dental biostructures [8].

Over the years there has been a slow but steady shift away from luting agents like GIC and $ZnPO_4$, which are used primarily to cement metal-based post systems, to the adhesive resin systems and calcium silicate material-based cements for the luting of the fibre and

fibre-reinforced posts. The adhesive luting agents are categorized as per generations and newer and newer systems enter the market periodically. The clinician is hard-pressed to choose these and it is generally the ready availability and the cost of the luting agent which dominates the selection of the luting system [9].

Achieving a “monoblock” within the radicular space is a desirable but intangible goal. Given the varied materials involved in the tertiary kind of monoblock which is typically created in the root canal space, the best that could happen would be to have retention of the root canal filling material or posts within the radicular space and the transmission and eventual dissipation of forces via the luting cement [10–12].

Using a micro pushout BS test on luting agents mimics the dynamic forces that a tooth faces during mastication and it impacts the integrity of the bond of the luting agent with the post and the radicular dentin [13; 14].

AIM

This experimental analysis aimed to compare the retentive capacity of quartz fibre posts, when luted into the root canal using three different resin-based types of cement – Estecem II, Multilink Automix, and Relyx Ultimate, using an *in vitro* experimental test model – the micro-POBS, to highlight their efficacy, predictability, and differences and to take stock of the current technological and product situation. It would thus allow the clinician to make an informed choice about the choice of a luting agent based upon the moduli of elasticity rather than an adhesive strength test. Further the evaluation of the mode of failure in the samples allowed for identification of the adhesive interface that displayed the most instances of failure – radicular dentin – luting agent interface vs. post – luting agent, which meant that the bonding procedure could be improved at that interface.

MATERIALS AND METHODS

Study design

The present experimental study used three types of cement for cementing endodontic pins are, as described below:

- Estecem II, used for group A cementation – Bis-GMA, TEGDMA, Bis-MPEPP, Silica-Zirconia Filler;
- Multilink Automix, used for group B cementation – Dimethacrylate and HEMA;
- Relyx Ultimate, used for group C cementation – Methacrylate monomers.

Sample size and sample preparation

The sample size was calculated using G-Power 3.1.9.7. A power analysis was performed where $\alpha=0.05$, Power = 0.80 and Effect size 0.91. A total of 30 sample size was calculated, divided into ($n=10$) in each group.

30 human lower incisors without caries were selected, which had been extracted due to periodontal causes, and were subjected to photographic and radiographic examination, to verify the presence of only one non-calcified straight canal and to exclude the presence of fractures. The narrow diameters of the mandibular incisors are consistent across all the teeth and are thus good to use in the micro-POBS, giving standardized results.

After extraction, the teeth were autoclaved and stored at room temperature in 2% glutaraldehyde to maintain disinfection and maintain hydration [15].

The teeth were cut 1 mm above the cemento-enamel junction with a diamond bur. 856 012 Komet (Komet, Lemgo, Germany), under abundant irrigation. The canal patency was established by using 8 and 10 number K-Files. Cleaning and shaping were done for all the teeth with the M-two system, and the apex was enlarged up to MTwo Apical A3 25/45. Irrigation was done with EDTA 17% (EDTA canal cleaner, Dentalica, Milan, Italy) and hypochlorite 5.25%. Canals were obturated with Touch and heat and the compaction of the obturation was radiographically assessed, and repeated when voids were detected in the apical one-third. The post space was prepared with a TokuDrill (Tokuyama Dental Corporation, Tokyo, Japan) at 15000 rpm under a microscope, by the same operator. VersaBrush Endobrush (Vista, Dental Products, Racine, WI, USA) with 10,000 rpm pumice was used to remove any gutta perch residue from the post-space, which was then confirmed under a microscope. The teeth were then divided into 3 groups of 10 each, depending upon the type of luting agent being used.

- Group A ($n=10$), cementation with Estecem II;
- Group B ($n=10$), cementing with Multilink Automix;

- Group C ($n=10$), cementing with Relyx Ultimate.

The posts were treated with alcohol and air-dried before use. Each luting agent was manipulated as per the manufacturer's instructions and posts were luted to the radicular dentin. After curing the luting agent, the fit was confirmed radiographically and the extra post length was allowed to remain for ease of slicing the samples. A high translucency, variable taper quartz fiber radiopaque post system called TokuPost was used. This is pre-silanized and was used for all the samples. The slices were prepared by making horizontal cuts with a diamond saw (Isomet, Buehler; Lake Bluff, IL, USA) at 250 rpm under abundant irrigation, obtaining 5–6 samples from each tooth having an approximate thickness of 1 mm. Each slice was marked with an indelible marker on the apical side. The thickness of each slice was confirmed with an electronic gauge (accuracy 0.01 mm). 48 samples were obtained from group A, of which 27 were from the coronal third of the tooth, 21 were from the middle third of the tooth, 58 were from group B, of which 30 were from the coronal one-third, 28 were from the middle-third, 57 from group C, of which 30 from the coronal one third, 27 from the middle third (Fig. 2, 3).

Push-out test

The micro push-out test was performed at the University of Siena (Siena, Italy). The machine used is a Universal Testing machine on which a cylindrical piston (Triax Digital, Controls, Milan) has been mounted, which directs the pressure load on the pin at a speed of 0.5 mm/min (Fig. 4, 5).

Statistical analysis

The data was entered and analyzed using the Statistical Package for Social Sciences (SPSS) for Windows, Version 28.0 (Armonk, NY: IBM Corp) Confidence intervals were set at 95%, and a p-value $\leq$ of 0.05 was considered statistically significant. One-way ANOVA was applied to compare the three luting agents and post hoc test was applied for intragroup significance.

RESULTS

The statistical analysis shows higher force values for group B (Relyx Ultimate 16,74 2,48 MPa), compared to groups A (Estecem II 11,06 2,76 MPa) and C (Multilink Automix 10,73 2,73 MPa), which report no statistically significant differences (Table 1, 2). An analysis of the modes of fractures shows a prevalence of adhesion failure between cement and dentine compared to adhesion between pin and dentine.

(MPa) Standard deviation (DS) for the group, Median, and fracture (Fig. 6).



Fig. 1. Materials used for cementation in Group A, B, and C and samples

Рис. 1. Материалы, использованные для цементирования в группах А, В и С, и образцы

TokuPOST h15r	
Total length	15 mm
Length on capacity part (cylindric)	7 mm
Length on capacity part	8 mm
Capacity diameters	Ø1.05–Ø1.25–Ø1.45
Apical diameters	Ø0.55–Ø0.75–Ø1.95
TokuPOST h19S	
Total length	18 mm
Length on capacity part (cylindric)	7 mm
Length on capacity part	11 mm
Capacity diameters	Ø1.25–Ø1.45–Ø1.65
Apical diameters	Ø0.55–Ø0.75–Ø1.95

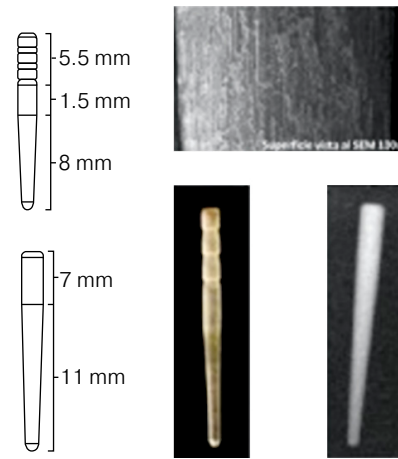


Fig. 2. Description of TokuPOST endodontic pins

Рис. 2. Описание эндодонтических штифтов TokuPOST

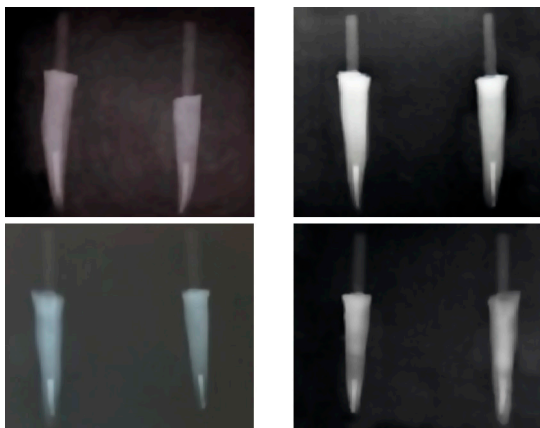


Fig. 3. Radiographical examination of some samples after hardening of the pins

Рис. 3. Рентгенологическое обследование некоторых образцов после затвердевания штифтов

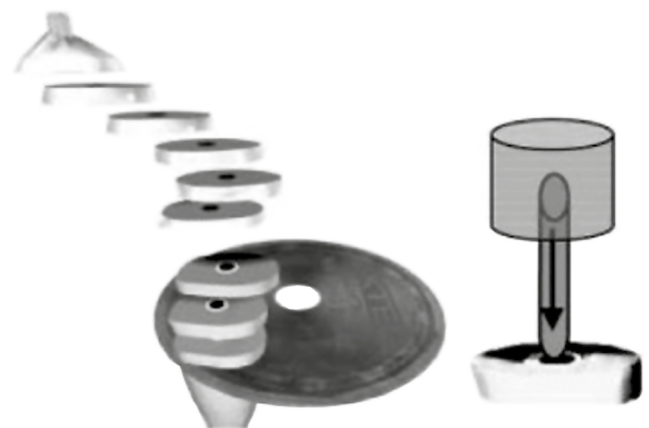


Fig. 4. Sample preparation for push-out testing

Рис. 4. Подготовка образцов для тестирования на выталкивание

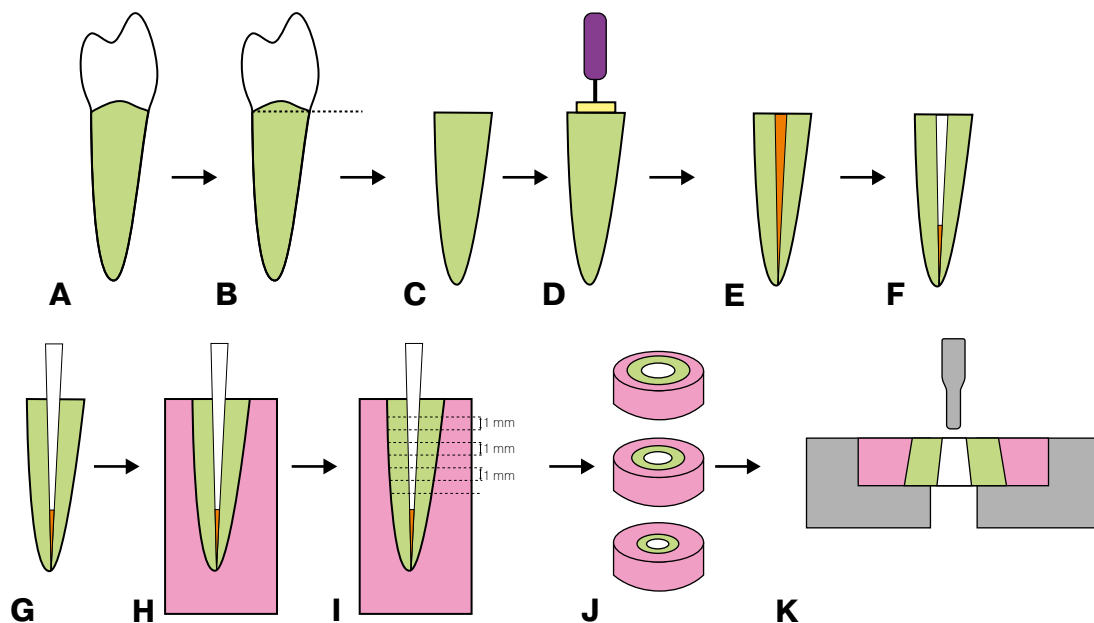


Fig. 5. The root is cut into slices 1 mm thick after the pin is cemented, a force is applied to each slice until the pin is dislocated

Рис. 5. Корень разрезается на срезы толщиной 1 мм после цементирования штифта, к каждому срезу прикладывается сила до тех пор, пока штифт не сместится

Table 1. Statistical analysis for individual root regions for each group**Таблица 1.** Статистический анализ отдельных областей корня для каждой группы

Group	Root region	Mean $\pm$ DS	Mean $\pm$ DS	Median	DC	PC	DF
EST	Cervical	11.76 $\pm$ 2.78	11.06a $\pm$ 2.76	10.73	16	8	24
	Middle	10.40 $\pm$ 3.85					
REL	Cervical	17.79 $\pm$ 2.96	16.74b $\pm$ 2.48	16.62	17	8	33
	Middle	15.56 $\pm$ 3.35					
MUL	Cervical	11.24 $\pm$ 2.20	10.73a $\pm$ 2.73	10.64	36	2	19
	Middle	10.20 $\pm$ 3.28					

Note. EST: Estecem II, REL: Relyx Ultimate, MUL: Multilink Automix, DC: failure adhesion between dentine and cement, PC: failure adhesion between post and cement, DF: fracture of the element. Values with the same letters indicate non-significant differences ($p > 0.05$).

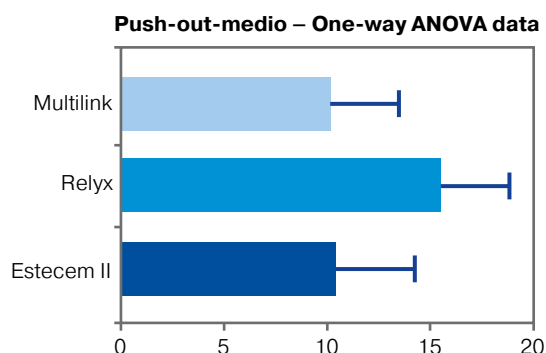
Примечание. EST: Estecem II, REL: Relyx Ultimate, MUL: Multilink Automix, DC: отказ адгезии между дентином и цементом, PC: отказ адгезии между штифтом и цементом, DF: перелом элемента. Значения с одинаковыми буквами указывают на незначительные различия ($p > 0.05$).

Table 2. Mean and (MPa) standard deviation (DS) for individual root regions for each group**Таблица 2.** Средние значения и стандартное отклонение (МПа) для отдельных областей корня для каждой группы

Group	Coronal Region	Medial Region
	Mean (MPa) $\pm$ DS	Mean (MPa) $\pm$ DS
EST	11.76 ^a (MPa) $\pm$ 2.78	10.4 ^a (MPa) $\pm$ 3.85
REL	17.79 ^b (MPa) $\pm$ 2.96	15.56 ^b (MPa) $\pm$ 3.35
MUL	11.24 ^a (MPa) $\pm$ 2.21	10.2 ^a (MPa) $\pm$ 3.23

Note. EST: Estecem II, REL: Relyx Ultimate, MUL: Multilink Automix, Values with the same letters indicate non-significant differences ($p > 0.05$).

Примечание. EST: Estecem II, REL: Relyx Ultimate, MUL: Multilink Automix. Значения с одинаковыми буквами указывают на незначительные различия ($p > 0.05$).

**Fig. 6.** Statistical analysis One-way ANOVA third medium results**Рис. 6.** Статистический анализ: результаты однофакторного дисперсионного анализа (ANOVA) для третьей среды

DISCUSSION

Non-vital dentin demonstrates singularly distinct properties from that of vital dentin. The major differences are:

- reduction in the modulus of elasticity;
- reduction in the hydration of the dentin (loss of freely bound water);
- loss of mineral content from the dentin owing to chelating agents and irrigating solutions;
- actual loss of dentin due to the shaping with root canal instruments;
- crack initiation and propagation in the intertubular dentin.

This makes it vulnerable as an adhesive substrate, particularly in the radicular space where removing the smear layer is also difficult. This study thus sought to examine the micro push-out bond strengths of three commercially available adhesive systems – Estecem II, Multilink Automix, Relyx Ultimate for the luting of endodontic posts, commercially available as Tokuposts [3; 9].

The adhesives on the market are either etch-and-rinse or self-etch, and in the past, while the etch-and-rinse systems were used in the radicular space, the self-etch type of adhesive was indicated for use in the coronal area, and its use was not indicated in the radicular space [16]. Recently though the advances in the science of self-etch bonding agents have seen a rise in the usage of self-etch in the radicular space.

This type of adhesive is intended to simplify the clinical procedure, as they include acids and hydrophilic monomers, in the same bottle, which are intended to demineralize and infiltrate enamel and/or dentine and do not require pretreatment of the substrate.

Estecem II cement has been chosen because it is a material recently introduced in the market, of which data do not yet exist in the literature. In contrast, the cement Multilink Automix and Relyx Ultimate have both been chosen as they are widely used in clinical practice, and have the same type of polymerization mechanism and adhesion as that of Estecem II, but different monomers. The evaluation of the luting agent's efficacy is done by micro-POBS, along with an assessment of the mode of failure [17–21].

The push-out test is the most reliable and most used test for evaluating the bonding force between endodontic fiber posts and root canal dentin, as it closely approximates the dynamic masticatory forces that a functional tooth is subject to. Micro POBS also shows far fewer premature failures [22].

In this study, a load was applied via a piston only on the luted post, without contacting the root canal walls. As opposed to push-out tests, the micro push-out tests allow for the distribution of forces across the interface more uniformly and permit microscopic evaluation of the various regions of the sample separately to determine the fracture modes of individual samples [23–26].

The fibre posts cemented with Relyx Ultimate cement (16.74–2.48 MPa) showed a higher retention than those cemented with Multilink Automix (10.73–2.73 MPa) and Estecem II (11.06–2.76 MPa) ($p < 0.05$), which do not show statistically significant differences between them ($p < 0.05$) [27].

The bond strengths achieved with the etch and rinse adhesive decrease coronally similar to the self-

etch adhesives. Since the bonding mechanism in this group is based on micromechanical retention following elimination of the smear layer and exposure of dentinal tubules, a decrease in bond strength from the coronal part towards the apical segment can be attributed to the partial removal of the smear layer and various other debris including remnants of gutta-percha, preventing unilateral, seamless contact of the adhesive cement with the radicular wall [28].

The same result was seen in this study when the middle third and coronal third of the radicular dentin were examined and compared. No literature is available on Estecem II cement, due to the recent marketing and therefore it is not possible to compare our results with those of other studies. According to information provided by the manufacturer, Multilink Automix cement has been used in conjunction with the self-etching, self-curing Multilink Primer A&B adhesive system. The combination of Multilink cement with the indicated adhesive system accelerates the curing of cement, making it more efficient. Relyx Ultimate cement is a combination with Scotchbond Universal adhesive, and contains 10-methacryloyloxydecyl dihydrogen phosphate (MDP) monomer, which increases the chemical bond established between phosphate groups and residual hydroxyapatite crystals on the structure of dentine collagen fibres [28–30]. This chemical bond reduces the degradation of the hybrid layer and shows greater water stability than other functional monomers. The different chemical properties peculiar to the various types of cement could justify the results obtained.

An analysis of the results for the two root regions shows that the values obtained are slightly higher for the third coronal relative to the middle third, but the difference is not statistically relevant ($p < 0.05$) (Table 2). This can be justified by an incomplete polymerization even if the cement is dual, a lack of photoactivation can make their self-polymerization only partially efficient,

especially at the apical level. It is advisable always to carry out photopolymerization because studies have shown an incomplete hardening in the absence of it. Dual cure cement is recommended for the cementation of fiber posts because photopolymerization is not effective at the most apical levels of post-space. The adhesion strength in the middle third is generally lower than in the coronal one-third, which could be due to the unfavorable C factor [12]. However, reduced bonding in the procedures we have used, which is normally most effective in the third coronal canal, could justify the results obtained, which show a reduction in micro push-out bond strength from the coronal to the apical segments.

CONCLUSION

This study has analysed by micro push-out test the adhesion strength obtained by luting Tokupost quartz fibre pins using Estecem II, Relyx Ultimate, and Multilink Automix cement. All the luting cements used are dual polymerization and have been used with a self-etch technique.

The difference in bond strengths in the different root regions was assessed and based on the limitations imposed by the experimental design, the following conclusions can be drawn:

1. Relyx Ultimate cement showed higher adhesive strength than Multilink Automix cement and Estecem II cement which showed no statistically significant differences between them.

2. Concerning the third coronal and the third middle, the total statistics confirm that the cement Relyx Ultimate demonstrates greater adhesion strength than the other two groups in both zones of the root.

3. The adhesion force obtained in the middle third is lower in absolute value, although not reaching the level of significance, than that obtained in the coronal third, this demonstrates a homogenous adhesion efficiency at all levels of the post-space.

REFERENCES

1. Poole D.F.G., Newman H.N. Dental plaque and oral health. *Nature*. 1971;234(5328):329–331. <https://doi.org/10.1038/234329a0>
2. Newbrun E. Sugar and dental caries: a review of human studies. *Science*. 1982;217(4558):418–423. <https://doi.org/10.1126/science.7046052>
3. Lo Giudice R., Nicita F., Puleio F., Alibrandi A., Cervino G., Lizio A.S., Pantaleo G. Accuracy of peri-apical radiography and CBCT in endodontic evaluation. *Int J Dent*. 2018;2018:2514243. <https://doi.org/10.1155/2018/2514243>
4. Kucher M., Dannemann M., Modler N., Hannig C., Weber M.T. Effects of endodontic irrigants on material and surface properties of biocompatible thermoplastics. *Dent J*. 2019;7(1):26. <https://doi.org/10.3390/dj7010026>
5. Palma P.J., Ramos J.C., Martins J.B., Diogenes A., Figueiredo M.H., Ferreira P. et al. Histologic evaluation of regenerative endodontic procedures with the use of chitosan scaffolds in immature dog teeth with apical periodontitis. *J Endod*. 2017;43(8):1279–1287. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2017.03.005>
6. Selwitz R.H., Ismail A.I., Pitts N.B. Dental caries. *Lancet*. 2007;369(9555):51–59. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(07\)60031-2](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(07)60031-2)
7. Dental caries and fluoride. *Lancet*. 1981;1(8234):1351. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(81\)92526-5](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(81)92526-5)
8. Heboyann A., Vardanyan A., Karobari M.I., Marya A., Avagyan T., Tebyaniyan H. et al. Dental luting cements: An updated comprehensive review. *Molecules*. 2023;28(4):1619. <https://doi.org/10.3390/molecules28041619>
9. Sipahi C., Ozen J., Ural A.U., Dalkiz M., Beydemir B. The effect of two fibre impregnation methods on the cytotoxicity of a glass and carbon fibre-reinforced acrylic resin denture base material on oral epithelial cells and fibroblasts. *J Oral Rehabil*. 2006;33(9):666–73. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2842.2006.01648.x>
10. Tay F.R., Pashley D.H. Monoblocks in root canals: a hypothetical or a tangible goal. *J Endod*. 2007;33(4):391–398. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2006.10.009>
11. Perdigão J., Gomes G., Augusto V. The effect of dowel space on the bond strengths of fiber posts. *J Prosthodont*. 2007;16(3):154–164. <https://doi.org/10.1111/j.1532-849X.2006.00166.x>
12. Goracci C., Tavares A.U., Fabianelli A., Monticelli F., Raffaelli O., Cardoso P.C. et al. The adhesion between fiber posts and root canal walls: comparison between micro-tensile and push-out bond strength measurements. *Eur*

- J Oral Sci.* 2004;112(4):353–361. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0722.2004.00146.x>
13. Baldea B., Furtos G., Antal M., Nagy K., Popescu D., Nica L. Push-out bond strength and SEM analysis of two self-adhesive resin cements: An in vitro study. *J Dent Sci.* 2013;8(3):296–305. <https://doi.org/10.1016/j.jds.2013.01.007>
 14. Lee J.J., Nettey-Marbell A., Cook A.Jr., Pimenta L.A., Leonard R., Ritter A.V. Using extracted teeth for research: The effect of storage medium and sterilization on dentin bond strengths. *J Am Dent Assoc.* 2007;138(12):1599–1603. <https://doi.org/10.14219/jada.archive.2007.0110>
 15. Iandolo A., Pisano M., Abdellatif D., Amato A., Giordano F., Buonavoglia A. et al. Effectiveness of different irrigation techniques on post space smear layer removal: SEM evaluation. *Prosthesis.* 2023;5(2):539–549. <https://doi.org/10.3390/prosthesis5020037>
 16. Roberts H.W., Leonard D.L., Vandewalle K.S., Cohen M.E., Charlton D.G. The effect of a translucent post on resin composite depth of cure. *Dent Mater.* 2004;20(7):617–622. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2003.10.004>
 17. Noè G., Toffoli A., Foce E., Di Febo G., Carnevale G., Bonfiglioli R. et al. Vertical edgeless preparation: Periodontal dominance in prosthetic crown preparation. *Prosthesis.* 2023;5(2):358–367. <https://doi.org/10.3390/prosthesis5020026>
 18. Santos F.C.D., Banea M.D., Carlo H.L., De Barros S. Test methods for bond strength of glass fiber posts to dentin: A review. *J Adhes.* 2016;93(1-2):159–186. <https://doi.org/10.1080/00218464.2016.1184094>
 19. Van Meerbeek B., Yoshihara K., Yoshida Y., Mine A., De Munck J., Van Landuyt K.L. State of the art of self-etch adhesives. *Dent Mater.* 2011;27(1):17–28. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2010.10.023>
 20. Yildirim T., Taşdemir T., Orucoglu H. The evaluation of the influence of using MTA in teeth with post indication on the apical sealing ability. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2009;108(3):471–474. <https://doi.org/10.1016/j.tripleo.2009.04.036>
 21. Liberman R., Gorfil C., Ben-Amar A. Reduction of microleakage in class II composite resin restorations using retentive pins. *J Oral Rehabil.* 1996;23(4):240–243. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2842.1996.tb00847.x>
 22. Habib S.R., Ansari A.S., Khan A.S., Alamro N.M., Alzaaqui M.A., Alkhunefer Y.A. et al. Push-out bond strength of endodontic posts cemented to extracted teeth: An in-vitro evaluation. *Materials.* 2022;15(19):6792. <https://doi.org/10.3390/ma15196792>
 23. Giannini M., Makishi P., Ayres A.P., Vermelho P.M., Fronza B.M., Nikaido T., Tagami J. Self-etch adhesive systems: a literature review. *Braz Dent J.* 2015;26(1):3–10. <https://doi.org/10.1590/0103-6440201302442>
 24. Bouillaguet S., Troesch S., Wataha J.C., Krejci I., Meyer J.M., Pashley D.H. Microtensile bond strength between adhesive cements and root canal dentin. *Dent Mater.* 2003;19(3):199–205. [https://doi.org/10.1016/s0109-5641\(02\)00030-1](https://doi.org/10.1016/s0109-5641(02)00030-1)
 25. Haller B., Götze W., Weiss G. Parapulpal pins and their effects on the fracture resistance of pin-retained cores. *J Oral Rehabil.* 1991;18(5):459–469. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2842.1991.tb01691.x>
 26. Ferrari M., Mannocci F., Vichi A., Cagidiaco M.C., Mjör I.A. Bonding to root canal: structural characteristics of the substrate. *Am J Dent.* 2000;13(5):255–260.
 27. Rathke A., Haj-Omer D., Muche R., Haller B. Effectiveness of bonding fiber posts to root canals and composite core build-ups. *Eur J Oral Sci.* 2009;117(5):604–610. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0722.2009.00668.x>
 28. Wang Z., Ji Y., Zhang F. Bond strengths of an epoxy resin-based fiber post with four adhesive systems. *Quintessence Int.* 2010;41(9):e173–180.
 29. Montanari M., Fiorillo L., Cervino G., Sambataro S., Herford A.S., Cicciù M. The Effect of Different Condition of Pulpal Pressure on Microtensile Bond Strength of Several Dentin Bonding Agents on Deep and Superficial Dentin. *Materials.* 2021;14(20):6200. <https://doi.org/10.3390/ma14206200>
 30. Dionysopoulos P., Skolianos S., Papadogiannis Y. A study of the microstructure of some dental retention pins and prefabricated root canal posts. *J Oral Rehabil.* 1995;22(1):29–35. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2842.1995.tb00207.x>

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Cesare D'Amico – Department of Biomedical and Dental Sciences, Morphological and Functional Images, University of Messina, Policlinico G. Martino, Via Consolare Valeria, 98100 Messina, Italy; Department of Implantology, Faculty of Dentistry, University of Aldent, 1000 Tirana, Albania; <https://orcid.org/0000-0002-1378-2588>

Shalini Aggarwal – Department of Conservative Dentistry and Endodontics, Dr. D.Y. Patil Dental College and Hospital, Dr. D.Y. Patil Vidyapeeth, Pune 411018, India; <https://orcid.org/0000-0001-9522-6560>

Ankita Mathur – Department of Dental Research Cell, Dr. D.Y. Patil Dental College and Hospital, Dr. D.Y. Patil Vidyapeeth, Pune 411018, India; <https://orcid.org/0000-0002-9004-9072>

Simona Sivillica – Department of Medical and Surgical Science, Section of Dentistry, University of Catania, 95123 Catania, Italy; <https://orcid.org/0009-0006-2499-7476>

Giusy Rita Maria La Rosa – Department of Medical and Surgical Science, Section of Dentistry, University of Catania, 95123 Catania, Italy; <https://orcid.org/0000-0001-5127-5299>

Francesca Gorassini – Multidisciplinary Department of Medical-Surgical and Dental Specialties, Second University of Naples, 80100 Naples, Italy; <https://orcid.org/0000-0002-9478-4138>

Artak G. Heboyan – Department of Prosthodontics, Faculty of Stomatology, Yerevan State Medical University after Mkhitar Heratsi, Yerevan, Armenia; <https://orcid.org/0000-0001-8329-3205>

Luca Fiorillo – Department of Biomedical and Dental Sciences, Morphological and Functional Images, University of Messina, Policlinico G. Martino, Via Consolare Valeria, 98100 Messina, Italy; Department of Implantology, Faculty of Dentistry, University of Aldent, 1000 Tirana, Albania; Department of Dental Research Cell, Dr. D. Y. Patil Dental College and Hospital, Dr. D. Y. Patil Vidyapeeth, Pune 411018, India; Multidisciplinary Department of Medical-Surgical and Dental Specialties, Second University of Naples, 80100 Naples, Italy; <https://orcid.org/0000-0003-0335-4165>

Eugenio Pedullà – Department of Medical and Surgical Science, Section of Dentistry, University of Catania, 95123 Catania, Italy; <https://orcid.org/0000-0001-6231-8928>

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Д’Амико, Чезаре – кафедра биомедицинских и стоматологических наук, морфологических и функциональных изображений, Университет Мессины, Поликлиника Дж. Мартино, Виа Консоларе Валерия, 98100 Мессина, Италия; кафедра имплантологии, стоматологический факультет, Университет Альдент, 1000 Тирана, Албания; <https://orcid.org/0000-0002-1378-2588>

Аггарвал, Шалини – кафедра терапевтической стоматологии и эндодонтии, Стоматологический колледж и больница доктора Д.И. Патила, Университет доктора Д.И. Патила, Пуна, 411018, Индия; <https://orcid.org/0000-0001-9522-6560>

Матхур, Анкита – кафедра исследовательских работ в стоматологии, Стоматологический колледж и больница доктора Д.И. Патила, Университет доктора Д.И. Патила, Пуна, 411018, Индия; <https://orcid.org/0000-0002-9004-9072>

Сивиллика, Симона – кафедра медицинских и хирургических наук, отделение стоматологии, Университет Катании, 95123 Катания, Италия; <https://orcid.org/0009-0006-2499-7476>

Ла Роза, Джузи Рита Мария – кафедра медицинских и хирургических наук, отделение стоматологии, Университет Катании, 95123 Катания, Италия; <https://orcid.org/0000-0001-5127-5299>

Горассини, Франческа – мультидисциплинарный департамент медицинских, хирургических и стоматологических специальностей, Второй университет Неаполя, 80100 Неаполь, Италия; <https://orcid.org/0000-0002-9478-4138>

Гебоян Артак Гагикович – кафедра протезирования, стоматологический факультет, Ереванский государственный медицинский университет имени Мхитара Гераци, Ереван, Армения; <https://orcid.org/0000-0001-8329-3205>

Фиорилло, Лука – кафедра биомедицинских и стоматологических наук, морфологических и функциональных изображений, Университет Мессины, Поликлиника Дж. Мартино, Виа Консоларе Валерия, 98100 Мессина, Италия; кафедра имплантологии, стоматологический факультет, Университет Альдент, 1000 Тирана, Албания; кафедра исследовательских работ в стоматологии, Стоматологический колледж и больница доктора Д.И. Патила, Университет доктора Д.И. Патила, Пуна, 411018, Индия; мультидисциплинарный департамент медицинских, хирургических и стоматологических специальностей, Второй университет Неаполя, 80100 Неаполь, Италия; <https://orcid.org/0000-0003-0335-4165>

Педулла, Эудженио – кафедра медицинских и хирургических наук, отделение стоматологии, Университет Катании, 95123 Катания, Италия; <https://orcid.org/0000-0001-6231-8928>

AUTHOR'S CONTRIBUTION

Cesare D'Amico – investigation.

Shalini Aggarwal – Writing, editing and review.

Ankita Mathur – validation, investigation.

Simona Sivillica – conceptualization, methodology, validation, writing—original draft preparation.

Giusy R.M. La Rosa – methodology, validation, writing—original draft preparation.

Francesca Gorassini – investigation.

Artak G. Heboyan – validation.

Luca Fiorillo – validation, methodology, validation, Writing, editing and review, supervision, project administration.

Eugenio Pedullà – supervision.

ВКЛАД АВТОРОВ

Ч. Д’Амико – исследование.

Ш. Аггарвал – написание, редактирование и рецензирование.

А. Матхур – валидация, исследование.

С. Сивиллика – концептуализация, методология, валидация, написание – подготовка первоначального варианта.

Д.Р.М. Ла Роза – методология, валидация, написание – подготовка первоначального варианта.

Ф. Горассини – исследование.

А.Г. Хебоян – валидация.

Л. Фиорилло – валидация, методология, валидация, написание, редактирование и рецензирование, руководство, администрирование проекта.

Э. Педулла – руководство.



The effect of computer aided navigation techniques on the precision of endodontic access cavities: A systematic review and meta-analysis

Pooja R. Kesharani^{1,2} , Shalini D. Aggarwal¹ , Nishtha K. Patel² ,
Jhanvi A. Patel² , Deepu A. Patil³ ✉, Shreya H. Modi²

¹ Dr. D.Y. Patil Dental College and Hospital, Dr. D.Y. Patil Vidyapeeth, Pune, India

² College of Dental Sciences and Research Centre, Bopal- Manipur, Ahmedabad, India

³ AME's Dental college, near Govt. Polytechnic, Bijjangera road, Raichur, Karnataka, India

✉ drdeepupatil@gmail.com

Abstract

AIM. To assess the impact of computer-assisted navigation techniques on the precision of endodontic access cavity preparation.

MATERIALS AND METHODS. A systematic review was conducted following the PRISMA 2020 guidelines. Articles were searched for online using electronic databases, including Scopus, PubMed, Cochrane, and Web of Sciences. The success rate of root canal location using computer-aided navigation techniques in root canal access cavity preparation, along with the time required for cavity preparation and the extent of tooth substance removal were assessed in this review. After eliminating duplicate articles and applying inclusion criteria, 10 studies were chosen for analysis.

RESULTS. Accuracy in location of root canal is significantly higher in the static and dynamic navigation group compared to the conventional group. Also, computer-aided static and dynamic navigation techniques removed significantly less tooth substance compared to conventional groups. Moreover, static navigation technique took significantly less time for access cavity preparation than conventional while there was no significant difference in the time taken for access cavity preparation between dynamic navigation technique and conventional technique.

CONCLUSION. The root canal access cavities prepared using static and dynamic computer-aided navigation techniques are highly precise in detecting the root canal system, require less tooth substance removal, and take less time to complete.

Keywords: computer-aided navigation, dynamic navigation, guided access opening, static navigation

Article info: received – 10.08.2024; revised – 15.08.2024; accepted – 25.08.2024

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

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

For citation: Kesharani P.R., Aggarwal S.D., Patel N.K., Patel J.A., Patil D.A., Modi S.H. The effect of computer aided navigation techniques on the precision of endodontic access cavities: A systematic review and meta-analysis. *Endodontics Today*. 2024;22(3):244–253. <https://doi.org/10.36377/ET-0041>

Влияние технологий компьютерной навигации на точность доступа в полость зуба при эндодонтическом лечении: систематический обзор и мета-анализ

П.Р. Кешарани^{1,2} , С.Д. Аггарвал¹ , Н.К. Патель² ,
Дж.А. Патель² , Д.А. Патил³ ✉, С.Х. Модии²

¹ Стоматологический колледж и больница им. д-ра Д.Й. Патила, Университет им. д-ра Д.Й. Патила, г. Пуна, Индия

² Колледж стоматологических наук и исследовательский центр, г. Ахмедабад, Индия

³ Стоматологический колледж АМЕ, Карнатака, Индия

✉ drdeepupatil@gmail.com

Резюме

ЦЕЛЬ. Оценить влияние компьютерных навигационных технологий на точность подготовки полости доступа в корневой канал.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ. Был проведен систематический обзор в соответствии с руководящими принципами PRISMA 2020. Поиск статей был проведен в электронных базах данных, включая Scopus, PubMed, Cochrane и Web of Sciences. В данном обзоре оценивались успешность нахождения корневого канала с использованием компьютерной навигации при подготовке полости доступа в канал, а также время, необходимое для подготовки полости, и объем удаляемого зубного вещества. После устранения дублирующих статей и применения критериев включения для анализа было отобрано 10 исследований.

РЕЗУЛЬТАТЫ. Точность нахождения корневого канала значительно выше в группе со статической и динамической навигацией по сравнению с традиционной методикой. Также компьютерные статические

и динамические навигационные технологии удаляли значительно меньшее количество зубного вещества по сравнению с традиционными методами. Более того, статическая навигационная техника заняла значительно меньше времени для подготовки полости доступа, чем традиционная методика, тогда как значительной разницы во времени между динамической навигацией и традиционной методикой не было.

ВЫВОД. Полости доступа в корневой канал, подготовленные с использованием статической и динамической компьютерной навигации, обладают высокой точностью в обнаружении системы корневых каналов, требуют меньшего удаления зубного вещества и занимают меньше времени на выполнение.

Ключевые слова: компьютерная навигация, динамическая навигация, направленное открытие доступа, статическая навигация

Информация о статье: поступила – 10.08.2024; исправлена – 15.08.2024; принята – 25.08.2024

Конфликт интересов: Авторы сообщают об отсутствии конфликта интересов.

Благодарности: Финансирование и индивидуальные благодарности для декларирования отсутствуют.

Для цитирования: Кешарани П.Р., Аггарвал С.Д., Патель Н.К., Патель Дж.А., Патил Д.А., Моды С.Х. Влияние технологий компьютерной навигации на точность доступа в полость зуба при эндодонтическом лечении: систематический обзор и мета-анализ. *Эндодонтия Today*. 2024;22(3):244–253. (На англ. яз.) <https://doi.org/10.36377/ET-0041>

INTRODUCTION

The goals of root canal therapy (RCT) include achieving precise access opening, as well as proper biomechanical shaping, cleaning and three-dimensional (3D) filling of the entire root canal system (RCS) in order to ensure a hermetic seal [1]. Failing to meet these objectives can result in poor treatment outcomes. Of all these steps, preparing root canal access cavities is the crucial first step in successful endodontic treatment. However, it is also one of the most challenging aspects, often considered the foundation upon which all other endodontic procedures depend. Traditionally, this is done freehand based on the operator's clinical experience and understanding of the tooth morphology, as dictated by the extent of the lesion and the tooth structure already lost [2]. Anatomical features of the pulp chamber as described by the principles of Krasner and Rankow, are used to locate the canal orifices, often aided by dental loupes or dental operating microscope to reduce iatrogenic errors [3].

Negotiating canals and creating a glide path after this step is easier and less cumbersome, however, in certain conditions, the entry into the canal orifice and its subsequent pre-flaring to achieve a glide path, due to a condition like obliteration of the pulpal chamber or of the canal itself, can extend treatment times and could also lay the groundwork for iatrogenic errors. Technical failures, such as missing canals, weakened tooth structure, tooth perforations or transportation of canal can lead to a compromised outcome, a reduction in the time to failure and may necessitate tooth extraction sooner rather than later. In cases where the tooth is a strategic one or the systemic condition of the patient precludes extraction, the extraction of teeth could be disastrous for the patient, and it demands that heroic efforts be made to locate the obliterated canals and treat them [3; 4].

Cone beam computed tomography (CBCT) is useful in such complex cases where conventional 2D radiographs fail to provide the necessary information to gain access into the calcified chamber and canal. CBCT on the other hand is able to provide a clear 3D representation of the tooth and is a more reliable method for understanding the root canal system and negotiating canals.

When comparing treatment done with traditional radiographs vs. that done with CBCT, the latter was found to have greater accuracy and lesser iatrogenic errors. The availability of 3D data enables the operator to better understand the morphology and assists in creating a mental 3D map of the root canal system [5].

Recently, the concept of guided endodontics has been introduced, where 3D data can be integrated with the surface information of teeth, obtained by using an intraoral scanner to design and 3D print a guide for access cavity preparation. Preliminary studies have demonstrated a high accuracy with this method, comparing the actual drilled path to the planned treatment without being affected by the variable of the operator's skill. Furthermore, using a guide for the procedure reduces chair time. This innovative approach could assist clinicians during treatments, minimize unnecessary removal of tooth structure, avoid complications, and consequently enhance the prognosis of the treatment [1].

Guided endodontics can be classified into static and dynamic types. The static approach involves creating 3D printed templates using CBCT images, surface scans, and virtual imaging software. The dynamic navigation system (DNS) employs a computer-assisted guided technology originally developed for precise implant placement. This system provides real-time feedback to the clinician about the drill path being prepared during treatment. It employs multiple cameras and motion tracking devices connected to both the dental handpiece and the patient, constantly comparing the actual drill path with the planned one using specific software on the CBCT images of teeth [6]. Numerous clinical applications of computer-assisted navigation in endodontics are emerging, highlighting the need for a systematic review and quality assessment of the literature to better understand this new treatment concept.

This systematic review aims to assess the impact of computer-assisted navigation techniques on the precision of endodontic access cavity preparation. It tests the null hypothesis (H0) that there is no significant difference in the effectiveness of different computer-assisted navigation techniques regarding the precision of endodontic access cavities.

MATERIALS AND METHODS

1. Study design

This systematic review was conducted following the PRISMA guidelines. It is registered with the number CRD42024579912 in PROSPERO. The review adhered to the PRISMA 2020 Checklist and was carried out in line with current recommendations for endodontic systematic reviews and meta-analyses.

PICO Question: What is the impact of computer-aided navigation techniques on the precision of root canal location, the time required, and the amount of tooth substance removed during endodontic access cavity preparation?

– *Population*: Teeth undergoing endodontic access cavity preparation with the assistance of computer-aided navigation techniques.

– *Intervention*: Use of computer-aided navigation techniques for performing endodontic access cavities.

– *Comparison*: Endodontic access cavities performed using either static navigation (SN) or dynamic navigation (DN) systems.

– *Outcome*: The precision of canal location, the time taken to complete the procedure, and the extent of tooth substance removed during endodontic access cavity preparation.

An electronic search was carried out using the following databases: PubMed, Scopus, Cochrane, and Web of Sciences. The search assessed all the literature published internationally till December 2023. Thirteen medical subject heading (MeSH) terms were included in the search: “endodontic access cavity”; “conservative access cavity”; “guided access cavity”; “navigation access cavity”; “ninja access cavity”; “minimally invasive access cavity”; “static navigation”; “dynamic navigation”; “cone beam navigation”; “guided access opening”; “computer-aided navigation”.

(a) Eligibility criteria

Inclusion criteria:

- 1) articles published in the English language or those having a summary in English;
- 2) case series;
- 3) randomized controlled trials;
- 4) randomized experimental trials.

[Studies in which endodontic access cavities were performed using computer-aided techniques (either static or dynamic navigation techniques) were included.]

Exclusion criteria:

- 1) clinical case report < 3 cases;
- 2) systematic reviews;
- 3) in vivo studies;
- 4) abstracts;
- 5) letters to editors.

(b) Data collection and data items

Two authors conducted an initial comprehensive screening to identify articles meeting the eligibility criteria. Full-text articles were retrieved for further evaluation if they met the inclusion criteria. Articles with insufficient data were excluded. Discrepancies were resolved through discussion until agreement was reached between the two primary authors.

(c) Data extraction

A Microsoft Excel spreadsheet (Microsoft Corporation, Redmond, Washington) was specifically designed to document inclusion and exclusion criteria, along with detailed reasons for data extraction processing. Two authors comprehensively selected the studies, and any discrepancies were resolved through discussion to reach a consensus.

2. Flow diagram

10 articles were selected after the selection process for final qualitative and quantitative analysis which has been described in the following flow diagram (Fig. 1).

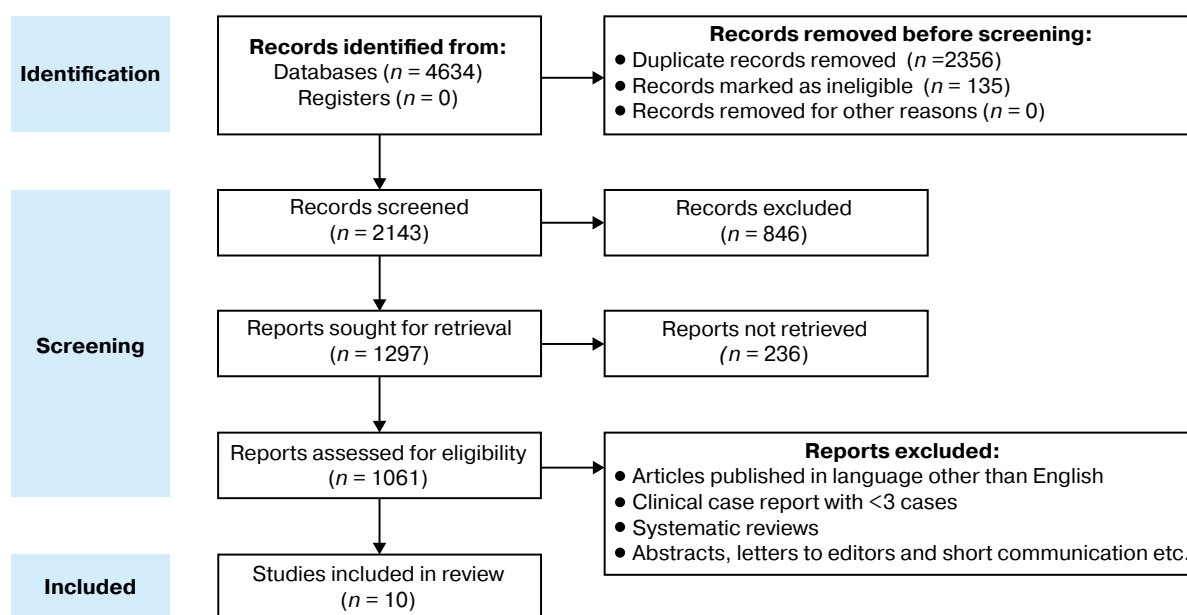


Fig. 1. Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA) Flow diagram

Рис. 1. Диаграмма потока согласно Принципам предпочтительной отчетности для систематических обзоров и мета-анализов (PRISMA)

RESULTS

1. Methodological quality assessment of included studies

Methodological quality assessment of the selected studies was done using Jadad scale and Delphi scale as given below.

(a) Jadad Scale

The Jadad was used to assess the methodological quality of the selected in clinical studies to evaluate risk of bias. This scale comprises five items that assess randomization, researcher and patient blinding, and a description of losses during follow-up, resulting in a final

score of 0–5, with scores less than 3 being deemed low quality (Table 1).

(b) Delphi Scale

The Delphi technique, developed by the RAND Corporation, is an iterative, multistage consensus process where individual opinions are combined into a group consensus. In Delphi studies, several rounds of surveys (typically two or three) are conducted, allowing for anonymous feedback and adjustments to ratings with the goal of reaching a consensus. This method is widely used for developing clinical practice guidelines and quality indicators, as well as in creating reporting guidelines and criteria for the appropriateness of interventions or core outcome sets (COS) (Table 2).

Table 1. Methodological quality assessment using the Jadad scale

Таблица 1. Оценка методологического качества с использованием шкалы Джадад

Author (Year)	Is the study randomized?	Is the Study Double-Blinded?	Were withdrawals and dropouts described?	Adequate method of randomization?	Appropriate blinding method?	Score
Buchgreiz et al. (2019)	0	0	0	0	0	0
Emanuele Ambu et al. (2023)	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Moreira Maia et al. (2019)	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Van der Meer et al. (2016)	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Wojciech Dabrowski et al. (2022)	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Xioxia Yang et al. (2024)	NA	NA	NA	NA	NA	NA

Table 2. Methodological quality assessment as per Delphi scale

Таблица 2. Оценка методологического качества согласно шкале Дельфи

Issue	Author (Year)					
	Buchgreiz et al. (2019)	Emanuele Ambu et al. (2023)	Moreira Maia et al. (2019)	Van der Meer et al. (2016)	Wojciech Dabrowski et al. (2022)	Xioxia Yang et al. (2024)
1) Treatment allocation						
a) Was a method of randomization performed?	No	NA	NA	NA	NA	NA
b) Was the treatment allocation concealed?	No	NA	NA	NA	NA	NA
2) Were the eligibility criteria specified?	Yes	NA	NA	NA	NA	NA
3) Was the outcome assessor blinded?	No	NA	NA	NA	NA	NA
4) Was the care provider blinded?	No	NA	NA	NA	NA	NA
5) Was the patient blinded?	No	NA	NA	NA	NA	NA
6) Were point estimates and measures of variability presented for the primary outcome measures?	Don't know	NA	NA	NA	NA	NA
7) Did the analysis include an intention-to treat analysis?	Don't know	NA	NA	NA	NA	NA

Table 3. Qualitative analysis of articles forming part of the systematic review for accuracy to locate root canals

Таблица 3. Качественный анализ статей, являющихся частью систематического обзора по точности нахождения корневых каналов

Author (Year)	Control group		Experimental group	
	Event	Total	Event	Total
Sameer Jain et al. (2020)	18	20	19	20
Connert et al. (2021)	35	36	35	36
Aishwarya Vasudevan et al. (2023)	20	21	21	21
Gianluca Gambarini et al. (2020)	10	10	10	10
Omid Dianat et al. (2020)	30	30	30	30
Marco Antonio et al. (2020)	18	20	20	20
Jana Kostunov et al. (2020)	30	30	28	30
Mili Rohra et al. (2023)	11	11	11	11
Dan Wang et al. (2021)	11	11	10	10

2. Qualitative analysis

10 articles were included out of which 9 were experimental trials [7–14] and 1 was an ex-vivo study [15]. Some of the studies compared conventional access with static navigation [7; 10; 12–16] while others compared conventional access with dynamic navigation [8; 9; 11; 12]. Most studies showed sample size greater than 10, even though they ranged as high as 72 in Connert et al. study [9] (Table 3–5).

3. Quantitative analysis

1. Success rate of computer-aided static navigation compared to conventional technique: All the studies included in the meta-analysis reported the success rate of computer-aided static navigation to be 85.47% (95% confidence interval = 0.09–0.66%) with high heterogeneity (Z test = 2.80, p = 0.005, and I = 53%) suggesting that the accuracy in location of root canal is significantly higher in the static

Table 4. Qualitative analysis of articles forming part of the systematic review for tooth substance removal during access cavity preparation

Таблица 4. Качественный анализ статей, являющихся частью систематического обзора по удалению зубного вещества при подготовке полости доступа

Author (Year)	Study Type	Sample(n)	Measurement procedure	Computer-aided Navigation technique	Tooth-substance loss
Connert et al. (2019)	In vitro	48	Clinical and Radiographical	Control	49.9 mm ³
				SN	9.8 mm ³
Marco Antonio et al. (2020)	Ex vivo	20	Clinical and Radiographical	Control	Incisors: 31.667 mm ³
					Molars: 62.526 mm ³
				SN	Incisors: 26.523 mm ³
Sameer Jain et al. (2020)	In vitro	40	Clinical and Radiographical	Control	40.7 mm ³
				DNS	27.2 mm ³
Connert et al. (2021)	In vitro	72	Clinical and Radiographical	Control	29.7 mm ³
				DN	10.5 mm ³
Aishwarya Vasudevan et al. (2023)	In vitro	42	Clinical and Radiographical	Control	66.87 mm ³
				SN	19.39 mm ³
Jana Kostunov et al. (2020)	In vitro	60	Clinical and Radiographical	Control	Incisor: 16.1 mm ³
					Premolar: 44.2 mm ³
					Molar: 99.3 mm ³
				SN	Incisor: 5.3 mm ³
					Premolar: 14.4 mm ³
Omid Dianat et al. (2020)	In vitro	60	Clinical and Radiographical	Control	CEJ: 1.55 mm
					End drilling point: 1.47 mm
				DN	CEJ: 1.06 mm
Mili Rohra et al. (2023)	In vitro	22	Clinical and Radiographical	Control	End drilling point: 1.18 mm
				SN	27.64 mm ³
Dan Wang et al. (2021)	In vitro	30	Clinical and Radiographical	Control	11.73 mm ³
				SN	81.78 mm ³
				TEC	42.39 mm ³
				SN	

Table 5. Qualitative analysis of articles forming part of the systematic review for time taken to prepare access cavity

Таблица 5. Качественный анализ статей, являющихся частью систематического обзора по времени, затраченному на подготовку полости доступа

Author (Year)	Study Type	Sample(n)	Measurement procedure	Computer-aided Navigation technique	Time taken
Connert et al. (2019)	In vitro	48	Clinical and Radiographic	Control	21.8 min
				SN	11.3 min
Sameer Jain et al. (2020)	In vitro	40	Clinical and Radiographical	Control	424.8 s
				DN	136.1 s
Connert et al. (2021)	In vitro	72	Clinical and radiographical	Control	193 s
				DN	195 s
Aishwarya Vasudevan et al. (2023)	In vitro	42	Clinical and Radiographical	Control	28.14 min
				SN	16.79 min
Gianluca Gambarini et al. (2020)	In vitro	20	Clinical and Radiographical	Control	12.2 s
				DN	11.5 s
Omid Dianat et al. (2020)	In vitro	60	Clinical and Radiographical	Control	405 s
				DN	227 s

navigation group compared to the conventional group, with an overall Odds ratio of 0.24 ($p = 0.005$) (Fig. 2).

2. Success rate of computer-aided dynamic navigation compared to conventional technique: Four studies included reported the success rate of 96.5% (95% confidence interval = 0.09–0.66%) with high heterogeneity (Z test = 2.80, $p = 0.005$, and $I^2 = 53\%$) which suggests that the accuracy in location of root canal is significantly higher in the dynamic navigation group compared to the conventional group, with an overall Odds ratio of 0.24 ($p = 0.005$) (Fig. 3).

3. Amount of tooth-substance removal in computer-aided static navigation compared to conventional technique: All the studies included in the meta-analysis showed the overall mean difference between the

computer-aided static navigation and conventional groups to be -50.28 [95% Confidence Interval (CI): $-52.43, -48.14$] with high variability of heterogeneity. (Z test = 45.98, $p = <0.00001$, and $I^2 = 99\%$) which indicates that static navigation methods significantly reduce tooth substance removal compared to traditional techniques, with the results being statistically significant and likely robust despite some variability among studies (Fig. 4).

4. Amount of tooth-substance removal in computer-aided static navigation compared to conventional technique: Three studies included in the meta-analysis showed the overall mean difference between the computer-aided dynamic navigation and conventional groups to be -0.71 [95% Confidence Interval (CI): $-0.92, -0.51$] with high variability of heterogeneity.



Fig. 2. Forest plot of root canal location success rate between computer-aided static navigation compared to conventional technique

Рис. 2. Лесной график (Forest plot) сравнительного успеха нахождения корневого канала между компьютерной статической навигацией и традиционной техникой

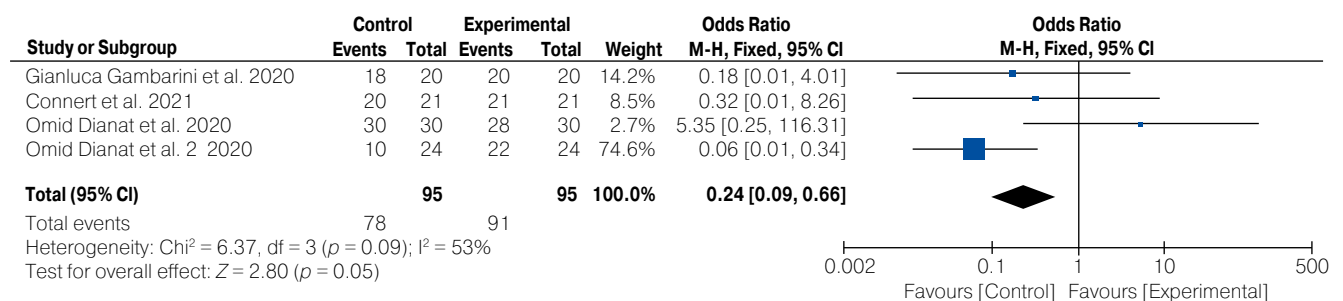


Fig. 3. Forest plot of root canal location success rate between computer-aided dynamic navigation compared to conventional technique

Рис. 3. Лесной график (Forest plot) сравнительного успеха нахождения корневого канала между компьютерной динамической навигацией и традиционной техникой

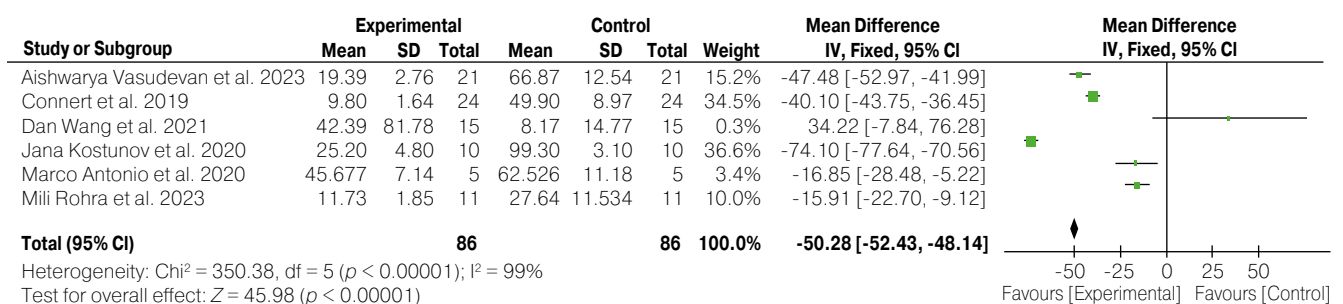


Fig. 4. Forest plot of amount of tooth-substance removal in computer-aided static navigation compared to conventional technique

Рис. 4. Лесной график (Forest plot) объема удаления зубного вещества при компьютерной статической навигации по сравнению с традиционной техникой

(Z test = 6.79, p = <0.00001, and I^2 = 99%) which indicates that dynamic navigation methods significantly reduce tooth substance removal compared to traditional techniques, with the results being statistically significant and likely robust despite some variability among studies (Fig. 5).

5. Total time taken in access cavity preparation in Computer-aided static navigation compared to conventional technique: The meta-analysis employs a continuous random-effects model, focusing on the mean difference in time taken between computer-aided static navigation and conventional groups. The mean difference was -631.69 [95% Confidence Interval (CI): -668.34 to -595.04] with no heterogeneity (Z test = 33.78, p = <0.00001, and I^2 = 0%) which demonstrates a significant mean difference between the static navigation and conventional groups with no significant heterogeneity, indicating consistent findings across the included studies (Fig. 6).

6. Total time taken in access cavity preparation in Computer-aided dynamic navigation compared to conventional technique: The meta-analysis investigates the time taken for procedures using dynamic navigation techniques in experimental and conventional groups

between computer-aided dynamic navigation and conventional groups across four studies. The mean difference was -1.80 [95% Confidence Interval (CI): -4.27 to 0.67] with high variability of heterogeneity (Z test = 1.43, p = 0.15, and I^2 = 99%) which shows that there is no statistically significant difference in the time taken for dynamic navigation between the experimental and conventional groups (Fig. 7).

DISCUSSION

Traditional root canal therapy relied on tactile sensation for many years, leading to varying degrees of endodontic complications. Since then, the advent of advanced tools such as DG-16 probes, ultrasonic tips, and enhanced visualization techniques utilizing loupes and microscopes has significantly improved the accuracy of locating root canals, particularly in cases of pulp canal obliteration. The introduction of CBCT has enabled 3D visualization of teeth, enhancing diagnostic capabilities [17].

Nasseh and Al-Rawi highlighted the benefits of CBCT in endodontics, which include comprehensive evaluation of endodontic and non-endodontic conditions [18]. Cone beam computed tomography (CBCT)

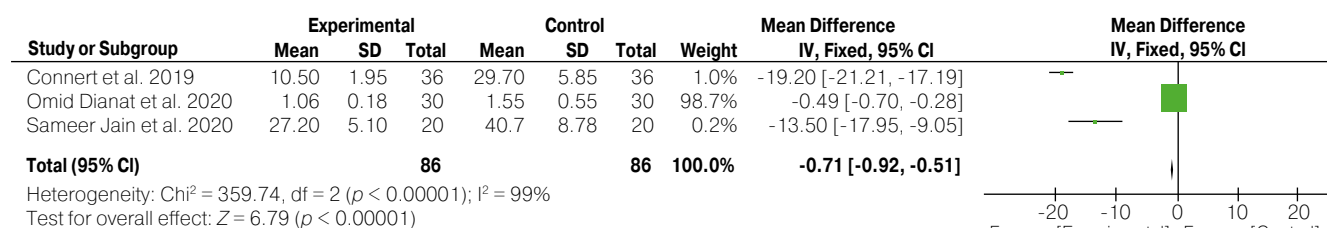


Fig. 5. Forest plot of amount of tooth-substance removal in computer-aided dynamic navigation compared to conventional technique

Рис. 5. Лесной график (Forest plot) объема удаления зубного вещества при компьютерной динамической навигации по сравнению с традиционной техникой

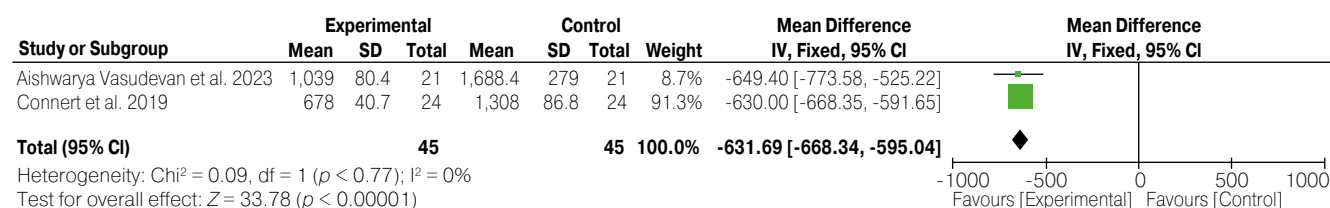


Fig. 6. Forest plot of total time taken in access cavity preparation in Computer-aided static navigation compared to conventional technique

Рис. 6. Лесной график (Forest plot) общего времени, затраченного на подготовку полости доступа при компьютерной статической навигации по сравнению с традиционной техникой

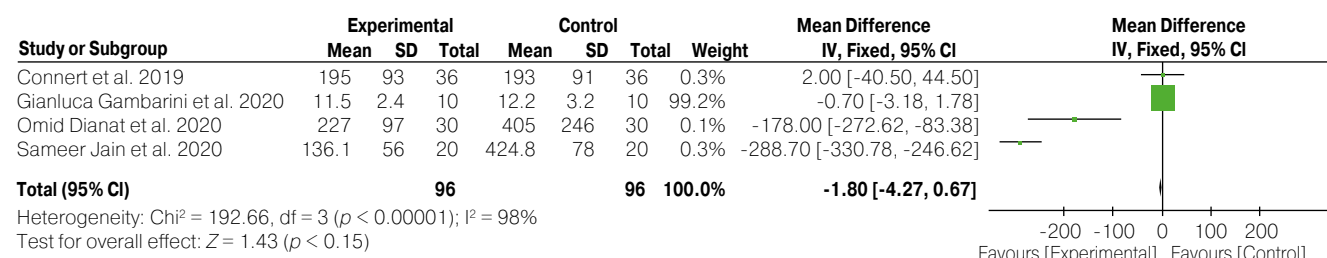


Fig. 7. Forest plot of total time taken in access cavity preparation in Computer-aided dynamic navigation compared to conventional technique

Рис. 7. Лесной график (Forest plot) общего времени, затраченного на подготовку полости доступа при компьютерной динамической навигации по сравнению с традиционной техникой

is particularly useful in complex cases where traditional radiographs fail to offer adequate information about the tooth morphology and its surrounding structures [19]. This 3D data can be integrated with surface details obtained from an intraoral scanner, enabling the design and 3D printing of a treatment guide [20].

The accuracy of computer-assisted navigation techniques for dental implant placement has been evaluated by numerous authors, revealing a range of deviations. The horizontal deviation at the dental implant platform has been found to range from 0.00 mm to 6.15 mm, while the vertical deviation at the dental implant apex varies from 0.00 mm to 6.99 mm. Additionally, the average angular deviation relative to the longitudinal axis of the dental implants is approximately 3.81°. These findings highlight the variability in accuracy across different studies and methods [21; 22]. Gambarini et al. reported that the use of a dynamic navigation system yielded a mean horizontal deviation of 0.34 mm and a mean angular deviation of 4.8°. The deviations at the dental implant platform and apex were lower, with values of 0.71 ± 0.40 mm and 1.00 ± 0.49 mm, respectively, and an average angular deviation of $2.26^\circ \pm 1.62^\circ$ relative to the longitudinal axis of the dental implants [23–25]. These findings indicate that dynamic navigation techniques can enhance the accuracy of dental implant placement compared to the freehand method, reducing clinical complications. The increased precision of these systems supports their potential use in performing ultraconservative root canal access openings and reinforces their credibility for clinical applications [26; 27].

Root canal access preparation in calcified teeth presents significant clinical challenges. Errors in this critical step can have severe consequences, especially in teeth with minimal dentin, such as mandibular incisors. Unsuccessful attempts to locate calcified canals can lead to gouging, perforation, and substantial dentin loss. Despite the advancements in treatment efficacy for teeth with pulp canal obliteration (PCO) through the use of dental operating microscopes (DOM) and cone-beam computed tomography (CBCT), the process remains difficult, time-consuming, and prone to technical errors [12]. According to Sameer Jain et al., access cavities prepared using dynamic navigation resulted in significantly less mean tooth substance loss compared to the conventional freehand root canal access opening (27.2 mm^3 vs. 40.7 mm^3) [8]. Similarly, Connert et al. observed that the mean substance loss using the conventional freehand root canal access opening method was 49.9 mm^3 (95% CI, $42.2\text{--}57.6 \text{ mm}^3$), while the static-guided approach resulted in a loss of just 9.8 mm^3 (95% CI, $6.8\text{--}12.9 \text{ mm}^3$) [7].

Locating canals in calcified teeth requires more time than preparing conventional access cavities, regardless of the operator's experience. Connert et al. reported that the average time for access cavity preparation was 30 seconds, with the total time – including surface scanning, virtual planning, and access cavity preparation – amounting to 613 seconds [9].

In terms of treatment duration, Connert et al. found that conventional techniques took an average of 21.8 minutes, whereas guided endodontics took

11.3 minutes [7]. Likewise, Sato et al. reported that guided access preparation required 25.03 minutes, compared to 16.98 minutes for conventional access preparation. Therefore, guided access is not only faster but also a more reliable option for endodontic treatment. Although designing and preparing an endodontic guide requires considerable time and expertise in CBCT, software handling, and 3D printing, the overall benefits in complex cases justify its use.

Using computer-assisted navigation techniques for locating root canals has generally shown a high success rate (96.2%) compared to conventional methods (83.9%). Notably, computer-assisted static navigation techniques had a slightly higher success rate in root canal location (96.5%) compared to dynamic techniques (95.7%). These studies all conclude that computer-aided navigation techniques offer a more predictable and reliable approach for endodontic access cavities [20].

To be clear, endodontic treatment remains challenging despite advancements in technology. Small root canals and complex anatomy pose significant difficulties. Thus, it is essential to underscore the importance of employing appropriate techniques for a successful outcome. Limited access and visibility in endodontics, particularly in cases involving molars, often contribute to higher failure rates. Consequently, adopting advanced imaging and navigation techniques is vital to achieve precise and effective results. While traditional methods like radiography are useful, they have limitations that can impact the accuracy of the procedure [28]. The integration of computed tomography (CT) and dynamic navigation systems has shown promise in enhancing the precision of endodontic treatments. Utilizing these advanced technologies can help overcome the inherent challenges and improve patient outcomes, ensuring a higher success rate for endodontic procedures [29].

The findings of this study disproved the null hypothesis, which stated that there is no significant difference in the accuracy of endodontic access cavities when using various computer-aided navigation techniques.

This study presents a limitation that all the included articles were limited to those published in English, potentially excluding studies in other languages. Despite this, computer-aided navigation is an emerging technique that is continually developing. As more scientific literature emerges in the future, this method is likely to become a safer and more accurate alternative to traditional access techniques in cases involving calcification.

CONCLUSION

This study leads to the conclusion that:

1. Computer-aided static navigation has proved to be highly accurate in location of root canal orifices with accuracy of 96.2%.
2. Computer-aided navigation techniques removes less tooth substance compared to conventional techniques.
3. Computer-aided navigation techniques take less time in preparation of endodontic access cavity than conventional techniques.

REFERENCES

- Plotino G., Grande N.M., Isufi A., Ioppolo P., Pedullà E., Bedini R. et al. Fracture strength of endodontically treated teeth with different access cavity designs. *J Endod.* 2017;43(6):995–1000. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2017.01.022>
- Baruwa A.O., Martins J.N.R., Meirinhos J., Pereira B., Gouveia J., Quaresma S.A. et al. The influence of missed canals on the prevalence of periapical lesions in endodontically treated teeth: A cross-sectional study. *J Endod.* 2020;46(1):34–39.e1. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2019.10.007>
- Krasner P., Rankow H.J. Anatomy of the pulp-chamber floor. *J Endod.* 2004;30(1):5–16. <https://doi.org/10.1097/00004770-200401000-00002>
- Hegde S.G., Tawani G., Warhadpande M., Raut A., Dakshindas D., Wankhade S. Guided endodontic therapy: Management of pulp canal obliteration in the maxillary central incisor. *J Conserv Dent.* 2019;22(6):607–611. https://doi.org/10.4103/JCD.JCD_21_20
- Venskutonis T., Plotino G., Juodzbalsys G., Mickevicienė L. The importance of cone-beam computed tomography in the management of endodontic problems: a review of the literature. *J Endod.* 2014;40(12):1895–1901. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2014.05.009>
- Zubizarreta-Macho Á., Muñoz A.P., Deglow E.R., Agustín-Panadero R., Álvarez J.M. Accuracy of computer-aided dynamic navigation compared to computer-aided static procedure for endodontic access cavities: An in vitro study. *J Clin Med.* 2020;9(1):129. <https://doi.org/10.3390/jcm9010129>
- Connert T., Krug R., Eggmann F., Emsermann I., ElAyouti A., Weiger R. et al. Guided endodontics versus conventional access cavity preparation: A comparative study on substance loss using 3-dimensional-printed teeth. *J Endod.* 2019;45(3):327–331. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2018.11.006>
- Jain S.D., Saunders M.W., Carrico C.K., Jadhav A., Deeb J.G., Myers G.L. Dynamically navigated versus freehand access cavity preparation: A comparative study on substance loss using simulated calcified canals. *J Endod.* 2020;46(11):1745–1751. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2020.07.032>
- Connert T., Leontiev W., Dagassan-Berndt D., Kühl S., ElAyouti A., Krug R. et al. Real-time guided endodontics with a miniaturized dynamic navigation system versus conventional freehand endodontic access cavity preparation: Substance loss and procedure time. *J Endod.* 2021;47(10):1651–1656. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2021.07.012>
- Vasudevan A., Sundar S., Surendran S., Natanasabapathy V. Tooth substance loss after incisal endodontic access and novel single-tooth template-guided endodontic access in three-dimensional printed resin incisors with simulated pulp canal calcification: A comparative in vitro study. *J Conserv Dent.* 2023;26(3):258–264. https://doi.org/10.4103/jcd.jcd_3_23
- Gambarini G., Galli M., Morese A., Stefanelli L.V., Abduljabbar F., Giovarruscio M. et al. Precision of dynamic navigation to perform endodontic ultraconservative access cavities: A preliminary in vitro analysis. *J Endod.* 2020;46(9):1286–1290. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2020.05.022>
- Kostunov J., Rammelsberg P., Klotz A.L., Zenthöfer A., Schwindling F.S. Minimization of tooth substance removal in normally calcified teeth using guided endodontics: An in vitro pilot study. *J Endod.* 2021;47(2):286–290. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2020.10.025>
- Rohra M.R., Shah P.B., Arora A.V., Kapoor S.V., Rana H.B. Evaluation of volumetric substance loss and precision in targeted endodontic re-treatment with guided versus conventional access cavity preparations: An in vitro study. *J Conserv Dent.* 2023;26(2):221–225. https://doi.org/10.4103/jcd.jcd_618_22
- Dianat O., Nosrat A., Tordik P.A., Aldahmash S.A., Romberg E., Price J.B., Mostoufi B. Accuracy and efficiency of a dynamic navigation system for locating calcified canals. *J Endod.* 2020;46(11):1719–1725. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2020.07.014>
- Loureiro M.A.Z., Elias M.R.A., Capeletti L.R., Silva J.A., Siqueira P.C., Chaves G.S., Decurcio D.A. Guided endodontics: Volume of dental tissue removed by guided access cavity preparation-an ex vivo study. *J Endod.* 2020;46(12):1907–1912. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2020.09.008>
- Wang D., Wang W., Li Y.J., Wang Y.R., Hong T., Bai S.Z., Tian Y. The effects of endodontic access cavity design on dentine removal and effectiveness of canal instrumentation in maxillary molars. *Int Endod J.* 2021;54(12):2290–2299. <https://doi.org/10.1111/iej.13621>
- Zubizarreta-Macho Á., Castillo-Amature C., Montiel-Company J.M., Mena-Álvarez J. Efficacy of computer-aided static navigation technique on the accuracy of endodontic microsurgery. A systematic review and meta-analysis. *J Clin Med.* 2021;10(2):313. <https://doi.org/10.3390/jcm10020313>
- Nasseh I., Al-Rawi W. Cone beam computed tomography. *Dent Clin North Am.* 2018;62(3):361–391. <https://doi.org/10.1016/j.cden.2018.03.002>
- Patel S., Brown J., Pimentel T., Kelly R.D., Abella F., Durack C. Cone beam computed tomography in Endodontics – a review of the literature. *Int Endod J.* 2019;52(8):1138–1152. <https://doi.org/10.1111/iej.13115>
- Dawood A., Marti Marti B., Sauret-Jackson V., Darwood A. 3D printing in dentistry. *Br Dent J.* 2015;219(11):521–529. <https://doi.org/10.1038/sj.bdj.2015.914>. Erratum in: *Br Dent J.* 2016;220(2):86. <https://doi.org/10.1038/sj.bdj.2016.50>
- Van Assche N., Vercruyssen M., Coucke W., Teughels W., Jacobs R., Quirynen M. Accuracy of computer-aided implant placement. *Clin Oral Implants Res.* 2012;23(Suppl. 6):112–123. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0501.2012.02552.x>
- Sicilia A., Botticelli D. Computer-guided implant therapy and soft- and hard-tissue aspects. The Third EAO Consensus Conference 2012. *Clin Oral Implants Res.* 2012;23(Suppl. 6):157–161. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0501.2012.02553.x>
- Gambarini G., Galli M., Morese A., Stefanelli L.V., Abduljabbar F., Giovarruscio M. et al. Precision of dynamic navigation to perform endodontic ultraconservative access cavities: A preliminary in vitro analysis. *J Endod.* 2020;46(9):1286–1290. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2020.05.022>
- Block M.S., Emery R.W., Lank K., Ryan J. Implant placement accuracy using dynamic navigation. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2017;32(1):92–99. <https://doi.org/10.11607/jomi.5004>
- Stefanelli L.V., DeGroot B.S., Lipton D.I., Mandelaris G.A. Accuracy of a dynamic dental implant navigation system in a private practice. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2019;34(1):205–213. <https://doi.org/10.11607/jomi.6966>
- Mediavilla Guzmán A., Riad Deglow E., Zubizarreta-Macho Á., Agustín-Panadero R., Hernández Montero S. Accuracy of computer-aided dynamic navigation

- compared to computer-aided static navigation for dental implant placement: An in vitro study. *J Clin Med*. 2019;8(12):2123. <https://doi.org/10.3390/jcm8122123>
27. Chen C.K., Yuh D.Y., Huang R.Y., Fu E., Tsai C.F., Chiang C.Y. Accuracy of implant placement with a navigation system, a laboratory guide, and freehand drilling. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2018;33(6):1213–1218. <https://doi.org/10.11607/jomi.6585>
28. Kapetanaki I., Dimopoulos F., Gogos C. Traditional and minimally invasive access cavities in endodontics: a literature review. *Restor Dent Endod*. 2021;46(3):e46. <https://doi.org/10.5395/rde.2021.46.e46>
29. Wei X., Du Y., Zhou X., Yue L., Yu Q., Hou B. et al. Expert consensus on digital guided therapy for endodontic diseases. *Int J Oral Sci*. 2023;15(1):54. <https://doi.org/10.1038/s41368-023-00261-0>

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Pooja R. Kesharani – PhD Scholar, Professor, Department of Conservative Dentistry and Endodontics, Dr. D.Y. Patil Dental College and Hospital, Dr. D.Y. Patil Vidyapeeth, Pimpri, Pune, Maharashtra, 411018, India; College of Dental Sciences and Research Centre, Bopal-Manipur, 382115, Ahmedabad, India

Shalini D. Aggarwal – Professor, Department of Conservative Dentistry and Endodontics, Dr. D.Y. Patil Dental College and Hospital, Dr. D.Y. Patil Vidyapeeth, Pimpri, Pune, Maharashtra, 411018, India

Nishtha K. Patel – Professor and Head, Department of Conservative Dentistry and Endodontics, College of Dental Sciences and Research Centre, Bopal-Manipur, 382115, Ahmedabad, India

Jhanvi A. Patel – Pg Student (MDS), College of Dental Sciences and Research Centre, Bopal- Manipur, 382115, Ahmedabad, India.

Deepu A. Patil – Professor and Head, Department of Conservative Dentistry and Endodontics, AME's Dental college, near Govt. Polytechnic, Bijjangera road, Raichur, Karnataka, India

Shreya H. Modi – Assistant Professor, College of Dental Sciences and Research Centre, Bopal-Manipur, 382115, Ahmedabad, India.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Кешарани, Пуджа Р. – аспирант, профессор, кафедра терапевтической стоматологии и эндодонтии, Стоматологический колледж и больница доктора Д.И. Патила, Университет доктора Д.И. Патила, Пимпри, Пуна, Махараштра, 411018, Индия; Колледж стоматологических наук и исследовательский центр, Бопал-Манипур, 382115, Ахмедабад, Индия.

Аггарвал, Шалини Д. – профессор, кафедра терапевтической стоматологии и эндодонтии, Стоматологический колледж и больница доктора Д.И. Патила, Университет доктора Д.И. Патила, Пимпри, Пуна, Махараштра, 411018, Индия.

Патель, Ништха К. – профессор и заведующая кафедрой терапевтической стоматологии и эндодонтии, Колледж стоматологических наук и исследовательский центр, Бопал-Манипур, 382115, Ахмедабад, Индия.

Патель, Джанви А. – студент (МДС), Колледж стоматологических наук и исследовательский центр, Бопал-Манипур, 382115, Ахмедабад, Индия.

Патил, Дипу А. – профессор и заведующий кафедрой терапевтической стоматологии и эндодонтии, Стоматологический колледж АМЕ, Карнатака, Индия

Моди, Шрея Х. – доцент, Колледж стоматологических наук и исследовательский центр, Бопал-Манипур, 382115, Ахмедабад, Индия.

AUTHOR'S CONTRIBUTION

Pooja R Kesharani – a substantial contribution to the concept or design of the article and drafted the article.

Shalini D Aggarwal – a substantial contribution to the concept or design of the article and approved the version to be published.

Nishtha K Patel – the acquisition, analysis and interpretation of data for the article.

Jhanvi A Patel – the acquisition, analysis and interpretation of data for the article.

Deepu A Patil – revised it critically for important intellectual content.

Shreya H. Modi – revised it critically for important intellectual content.

ВКЛАД АВТОРОВ

П.Р. Кешарани – существенный вклад в концепцию или дизайн статьи и составил проект статьи.

С.Д. Аггарвал – существенный вклад в концепцию или дизайн статьи и утвердил версию для публикации.

Н.К. Патель – получение, анализ и интерпретация данных для статьи.

Дж.А. Патель – получение, анализ и интерпретация данных для статьи.

Д.А. Патиль – критически пересмотрел статью, внес значимые интеллектуальные изменения.

С.Х. Модии – критически пересмотрел статью, внес значимые интеллектуальные изменения.

Use of feldspathic ceramics in a digital protocol: A clinical case

Oxana A. Naidyonova  

Private Dental Practice, Karaganda, Kazakhstan

 Kadoks@inbox.ru

Abstract

When starting to work within a digital protocol, especially with the ability to implement restorations directly at the patient's chairside, doctors face the challenge of selecting the appropriate material. The correct choice of block can help achieve a highly aesthetic and quality result in a short time. Modern CAD/CAM systems allow for the fabrication of a single restoration at the patient's chairside in just 10 minutes, as demonstrated in this clinical case.

Keywords: feldspathic ceramics, CAD/CAM, restoration

Article info: received – 14.05.2024; revised – 10.08.2024; accepted – 12.08.2024

Conflict of interests: The author declares no conflict of interests.

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

For citation: Naidyonova O.A. Use of feldspathic ceramics in a digital protocol: A clinical case. *Endodontics Today*. 2024;22(3):254–258. <https://doi.org/10.36377/ET-0031>

Использование полевошпатной керамики в цифровом протоколе: клинический случай

О.А. Найденова  

Частная стоматологическая практика, г. Караганда, Казахстан

 Kadoks@inbox.ru

Резюме

Начиная работать в цифровом протоколе, особенно имея возможность реализовывать реставрации тут же, у кресла пациента, доктора сталкиваются с проблемой выбора того или иного материала. Правильный выбор блока поможет получить высокоэстетичный и качественный результат в короткие сроки. Современные CAD/CAM системы позволяют изготовить одиночную реставрацию у кресла пациента за 10 минут, что было продемонстрировано в представленном клиническом случае.

Ключевые слова: полевошпатная керамика, CAD/CAM, реставрация

Информация о статье: поступила – 14.05.2024; исправлена – 10.08.2024; принята – 12.08.2024

Конфликт интересов: Автор сообщает об отсутствии конфликта интересов.

Благодарности: Финансирование и индивидуальные благодарности для декларирования отсутствуют.

Для цитирования: Найденова О.А. Использование полевошпатной керамики в цифровом протоколе: клинический случай. *Эндодонтия Today*. 2024;22(3):254–258. (На англ. яз.) <https://doi.org/10.36377/ET-0031>

INTRODUCTION

A large number of companies offer CAD/CAM blocks, and for the first time, encountering such a variety of materials, names, and designations, users can become confused and end up purchasing what the distributor or a colleague who uses them recommended [1–3]. However, choosing and understanding the properties of the material allows you to create long-lasting restorations wisely [4]. CAD/CAM blocks from different companies may differ in composition, but each company has blocks made of various materials that have similar recommendations for processing, polishing, and individualization [1].

MATERIALS AND METHODS

Basic materials used during clinical appointments (Fig. 1) [5]:

- feldspathic ceramics;
- lithium disilicate;
- composite;
- hybrid ceramics;
- zirconia dioxide;
- PMMA.

The most commonly used blocks in my practice for single chairside restorations are feldspathic ceramics [6]. The main components of its composition are potassium feldspar (75–85%), quartz glass (12–25%),

and white clay (3–5%). Small quantities of various additives improve the processability of firing and impart the necessary optical properties. At temperatures above 1000°C, feldspar melts and turns into amorphous potassium aluminosilicate glass [7]. Kaolin and quartz, despite their higher melting points, begin to interact with the feldspar melt. As a result, after cooling, a translucent and solid material is formed.

Examples of materials based on feldspathic ceramics [8]:

- Vita Mark II;
- Vita Triluxe Forte;
- Vita Reallife;
- Ivoclar Empress CAD;
- CEREC blocks SIRONA.

CASE REPORT

Next, consider a clinical case implemented using a block of feldspathic ceramics. Initial situation: Tooth after endodontic retreatment (Fig. 2). An onlay with overlap of the tuberosities and vestibular surface is planned.

Procedure:

1. Cusp reduction was performed (Fig. 3).
2. An area of demineralized enamel was detected on the medial surface, and a dark area of tissue was visualized (Fig. 4).



A



B

Fig. 2. Initial situation: A – occlusal view; B – side view

Рис. 2. Исходная ситуация: А – окклюзионный вид; В – вид сбоку



Fig. 1. Available CAD/CAM blocks

Рис. 1. Доступные блоки CAD/CAM



Fig. 3. Cusp reduction

Рис. 3. Редуцирование бугров



Fig. 4. Area of demineralized enamel

Рис. 4. Область деминерализованной эмали



Fig. 5. Caries detected

Рис. 5. Обнаруженный кариес

3. After removing the demineralized tissue, dentin caries were detected (Fig. 5).

4. In the final stage of preparation, the contact wall on the 36th tooth was smoothed out to create the correct profile for our onlay (Fig. 6).

5. A scan was carried out, and a digital design was made in the CEREC Design 5.1 program (Fig. 7, 8).

6. A block of grade II Vita feldspathic ceramics was milled for 10 minutes on a clinical milling machine MCXL (Dentsply Sirona) (Fig. 9).

7. After individualization with VITA AKZENT paints and glaze application in one firing (Fig. 10).

8. Isolation and fixation were performed (Fig. 11, 12).

9. The final view immediately after fixation (Fig. 13).

10. Checking occlusal contacts (Fig. 14).



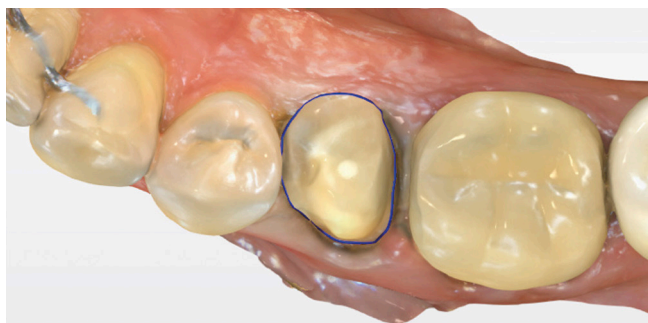
A



B

Fig. 6. Final preparation: A – occlusal view; B – side view

Рис. 6. Финальное препарирование: A – окклюзионный вид; B – вид сбоку



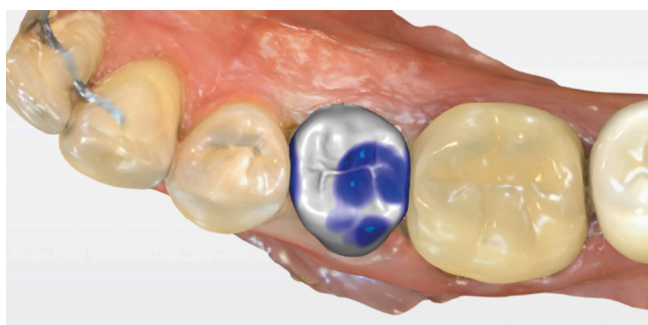
A



B

Fig. 7. Margin preparation determination: A – occlusal view; B – side view

Рис. 7. Определение границ препарирования: A – окклюзионный вид; B – вид сбоку



A



B

Fig. 8. Initial anatomy: A – occlusal view; B – side view

Рис. 8. Первоначальная анатомия: A – окклюзионный вид; B – вид сбоку

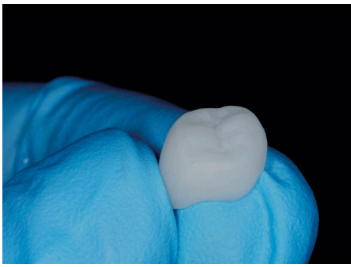


Fig. 9. Feldspathic restoration
Рис. 9. Полевошпатная реставрация



Fig. 10. Try-in
Рис. 10. Припасовка



Fig. 11. Rubber dam isolation
Рис. 11. Изоляция системой коффердам



A



B

Fig. 12. Cemented restoration: *A* – occlusal view; *B* – side view

Рис. 12. Зафиксированная реставрация: *A* – окклюзионный вид; *B* – вид сбоку



Fig. 13. Restoration after rubber dam removal

Рис. 13. Реставрация после снятия системы коффердам



Fig. 14. Occlusal contact

Рис. 14. Окклюзионные контакты

DISCUSSION

Feldspathic ceramic blocks are essentially ready-made for work. If there is no need or desire to individualize the restorations, they can simply be polished and fixed in the patient's mouth without any heat treatment [9].

The color of the block is the color of the future restoration [10]. However, it's important to remember that the thickness of the material in the block is significant, which makes the colors appear more saturated. After milling, the thin restoration will be slightly lighter than the block itself.

If necessary, a feldspathic ceramic restoration can be painted and/or glazed [11].

Please note that successful work with feldspathic blocks cannot be guaranteed if the following guidelines are not followed:

1. Underestimation of the required minimum thickness of full-anatomical restorations.
2. Underestimation of the required minimum thickness of shortened restorations (Cut-Back reduction technique).
3. Exceeding the thickness of the maximum permissible layer when layering masses.
4. Using blocks in a CAD/CAM system that is incompatible with them.

CONCLUSION

Thus, the use of feldspathic ceramics for single restorations in clinical practice ensures high aesthetics and durability of the restorations. Thanks to modern CAD/CAM technologies, the manufacturing process becomes fast and efficient, allowing the creation of customized solutions directly in the doctor's office

in a short time. The ability to individualize the blocks allows for an optimal match to the color and shape of natural teeth, which is especially important for the front teeth. Additionally, the use of feldspathic ceramics does not require complex heat treatment, simplifying the process and minimizing the risk of errors during operation.

REFERENCES

1. Paolone G., Mandurino M., de Palma F., Mazzitelli C., Scotti N., Breschi L. et al. Color stability of polymer-based composite CAD/CAM blocks: A systematic review. *Polymers*. 2023;15(2):464. <https://doi.org/10.3390/polym15020464>
2. Vichi A., Zhao Z., Mutahar M., Paolone G., Louca C. Translucency of lithium-based silicate glass-ceramics blocks for CAD/CAM procedures: A narrative review. *Materials*. 2023;16(19):6441. <https://doi.org/10.3390/ma16196441>
3. Radwan M., Abdou A., Nagi N., Younes D., Mahrous A. Wear characteristics of esthetic resin matrix and zirconia reinforced lithium disilicate CAD/CAM materials: two-body wear and surface topography analysis. *Minerva Dent Oral Sci*. 2023;72(6):280–290. <https://doi.org/10.23736/S2724-6329.23.04779-4>
4. Sadek H., El-Banna A. Biaxial flexural strength of different provisional restorative materials under chemomechanical aging: An in vitro study. *J Prosthodont*. 2024;33(2):149–156. <https://doi.org/10.1111/jopr.13662>
5. Rexhepi I., Santilli M., D'Addazio G., Tafuri G., Manciocchi E., Caputi S., Sinjari B. Clinical applications and mechanical properties of CAD-CAM materials in restorative and prosthetic dentistry: A systematic review. *J Funct Biomater*. 2023;14(8):431. <https://doi.org/10.3390/jfb14080431>
6. Murat S., Batak B., Yilmaz D., Öztürk C. Effects of 16% carbamide peroxide on optical properties of thermally aged monolithic CAD-CAM glass ceramics with different surface treatments. *Oper Dent*. 2023;48(2):176–185. <https://doi.org/10.2341/21-082-L>
7. Okoubulu A.B., Mgbemere H.E., Obidiegwu E.O., Nwaeju C.C. Effect of feldspar and silica variation on the properties of dental porcelain. *Niger J Technol*. 2023;42(1):107–113. <https://doi.org/10.4314/njt.v42i1.13>
8. Grangeiro M.T.V., Rodrigues C.D.S., Rossi N.R., Souza K.B., Melo R.M., Bottino M.A. Preheated composite as an alternative for bonding feldspathic and hybrid ceramics: A microshear bond strength study. *J Adhes Dent*. 2023;25(1):159–166. <https://doi.org/10.3290/j.jad.b4279775>
9. Saavedra G.S.F.A., Tribst J.P.M., Ramos N.C., Melo R.M., Rodrigues V.A., Ramos G.F., Bottino M.A. Feldspathic and lithium disilicate onlays with a 2-year follow-up: Split-mouth randomized clinical trial. *Braz Dent J*. 2021;32(2):53–63. <https://doi.org/10.1590/0103-6440202104080>
10. Shin J.W., Kim J.E., Choi Y.J., Shin S.H., Nam N.E., Shim J.S., Lee K.W. Evaluation of the color stability of 3D-Printed crown and bridge materials against various sources of discoloration: An in vitro study. *Materials*. 2020;13(23):5359. <https://doi.org/10.3390/ma13235359>
11. Incesu E., Yanikoglu N. Evaluation of the effect of different polishing systems on the surface roughness of dental ceramics. *J Prosthet Dent*. 2020;124(1):100–109. <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2019.07.003>

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

Охана А. Найдынова – DMD, Private Dental Practice, Karaganda, Kazakhstan; <https://orcid.org/0009-0006-9928-3945>

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

Найденова Оксана Александровна – врач-стоматолог, Частная стоматологическая практика, г. Караганда, Казахстан; <https://orcid.org/0009-0006-9928-3945>

AUTHOR'S CONTRIBUTION

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

ВКЛАД АВТОРОВ

О.А. Найденова – существенный вклад в замысел и дизайн исследования, критический пересмотр статьи в части значимого интеллектуального содержания, окончательное одобрение варианта статьи для опубликования.

<https://doi.org/10.36377/ET-0038>

Анализ данных литературы о методиках расширения верхней челюсти

А.А. Базан , Н.С. Дробышева

Российский университет медицины, г. Москва, Российская Федерация

✉ bazananna88@gmail.com

Резюме

ВВЕДЕНИЕ. В данной статье проведен анализ данных литературы о существующих методиках расширения верхней челюсти.

ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ. Изучение опубликованных данных о сужении верхней челюсти и способах лечения.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ. В рамках данной работы был проведен библиографический поиск в следующих электронных базах данных: eLibrary, PubMed, Web of Science и Google Scholar. При поиске использовались следующие ключевые слова: «сужение верхней челюсти», «расширение верхней челюсти», «скученное положение зубов», «небный шов», «разрыв небного шва», «аппараты для быстрого небного расширения», «гибридные аппараты», «ортодонтические аппараты». Также был применен ручной метод поиска информации. В анализ были включены статьи, в которых упоминается информация о лечении пациентов с сужением верхней челюсти.

РЕЗУЛЬТАТЫ. После ознакомления и анализа статей, согласно описанным ранее критериям, было выделено несколько публикаций, соответствующих критериям включения, среди которых ряд был представлен зарубежными авторами.

ВЫВОДЫ. В процессе выбора метода лечения пациента с сужением верхней челюсти нужно обязательно обращать внимание на степень созревания небного шва при планировании ортодонтического лечения, а также применять современные методы расширения верхней челюсти в практике, которые оказывают менее травматичное влияние на зубочелюстную систему. Анализ данных показал, что использование гибридных аппаратов с опорой на мини-имплантаты может снизить негативные эффекты, ведущие к осложнениям, однако в ходе проделанной нами работы было определено, что для более подробного рассмотрения данного вида лечения необходимо проанализировать большее количество клинических случаев и литературы.

Ключевые слова: сужение верхней челюсти, небный шов, аппарат с опорой на небные имплантаты

Информация о статье: поступила – 23.05.2024; исправлена – 25.05.2024; принята – 27.05.2024

Конфликт интересов: Авторы сообщают об отсутствии конфликта интересов.

Благодарности: Финансирование и индивидуальные благодарности для декларирования отсутствуют.

Для цитирования: Базан А.А., Дробышева Н.С. Анализ данных литературы о методиках расширения верхней челюсти. *Эндодонтия Today*. 2024;22(3):259–265. <https://doi.org/10.36377/ET-0038>

Analysis of literature about methods of maxillary expansion

А.А. Bazan , N.S. Drobysheva

Russian University of Medicine, Moscow, Russian Federation

✉ bazananna88@gmail.com

Abstract

INTRODUCTION. There is an analysis of the literature data on existing methods of maxillary expansion in this article.

AIM. To analyze the published data about constriction of the upper jaw and treatment methods.

MATERIALS AND METHODS. As part of this work, a bibliographic search was conducted in the following electronic databases: eLibrary, PubMed, Web of Science and Google Scholar. The following keywords were used in the search: “narrowing of the upper jaw”, “expansion of the upper jaw”, “crowded position of teeth”, “palatal suture”, “devices for rapid palatal expansion”, “hybrid devices”, “orthodontic devices”. A manual method of searching for information was also applied. The analysis included articles mentioning information about the treatment of patients with constriction of the upper jaw.

RESULTS. After reviewing and analyzing the articles, according to the criteria described earlier, several publications were identified that meet the inclusion criteria, among which a number were submitted by foreign authors.

CONCLUSIONS. In the process of choosing a treatment method for a patient with a narrowing of the upper jaw, it is necessary to pay attention to the stage of maturation of the palatal suture when planning orthodontic treatment, as well as apply modern methods of maxillary expansion in practice, which have a less traumatic effect on the maxillary jaw. Analysis of literature has shown that the usage of hybrid devices based on mini-implants can reduce the negative effects leading to complications, however, in the course of our work, it was determined that for a more detailed consideration of this type of treatment, it is necessary to analyze a larger number of clinical cases and literature.

Keywords: narrowing of the upper jaw, palatal suture, appliance based on palatine implants

Article info: received – 23.05.2024; revised – 25.05.2024; accepted – 27.05.2024

Conflict of interest: The authors report no conflict of interest.

Acknowledgements: There are no financing and individual acknowledgements for declaration.

For citation: Bazan A.A., Drobysheva N.S. Analysis of literature about methods of maxillary expansion. *Endodontics Today*. 2024;22(3):259–265. (In Russ.) <https://doi.org/10.36377/ET-0038>

ВВЕДЕНИЕ

Диагноз – «Сужение верхней челюсти» – наиболее часто встречающийся в ежедневной практике врача-ортодонта и является мультифакторной патологией. При этом определить основную причину очень сложно: оно возникает вследствие эндогенных и экзогенных нарушений, заболеваний лор-органов, вредных привычек, травм и врожденных аномалий и обычно сопровождается скученным положением зубов, перекрестным прикусом, а также нарушениями височно-нижнечелюстного сустава [1].

Ряд авторов отмечают среди причин сужения верхней челюсти такие причины как заболевания лор-органов, сосание пальца, соматические заболевания в анамнезе [2].

При заболеваниях лор-органов развивается нарушение носового дыхания. Вследствие вынужденного ротового дыхания формируется высокое «готическое» небо и сужение верхней челюсти, уменьшается объем носовой полости. Это оказывает влияние на развитие зубочелюстной системы в первую очередь, а также на развитие всего организма [3].

Сужение верхней челюсти требует лечения как можно скорее для правильного роста и формирования зубочелюстной системы.

ЦЕЛЬ

Провести систематический анализ литературы и резюмировать имеющиеся данные о сужении верхней челюсти и способах лечения.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В рамках данной работы проводился библиографический поиск в следующих электронных базах данных: eLibrary, PubMed, Web of Science и Google Scholar с 2014 по 2024 г. Ограничения по языку публикаций отсутствовали. При поиске использовались следующие ключевые слова: «сужение верхней челюсти», «расширение верхней челюсти», «скученное положение зубов», «небный шов», «разрыв небного шва», «аппараты для быстрого небного расширения», «гибридные аппараты», «ортодонтические аппараты». Также был применен ручной метод поиска информации. В анализ были включены статьи, в которых упоминается информация о лечении пациентов с сужением верхней челюсти.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

На основании критериев отбора было выбрано 23 публикаций, которые были включены в литературный обзор для систематического анализа.

С целью планирования лечения пациентов с сужением верхней челюсти и зубного ряда используют клинические, антропометрические и методы лучевой диагностики [4].

Антропометрическое исследование гипсовых моделей челюстей проводят по методу А. Пона (A. Pont). Метод Пона используется для определения нарушений трансверсальных размеров зубных рядов, т.е. их ширины в прикусе постоянных зубов.

Помимо изучения ширины зубных рядов в области премоляров и моляров по методу Пона было предложено измерение ширины зубных рядов в области клыков, нормы для которого в 1998 г. предложены А.Б. Слабковской.

В 1969 г. H.T. Ricketts представил метод исследования трансверсальных размеров верхней и нижней челюстей по данным телерентгенограммы в прямой проекции. Метод основан на сравнении размеров челюстей с нормальными табличными значениями, также предложенными H.T. Ricketts. Ширину верхней челюсти измеряют между двумя скелетными точками (Mx-Mx), которые располагаются на самой вогнутой части боковых контуров основания верхней челюсти в области соединения верхней челюсти и скуловой кости. Ширину нижней челюсти измеряют между точками (Ag-Ag), которые располагаются на внутренней части тела нижней челюсти, ниже и медиальнее угла нижней челюсти. Затем из полученных данных ширины нижней челюсти вычитают данные ширины верхней челюсти и полученные значения сравнивают с табличным значением нормы [5].

Наиболее точным методом диагностики является конусно-лучевая компьютерная томография и на основе исследования в 2011 г. был предложен метод определения ширин верхней и нижней челюстей Пенсильванским университетом (University of Pennsylvania Cone-Beam CT Analysis) – Penn-анализ. Данный анализ используется для оценки скелетного несоответствия по ширине. Для того, чтобы определить несоответствие измеряют расстояние на уровне фуркации моляров нижней челюсти (точки WALA Ridge – анализ Andrews), затем измеряют размер верхней челюсти между самыми глубокими точками скулоальвеолярного гребня (точки Mx – анализ Ricketts) на уровне первых молярами.

По данным Пенсильванского Университета считается, что ширина верхней челюсти в норме больше ширины нижней челюсти на 5 мм.

Помимо оценки ширины верхней челюсти, зарубежные авторы предложили оценивать небный шов для выбора метода расширения и соответственно выделили пять стадий формирования небного шва на основе КЛКТ [6]. На стадии А небный шов выглядит как прямая линия по середине неба, на стадии В небный шов представляет собой неровную зубчатую линию, стадия С – это две ломаные линии с просветлением между ними. На стадии D появляется слияние небного шва от постериальной части к ан-

териальной и на стадии E небный шов полностью срастается. Когда шов находится на стадии формирования A-B можно провести скелетное расширение с помощью аппарата для быстрого небного расширения, но, если шов сформирован полностью и находится на стадии D и E в большей степени происходит наклон зубов, поэтому проводят хирургическое расширение [6].

M.D. Adkins et al. продемонстрировали, что каждый дополнительный миллиметр транспалатинальной ширины в области премоляров увеличивает периметр верхнего зубного ряда на 0,7 мм. Поэтому расширение верхней челюсти требуется для лечения перекрестного прикуса в боковых отделах и скученного положения зубов [7].

Ранее использовались аппараты для расширения верхней челюсти с опорой на зубы, что приводило к негативным последствиям. Целью данного лечения являлось расширение верхней челюсти для исправления перекрестного прикуса, увеличения периметра зубного ряда верхней челюсти, нормализации уровня кривой Уилсона, расширения улыбки и увеличения проходимости дыхательных путей [8]. Для достижения вышеупомянутых целей используют различные варианты фиксации аппаратов RPE, в основе которых винт Hyrax в различных модификациях. При этом функция у всех аппаратов одна – расширение верхней челюсти с раскрытием срединного небного шва.

С середины прошлого столетия метод быстрого расширения верхней челюсти нашел широкое применение в клинике и считается рутинной процедурой среди ортодонтот, в основном благодаря его популяризации. Быстрое расширение верхней челюсти у молодых пациентов не представляет больших трудностей, а вот у взрослых применение данного метода сопряжено с рядом осложнений. Основные из них: значительная болезненность при лечении, большой процент рецидивов, наклонно-вращательное перемещение зубов или их вывихивание, пародонтальные проблемы [9].

Расширение верхней челюсти проводят разными устройствами в зависимости от степени сформированности срединного небного шва.

В зависимости от скорости расширения и количества активаций в единицу времени, методики расширения верхней челюсти можно разделить на быстрое небное расширение (RME) и медленное небное расширение (SME). Обе методики не имеют значительных различий в клиническом результате лечения пациентов с перекрестным прикусом. Обе методики демонстрировали умеренный эффект похожих зубоальвеолярных изменений при этом приводят к небольшим скелетным изменениям по сравнению с зубоальвеолярными.

В частности, быстрое небное расширение представляет собой активацию небного винта на 0,5–1,0 мм в день и медленное небное расширение подразумевает активацию 0,25 мм в день. Медленное небное расширение является более физиологическим методом расширения, потому что ассоциируется с постоянным расширением как зубов, так и костной ткани, в то время как быстрое небное расширение характеризуется более быстрым рас-

ширением с последующим рецидивом наполовину от полученного результата.

Чаще всего первые постоянные моляры используются в качестве опоры для небного расширителя. Однако, было отмечено, что опорные зубы двигаются во время расширения, а это значит, что часть расширения происходит за счет зубов, а часть за счет кости.

Зубоальвеолярное расширение можно рассматривать как побочный эффект быстрого или медленного небного расширения. По этой причине A. Lo Giudice et al. в 2018 г. исследовали пародонтальные побочные эффекты, такие как наклон зубов и уменьшение костной ткани с щечной стороны у растущих пациентов после аппаратов с фиксацией на зубы. Скелетное расширение верхней челюсти с опорой на зубы является эффективным у растущих пациентов [10].

Традиционные аппараты для расширения с опорой только на зубы создают побочные эффекты в виде щечного наклона боковых зубов, увеличивая риск возникновения рецессий [11; 12].

В современной отечественной ортодонтии применяются съемные и несъемные ортодонтические аппараты: пластиночные, Quadhelix, аппарат Норда, аппарат Дерихсвайлера. Для расширения верхнего зубного ряда используется четырехпетельный бюгель Quadhelix, который изготавливается из стальной ортодонтической проволоки сечением 0,9 мм и фиксируется в замковых приспособлениях, расположенных с небной поверхности на ортодонтических кольцах, фиксируемых на первых молярах верхней челюсти. Для более значительного расширения верхнего зубного ряда фирмы выпускают экспансивные винты типа Hyrex, которые существенно и в короткие сроки расширяют зубной ряд. В случае значительного сужения возможно использование аппарата на верхнюю челюсть с ортодонтическим винтом и окклюзионными накладками для разобщения зубных рядов. Широко используются пластиночные аппараты для расширения зубного ряда. Для значительного расширения используется аппарат Хааса (Haas) с винтом и окклюзионными накладками в области жевательных зубов. Также для расширения зубного ряда и создания ортопедических сил в области срединного небного шва используется аппарат Норда (Nord), в основе которого винт и кольца. Расширение зубных рядов с активным расширяющим действием на альвеолярные отростки возможно с помощью аппарата Дерихсвайлера (Derichsweiler), который состоит из винта, ортодонтических колец и пластмассового базиса. Для расширения в области первых постоянных моляров верхней челюсти используется аппарат Спрингджет (Spring Jet) на кольцах и с расширяющей пружиной [13].

В 1953 г. Derichsweiler предложил аппарат с на-зубной фиксацией. В основе аппарата был винт, припаянный к четырем коронкам или кольцам на первых премолярах и молярах. Между кольцами припаивалась балка.

Первым расширением верхней челюсти с помощью винта Hyrex в 1961 г. у детей предложил Andrew J. Haas. Для быстрого небного расширения он устанавливал несъемный аппарат механического типа

действия. Лечение проводилось в течение 1–2 месяцев и в дальнейшем аппарат должен был оставаться во рту еще 6 месяцев. Активация у детей проводилась каждый день 1 раз в сутки на четверть оборота.

Было исследование, целью которого было сравнение зубоальвеолярных и скелетных размеров в поперечном, сагиттальном и вертикальном направлениях после расширения у трех групп исследуемых тремя аппаратами (Quad-Helix, Haas, Hyrex). В результате равные скелетные и дентальные значения были получены после лечения Quad-helix, а аппараты RME продемонстрировали максимальный эффект в трансверсальной плоскости [14]. По мнению авторов [11] метод быстрого небного расширения используется для лечения перекрестного прикуса. Стандартные аппараты с опорой на зубы фиксируются таким образом, что оказывают достаточно большие силы на верхнюю челюсть и среднюю треть лица. В большинстве ситуаций такие аппараты вызывают побочные эффекты, такие как щечный наклон боковых зубов, увеличивают риск возникновения рецессий и движение зубов за кортикальную пластинку.

В настоящее время все большую популярность набирают аппараты с использованием костной опоры. Расширение верхней челюсти проводится с помощью применения больших сил для раскрытия срединного небного шва и для максимальной перестройки костных структур с минимальной нагрузкой на зубы верхней челюсти, но их применение также зависит от степени созревания небного шва [15].

Ортодонтические имплантаты стали широко используемым инструментом в ортодонтической практике из-за биомеханической универсальности, минимальной инвазивности и относительной экономической эффективности. Их используют в различных целях: дистализации, мезиализации, интрузии, экструзии ретенционных зубов, коррекции средней линии, для раннего лечения III класса и опоры в переднем и боковом отделах. На сегодняшний день спустя десятилетия после их появления ортодонтические миниимплантаты стали незаменимыми при проведении сложных ортодонтических манипуляций. Ортодонтические миниимплантаты обеспечивают простоту и эффективность и расширяют границы ортодонтического лечения без дополнительных хирургических вмешательств. Материалы и дизайн ортодонтических миниимплантатов постоянно совершенствуются и их можно устанавливать в различные участки полости рта. В частности, небный участок пользуется большим успехом среди врачей из-за его отличительных характеристик по сравнению с щечным межкорневым участком.

Ряд авторов исследовали и описали способы использования миниимплантатов для достижения целей ортодонтического лечения.

Так, например, H.W. Ahn et al. исследовали факторы, влияющие на стабильность ортодонтических миниимплантатов, такие как глубина костной ткани, толщина кортикальной пластинки, плотность кости и толщина мягких тканей. По их рекомендации перед установкой миниимплантатов необходимо определить анатомически опасные и важные структуры, такие как носонебный канал, большое небное

отверстие, сосуды и нервы. Было отмечено, что небные миниимплантаты служили лучше, чем межкорневые имплантаты. Они также использовались для различных целей, потому что они могут контролировать движения зубов в трех плоскостях, а применять их можно для ретракции фронтальных зубов, мезиализации боковых зубов, дистализации, интрузии, расширения и сужения. Самое главное, что они позволяют врачу-ортодонту работать минимально инвазивно и могут быть легко установлены с учетом анатомических ориентиров [16].

Помимо альвеолярного отростка, хорошей альтернативой для установки ортодонтических имплантатов является твердое небо. Область за небными складками называется «Т-зоной». Именно эта область является наиболее подходящей для установки ортодонтических имплантатов, так как кость в данном участке более плотная, слизистая тонкая, а риск повреждения корней зубов минимальный, количество устанавливаемых имплантатов может быть разным [12].

Для расширения верхней челюсти часто используют MARPE. Некоторыми авторами проведено исследование, что после лечения с использованием аппарата с опорой на небные ортодонтические имплантаты были смещены в бок верхнечелюстная, скуловая кость и вся скуловая дуга. При этом центр вращения скуловерхнечелюстного комплекса располагался вблизи проксимальной части скулового отростка височной кости, кзади и латеральнее [17].

L. Lin et al. исследовали эффекты быстрого небного расширения на примере аппарата с на костной фиксацией и аппаратов с назубной фиксацией у взрослых пациентов. На основе результатов, полученных путем сравнения данных КЛКТ до лечения и спустя 3 месяца после расширения, был сделан вывод, что аппараты для расширения с на костной фиксацией давали большее расширение и меньший наклон зубов по сравнению с аппаратом с назубной фиксацией [18].

Также И. Токарев и А. Хомич провели сравнение расширяющих аппаратов и пришли к выводу, что аппараты с опорой на кость на 17–51 % производят большее расширение, чем аппараты с опорой на зубы. Вторые в свою очередь часто приводят к рецидиву во время ретенции до 50 %, по этой причине работая с такими аппаратами рекомендовано проводить расширение с гиперкоррекцией. По данным авторов аппараты с на костной фиксацией не дают наклона опорных зубов и их можно применять у пациентов при отсутствии одного или нескольких зубов. Также они помогают избежать таких осложнений как резорбция корней, уменьшение количества костной ткани с щечной стороны, рецессий десны, которые обычно сопровождают лечение аппаратами с опорой на зубы [19].

Скелетное расширение верхней челюсти подробно изучал W. Moon и предложил свой аппарат MSE. В своей статье он описывает безоперационное скелетное расширение верхней челюсти, как разновидность быстрого небного расширения с опорой на ортодонтические имплантаты для взрослых пациентов. Величину расширения следует определять исходя из несоответствия на скелетном, а не

зубоальвеолярном уровне. Диастему следует закрывать немедленно. Согласно его исследованиям, стабильность спустя пять лет является окончательной, так как MSE приводит к расширению срединно-лицевого скелета, а не к зубоальвеолярным изменениям. MSE также расширяет заднюю и верхнюю части срединно-лицевого комплекса, оказывая воздействие на контрофорсы, крыловидно-небный шов и воздействие на небную кость. Этот тип расширения приводит к увеличению объема носовой полости и может быть использован для лечения пациентов с обструкцией дыхательных путей и сужением верхней челюсти [20].

L.I. Nojima et al. в своей статье описали протокол выбора миниимплантатов, которые используются в аппарате MARPE с опорой на четыре небных имплантата. Для планирования они используют гипсовую модель и КЛКТ. На модели прорисовывают линию срединного небного шва и далее на нее устанавливают ортодонтические кольца на первые верхние моляры (т.е. зубы 2.6 и 1.6) и расширяющий винт на уровне этих зубов. Далее отмечают две линии, проходящие перпендикулярно срединному небному шву через центр колец для фиксации на винтах мезиально и дистально относительно расширяющего винта. Далее необходимо открыть КЛКТ, ориентированное так, чтобы аксиальная плоскость совпадала с окклюзионной плоскостью зубов верхней челюсти. По моделям предварительно с помощью штангенциркуля определяют расстояние между мезиальными и дистальными кольцами, в которые будут установлены небные имплантаты, затем смещаются на уровень мезиальной линии в аксиальной проекции и переносят измерения между кольцами на срединный небный шов. То же самое делают и с дистальной линией. Для более точных измерений рекомендовано предупредить и попросить пациента во время проведения КЛКТ не касаться языком небной поверхности. Если изображение получено качественное, по его данным можно измерить толщину мягких тканей. Таким образом, общая длина небного имплантата складывается из толщины костной ткани + 1–2 мм, которые необходимы для вершины имплантата для прохождения кортикальной пластинки носовой полости + толщины мягких тканей + толщины самих колец + расстояния от кольца до небной поверхности [21].

Еще одним методом выбора лечения пациентов с сужением верхней челюсти является хирургическое ассистирование с применением небного дистрактора. E. Zawislak et al. исследовали группу пациентов из 36 человек в возрасте от 17 до 42 лет со скелетным перекрестным прикусом, которым был установлен небный дистрактор. На основании измерений диганостических моделей и цефалометрии было установлено наибольшее увеличение размеров по трансверсали в области клыков и на уровне альвеолярного отростка верхней челюсти [22] и является эффективной методикой коррекции трансверсального межчелюстного несоответствия у взрослых пациентов с законченным ростом в отличие от использования аппаратов с на костной опорой [23].

Хирургическое быстрое небное расширение (SARPE) и сегментарная остеотомия верхней челюсти по Ле-Фор I применяются для увеличения размеров верхней челюсти по трансверсали у взрослых пациентов со скелетными аномалиями (при недостаточном размере по трансверсали) [24]. Проведение хирургических операций требует определенной подготовки, учитывая состояние здоровья пациентов. Методики хирургического расширения совершенствовались, как и аппараты, и инструменты для их проведения, но также были выявлены негативные моменты [25].

Однако, все авторы работ, как отечественные, так и зарубежные, указывают на необходимость дальнейшего изучения этого вопроса.

ВЫВОДЫ

На основании нашего исследования мы пришли к выводу, что нужно обязательно обращать внимание на степень созревания небного шва при планировании ортодонтического лечения, а также применять современные методы расширения верхней челюсти в практике, которые оказывают менее травматичное влияние на зубочелюстную систему. Анализ данных показал, что использование гибридных аппаратов с опорой на мини-имплантаты может снизить негативные эффекты, ведущие к осложнениям, однако в ходе проделанной нами работы было определено, что для более подробного рассмотрения данного вида лечения необходимо проанализировать большее количество клинических случаев и литературы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ / REFERENCES

1. Арипова Г., Вахобова М. Эффективность скелетного расширения верхней челюсти с опорой на микроимпланты. В кн. *Актуальные проблемы стоматологии и челюстно-лицевой хирургии: материалы 4-й междунар. конгресс стоматологов*. Ташкент; 2022. С. 197–198.
Aripova G., Vakhobova M. Efficiency of skeletal expansion of the maxilla supported by microimplants. In: *Current issues in dentistry and maxillofacial surgery: Proceedings of the 4th International Congress of Dentists*. Tashkent; 2022, pp. 197–198. (In Russ.)
2. Галстян С.Г., Тимофеев Е.В. Аномалии прикуса: современные подходы к диагностике и лечению. *Juvenis Scientia*. 2021;7(1):5–16. https://doi.org/10.32415/jscientia_2021_7_1_5-16
Galstyan S.G., Timofeev E.B. Malocclusion: Modern approaches to diagnostics and treatment. *Juvenis Scientia*. 2021;7(1):5–16. (In Russ.) https://doi.org/10.32415/jscientia_2021_7_1_5-16
3. Бимбас Е.С., Мягкова Н.В., Шишмарева А.С., Клевакин А.Ю., Кайем В.М. Ортодонтическое лечение детей с сужением верхней челюсти и нарушением носового дыхания. *Уральский медицинский журнал*. 2018;(6):50–53. Режим доступа: <https://www.umjusu.ru/jour/article/view/626> (дата обращения: 13.07.2024).

- Bimbas E.S., Mygkova N.V., Shishmareva A.S., Klevakin A.Y., Rayem W.M. Orthodontic Treatment of children with a maxillary constriction and disruption of nasal breathing. *Ural Medical Journal*. 2018;(6):50–53. (In Russ.) Available at: <https://www.umjusu.ru/jour/article/view/626> (accessed: 13.07.2024).
4. Фадеев Р.А., Пономарева Е.А. *Аппарат для расширения верхней челюсти с на костной фиксацией*. Патент РФ. RU 147426. 10.11.2014. Режим доступа: https://yandex.ru/patents/doc/RU147426U1_20141110 (дата обращения: 13.07.2024).
Fadeev R.A., Ponomareva E.A. Apparatus for expansion of the upper jaw with bone fixation. Patent RU 147426 U1, Russian Federation, 10.11.2014. Available at: https://yandex.ru/patents/doc/RU147426U1_20141110 (accessed: 13.07.2024).
 5. Tamburrino R.K., Boucher N.S., Vanarsdall R.L., Secchi A. The transverse dimension: Diagnosis and relevance to functional occlusion. *RWISO J*. 2010;2(1):13–22.
 6. Angelieri F., Franchi L., Cevitanes L.H., McNamara J.A. Jr. Diagnostic performance of skeletal maturity for the assessment of midpalatal suture maturation. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2015;148(6):1010–1016. <https://doi.org/10.1016/j.jado.2015.06.016>
 7. Adkins M.D., Nanda R.S., Currier G.F. Arch perimeter changes on rapid palatal expansion. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 1990;97(3):194–199. [https://doi.org/10.1016/S0889-5406\(05\)80051-4](https://doi.org/10.1016/S0889-5406(05)80051-4)
 8. Шкавро Т.К., Павлова И.А., Маланова З.В. *Аппараты для быстрого небного расширения и дистализации моляров*. Иркутск: ИГМУ; 2017. 18 с.
Shkavro T.K., Pavlova I.A., Malanova Z.V. Appliances for rapid palatal expansion and distalization of molars. Irkutsk: Irkutsk State Medical University; 2017. 18 p. (In Russ.)
 9. Доста А.Н. Быстрое расширение верхней челюсти у взрослых. *Современная стоматология*. 2011;(1):43–46.
Dosta A.N. Rapid expansion of the upper jaw in adults. *Sovremennaya Stomatologiya*. 2011;(1):43–46. (In Russ.)
 10. Lo Giudice A., Barbato E., Cosentino L., Ferraro C.M., Leonardi R. Alveolar bone changes after rapid maxillary expansion with tooth-borne appliances: a systematic review. *Eur J Orthod*. 2018;40(3):296–303. <https://doi.org/10.1093/ejo/cjx057>
 11. Wilmes B., Nienkemper M., Drescher D. Application and effectiveness of a mini-implant- and tooth-borne rapid palatal expansion device: the hybrid hyrax. *World J Orthod*. 2010;11(4):323–330.
 12. Wilmes B., Ludwig B., Vasudavan S., Nienkemper M., Drescher D. The T-Zone: Median vs. Paramedian insertion of palatal mini-implants. *J Clin Orthod*. 2016;50(9):543–551.
 13. Персин Л.С., Слабковская А.Б., Картон Е.А., Дробышева Н.С., Попова И.В., Текучева С.В. и др. *Ортодонтия. Современные методы диагностики аномалий зубных рядов и окклюзии*. М.: ГЭОТАР-Медиа; 2017. 160 с.
Persin L.S., Slabkovskaya A.B., Kartan E.A., Drobysheva N.S., Popova I.V., Tekucheva S.V. et al. Orthodontics. Modern methods of diagnostics of dental arch and occlusion anomalies. Moscow: GEOTAR-Media; 2017. 160 p. (In Russ.)
 14. Sandıkçioğlu M., Hazar S. Skeletal and dental changes after maxillary expansion in the mixed dentition. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 1997;111(3):321–327. [https://doi.org/10.1016/s0889-5406\(97\)70191-4](https://doi.org/10.1016/s0889-5406(97)70191-4)
 15. Махортова П.И., Арсенина О.И., Попова Н.В., Гайрбекова Л.А. Эффективность ортодонт-хирургического лечения пациентов с сужением верхней челюсти в период постоянного прикуса. *Стоматология*. 2018;97(2):30–31.
Makhortova P.I., Arsenina O.I., Popova N.V., Gairbekova L.A. Efficiency of orthodontic surgical treatment of patients with narrowing of the upper jaw during the period of permanent occlusion. *Stomatology*. 2018;97(2):30–31. (In Russ.)
 16. Ahn H.W., Kang Y.G., Jeong H.J., Park Y.G. Palatal temporary skeletal anchorage devices (TSADs): What to know and how to do? *Orthod Craniofac Res*. 2021;24(Suppl 1):66–74. <https://doi.org/10.1111/ocr.12451>
 17. Cantarella D., Dominguez-Mompell R., Moschik C., Sfogliano L., Elkenawy I., Pan H.C. et al. Zygomaticomaxillary modifications in the horizontal plane induced by micro-implant-supported skeletal expander, analyzed with CBCT images. *Prog Orthod*. 2018;19(1):41. <https://doi.org/10.1186/s40510-018-0240-2>
 18. Lin L., Ahn H.W., Kim S.J., Moon S.C., Kim S.H., Nelson G. Tooth-borne vs bone-borne rapid maxillary expanders in late adolescence. *Angle Orthod*. 2015;85(2):253–262. <https://doi.org/10.2319/030514-156.1>
 19. Токарев И.В., Хомич А.С. Оценка параметров скелетного расширения верхней челюсти аппаратами с разным типом опоры. *Современная стоматология*. 2018;(2):44–50.
Takarevich I.V., Khomich A.S. Evaluation of parameters of skeletal maxillary expansion achieved. *Sovremennaya Stomatologiya*. 2018;(2):44–50. (In Russ.)
 20. Moon W. Maxillary expansion in skeletally mature patients with TADs. In: Park J.H. (ed.) *Temporary Anchorage Devices in Clinical Orthodontics*. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, Inc.; 2020, pp. 223–232. <https://doi.org/10.1002/9781119513636.ch24>
 21. Nojima L.I., Nojima M.D.C.G., Cunha A.C.D., Guss N.O., San'Anna E.F. Mini-implant selection protocol applied to MARPE. *Dental Press J Orthod*. 2018;23(5):93–101. <https://doi.org/10.1590/2177-6709.23.5.093-101.sar>
 22. Zawiślak E., Gerber H., Nowak R., Kubiak M. Dental and skeletal changes after transpalatal distraction. *Biomed Res Int*. 2020;2020:5814103. <https://doi.org/10.1155/2020/5814103>
 23. Николаев А.В., Попов С.А., Сатыго Е.А., Постников М.А. Сравнение техник аппаратно-хирургической реабилитации пациентов с сужением верхней челюсти. *Аспирантский вестник Поволжья*. 2019;(5-6):91–97. <https://doi.org/10.17816/2072-2354.2019.19.3.98-103>
Nikolaev A.V., Popov S.A., Satygo E.A., Postnikov M.A. Comparison of the surgically assisted orthodontic rehabilitation techniques of patients with transversal maxillary deficiency. *Aspirantskiy Vestnik Povolzhya*. 2019;(5-6):91–97. (In Russ.) <https://doi.org/10.17816/2072-2354.2019.19.3.98-103>
 24. Клипа И.А., Дробышев А.Ю., Дробышева Н.С., Козлова А.В., Водахова А.А. Хирургическое расширение верхней челюсти в комплексном лечении взрослых пациентов с гнатическими формами зубочелюстных аномалий. *Dental Forum*. 2012;(3):45–46.
Klipa I.A., Drobyshev A.Yu., Drobysheva N.S., Kozlova A.V., Vodakhova A.A. Surgical expansion of the upper jaw in the complex treatment of adult patients with gnathic forms of dentoalveolar anomalies. *Dental Forum*. 2012;(3):45–46. (In Russ.)
 25. Сорвин В.А., Дробышев А.Ю., Куракин К.А., Клипа И.А., Шипика Д.В., Заборовский В.В. Анализ и профилактика интраоперационных осложнений хирургического лечения пациентов с врожденными аномалиями челюстей. *Голова и шея*. 2019;7(4):42–52.

Режим доступа: <https://en.hnj.science/wp-content/uploads/2020/09/Анализ-и-профилактика-.pdf> (дата обращения: 13.07.2024).

Sorvin V.A., Drobyshev A.Y., Kurakin K.A., Klipa I.A., Shipika D.V., Zaborovsky V.V. Analysis and prevention

of intraoperative complications of surgical treatment in patients with congenital anomalies of the jaws. *Head and Neck Russian Journal*. Available at: <https://en.hnj.science/wp-content/uploads/2020/09/Анализ-и-профилактика-.pdf> (accessed: 13.07.2024).

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Базан Анна Андреевна – аспирант кафедры ортодонтии, ФГБОУ ВО «Российский университет медицины», 127006, Российская Федерация, г. Москва, ул. Долгоруковская, д. 4; <https://orcid.org/0009-0001-6757-3167>

Дробышева Наиля Сабитовна – к.м.н., доцент кафедры ортодонтии, ФГБОУ ВО «Российский университет медицины», 127006, Российская Федерация, г. Москва, ул. Долгоруковская, д. 4; <https://orcid.org/0000-0002-5612-3451>

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Anna A. Bazan – Postgraduate Student, Department of Orthodontics, Russian University of Medicine; <https://orcid.org/0009-0001-6757-3167>

Nailya S. Drobysheva – Cand. Sci. (Med.), Associate Professor, Department of Orthodontics, Russian University of Medicine; <https://orcid.org/0000-0002-5612-3451>

ВКЛАД АВТОРОВ

Н.С. Дробышева – существенный вклад в замысел исследования, окончательное одобрение варианта статьи для опубликования.

А.А. Базан – сбор данных, подготовка статьи, анализ и интерпретация данных.

AUTHOR'S CONTRIBUTION

Nailya S. Drobysheva – has made a substantial contribution to the concept of the article, approved the version to be published.

Anna A. Bazan – the acquisition of data for the article, drafted the article, analysis and interpretation of data for the article.

Влияние стоматологической тревожности детей на врачей стоматологов

В.А. Катюхина , И.А. Никольская , И.Ю. Гилева , Л.А. Соколова ,
А.С. Ларина , Д.Ф. Галиуллина , С.Ж. Жусупбеков 

Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова,
г. Москва, Российская Федерация

✉ lera.k071295@gmail.com

Резюме

АКТУАЛЬНОСТЬ. По статистике медицинские работники и, в частности, врачи-стоматологи ежедневно подвергаются воздействию стрессогенных факторов на рабочем месте. В силу специфики своей повседневной деятельности детские врачи-стоматологи испытывают большую эмоциональную нагрузку, особенно при лечении детей неадаптированных к стоматологическому приему, которая приводит к развитию синдрома эмоционального выгорания у специалистов.

ЦЕЛЬ. Определение влияния стоматологической тревожности детей на эмоциональную устойчивость во время приема и психоэмоциональный статус после приема врачей стоматологов с синдромом эмоционального выгорания.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ. В исследовании приняли участие 76 детских врачей стоматологов и 68 пациентов в возрасте 6–7 лет. С помощью опросника выгорания Маслач и Визуальной Аналоговой Шкалы оценивалось психоэмоциональное состояние врачей-стоматологов. Поведение детей на стоматологическом приеме регистрировалось по оценочной шкале поведенческого профиля Меламеда.

РЕЗУЛЬТАТЫ. По результатам опросника Маслач синдром эмоционального выгорания разной степени тяжести был выявлен у всех специалистов. Ухудшение психоэмоционального состояния после приема пациента неадаптированного к стоматологическому приему наблюдалось у 16%.

ВЫВОДЫ. Исследование показывает, что для профилактики синдрома эмоционального выгорания у детских врачей-стоматологов необходимо снижать профессиональный стресс посредством проведения методик адаптации детей к лечению, коррекции поведения пациентов и снижении стоматологической тревожности.

Ключевые слова: адаптация, тревожность, детская стоматология, психоэмоциональное состояние, профессиональное выгорание, врач-стоматолог

Информация о статье: поступила – 10.05.2024; исправлена – 29.06.2024; принята – 01.07.2024

Конфликт интересов: Авторы сообщают об отсутствии конфликта интересов.

Благодарности: Финансирование и индивидуальные благодарности для декларирования отсутствуют.

Для цитирования: Катюхина В.А., Никольская И.А., Гилева И.Ю., Соколова Л.А., Ларина А.С., Галиуллина Д.Ф., Жусупбеков С.Ж. Влияние стоматологической тревожности детей на врачей стоматологов. *Эндодонтия Today*. 2024;22(3):266–270. <https://doi.org/10.36377/ET-0029>

The impact of children's dental anxiety on dentists

Valeria A. Katyukhina , Irina A. Nikolskaya , Iulianiya Yu. Gileva , Liudmila A. Sokolova ,
Alisa S. Larina , Dina F. Galiullina , Saparmurat Zh. Zhusupbekov 

Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow, Russian Federation

✉ lera.k071295@gmail.com

Abstract

INTRODUCTION. According to statistics, medical workers and, in particular, dentists are exposed to stressful factors in the workplace on a daily basis. Due to the specifics of their daily activities, pediatric dentists experience a great emotional burden, especially when treating children who are not adapted to dental care, which leads to the development of an emotional burnout syndrome among specialists.

AIM. To determine the effect of children's dental anxiety on emotional stability during admission and psychoemotional status after admission by dentists with emotional burnout syndrome.

MATERIALS AND METHODS. The study involved 76 pediatric dentists and 68 patients aged 6–7 years. The psychoemotional state of dentists was assessed using the Maslach Burnout Questionnaire and a Visual Analog Scale. The behavior of children at the dental appointment was recorded according to the evaluation scale of the behavioral profile of the Melamed.

RESULTS. According to the results of the Maslach questionnaire, burnout syndrome of varying severity was detected in all specialists. Deterioration of the psychoemotional state after receiving a patient who was not adapted to dental treatment was observed in 16%.

CONCLUSIONS. The study shows that in order to prevent burnout syndrome in pediatric dentists, it is necessary to reduce professional stress through methods of adapting children to treatment, correcting patient behavior and reducing dental anxiety.

Keywords: adaptation, anxiety, pediatric dentistry, psycho-emotional state, professional burnout, dentist

Article info: received – 10.05.2024; revised – 29.06.2024; accepted – 01.07.2024.

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

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

For citation: Katyukhina V.A., Nikolskaya I.A., Gileva I.Yu., Sokolova L.A., Larina A.S., Galiullina D.F., Zhusupbekov S.Zh. The impact of children’s dental anxiety on dentists. *Endodontics Today*. 2024;22(3):266–270. (In Russ.) <https://doi.org/10.36377/ET-0029>

ВВЕДЕНИЕ

Страх перед стоматологом в детстве часто считается нормой развития. Однако, когда соответствующий возрасту страх не корректируется это ведет к возникновению стоматологической тревожности и даже развитию фобии [1–4]. В результате такие пациенты избегают посещение профилактических осмотров, что потенциально может повлиять на состояние здоровья ребенка, а при необходимости проведения лечебных манипуляций в полости рта демонстрируют деструктивное поведение [5–7]. Работа с детьми, имеющими стоматологическую тревожность и неадаптированных к процессу лечения оказывает отрицательное влияние на психоэмоциональное состояние врачей-стоматологов [8–10]. Длительный эмоциональный стресс, в свою очередь, ведет к возникновению синдрома эмоционального выгорания – специфического вида профессиональной деформации лиц [11].

В 2019 г. синдром эмоционального выгорания был включен в Международную классификацию болезней и отнесен к классу «Факторы, влияющие на состояние здоровья населения и обращения в учреждения здравоохранения» [12]. Синдром эмоционального выгорания определяется как ответная реакция на длительные профессиональные стрессы, возникающие в межличностном взаимодействии, характеризуется эмоциональным истощением, снижением эффективности профессиональной деятельности, обесцениванием труда и снижением значимости собственных достижений [13; 14]. Установлено, что существует профессиональный стрессор стоматолога «врач-тревожный пациент». Этот фактор занимает третье место среди стрессоров после задержек и перегрузок на работе [15; 16]. Устранение стрессовых факторов в профессиональной деятельности детского врача – стоматолога необходимо для профилактики синдрома эмоционального выгорания [17].

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

На базе кафедры терапевтической стоматологии института стоматологии Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова и частных медицинских центров г. Москвы, было проведено исследование, в котором приняли участие 76 детских врачей-стоматологов и 68 пациентов в возрасте 6–7 лет. Все пациенты были впервые на приеме у врача-стоматолога и не проходили никакие адаптационные программы. Для определения степени эмоционального выгорания врачей был выбран опросник выгорания Маслач (Maslach Burnout Inventory, MBI), который состоит из 22 вопросов оценивающийся в семибалльной шкале от 0 до 6. Набранные баллы в соответствии

с ключом относятся к одной из трех шкал опросника: эмоциональное истощение, деперсонализация, редукция профессиональных достижений. Для каждой шкалы существует три градации выраженности: низкая, средняя и высокая (табл. 1).

По результатам опроса рассчитывался системный индекс синдрома эмоционального выгорания, где минимальное значение 0 обозначает отсутствие выгорания, максимальное значение 1 – максимальное выраженное выгорание:

$$\rho = \sqrt{\frac{\left(\frac{EE_x}{54}\right)^2 + \left(\frac{DP_x}{30}\right)^2 + \left(1 - \frac{PA_x}{48}\right)^2}{3}},$$

где EE_x – значение респондента по шкале «Эмоциональное истощение»; 54 – максимальное значение по шкале «Эмоциональное истощение»; DP_x – значение респондента по шкале «Деперсонализация»; 30 – максимальное значение по шкале «Деперсонализация»; PA_x – значение респондента по шкале «Редукция профессиональных достижений»; 48 – максимальное значение по шкале «Редукция профессиональных достижений».

Психоэмоциональное состояние врача оценивалось дважды: до приема пациента и сразу после приема, с помощью визуальной аналоговой шкалы (рис. 1).

Таблица 1. Градация выраженности эмоционального выгорания

Эмоциональное состояние	Уровень		
	низкий	средний	высокий
Эмоциональное истощение	0–15	16–24	25 и больше
Деперсонализация	0–5	6–10	11 и больше
Редукция профессиональных достижений	37 и больше	31–36	30 и меньше

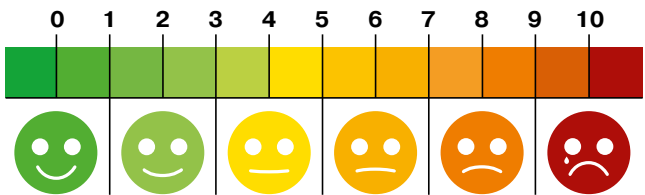


Рис. 1. Оценка психоэмоционального состояния врача до приема пациента и сразу после приема пациента

Fig. 1. Assessment of the psycho-emotional state of the doctor before receiving the patient and immediately after receiving the patient

Таблица 2. Оценочная шкала поведенческого профиля Меламеда (BPRS)**Table 2.** Melamed Behavioral Profile Rating Scale (BPRS)

Стадия стоматологического приема	Реакция	Оценка
Поведение до входа в кабинет	Плач	3
	Прижимается к маме	4
	Отказывается покидать маму	4
	Отказывается заходить в кабинет	5
Поведение в стоматологическом кресле	Закрывает рот во время манипуляций	1
	Всхлипы	1
	Не хочет сидеть	2
	Пытается увернуться от инструментов	2
	Словесные жалобы	2
	Преувеличенная реакция на боль	2
	Сжатие кулаков	2
	Негативное отношение к врачу	2
	Зажмуривание глаз	2
	Просьбы прекратить лечение	3
	Отказ открыть рот	3
	Неподвижная закрытая поза	3
	Плач	3
	Удары ногами	4
	Встает с кресла	4
	Переворачивается на кресле	4
	Отодвигает инструменты руками	5
	Отказывается сидеть в кресле	5
	Потеря сознания	5
	Покидание кабинета без лечения	5
Поведение стоматолога	Повышение голоса, крик	3
	Использование удержания для лечения	4

Поведение детей на стоматологическом приеме и эмоциональное состояние врача в момент приема оценивалось с помощью оценочной шкалы поведенческого профиля Меламеда (BPRS) (табл. 2).

Значимость различия между группами врачей с разной степенью эмоционального выгорания исследовали с помощью критерия согласия Пирсона, значения считали статистически достоверными при $p < 0,05$.

РЕЗУЛЬТАТЫ

По результатам опросника MBI у всех опрошенных врачей выявлялся синдром эмоционального выгорания. Системный индекс синдрома эмоционального выгорания имел значения: 0,7 – у 56,3 % врачей, от 0,4–0,7 – 28,4 %, меньше 0,4 – у 16,2 %.

По данным шкалы поведенческого профиля только 7 % пациентов были готовы к полному сотрудничеству с врачом-стоматологом. Из остальных 93 % детей, 37 % демонстрировали негативное поведение (плач, отказ заходить в кабинет) еще до входа в стоматологический кабинет, на этапе отлучения от сопровождающего, 73 % изменили поведение непосредственно в кресле врача, из них у 79 % при выполнении стоматологических манипуляций наблюдались негативные реакции – плач, отказ открыть рот, замкнутость, в то время как 21 % детей полностью отказались сотрудничать со стоматологом и лечение не было проведено.

Согласно опроснику, оценивалась реакция врачей на негативное поведение детей в виде повышения голоса и использования удержания для проведения стоматологических манипуляций, данные реакции наблюдались у 31 % врачей. Результаты оценки данных визуальной аналоговой шкалы показали, что у 16 % врачей после приема пациентов с отрицательным поведением ухудшалось психоэмоциональное состояние (рис. 2).

Обнаружены статистически значимые различия между группами врачей с разной степенью эмоционального выгорания по параметру поведенческих реакций во время приема неадаптированных детей и по параметру изменения психоэмоционального статуса до и после приема ($p < 0,05$).

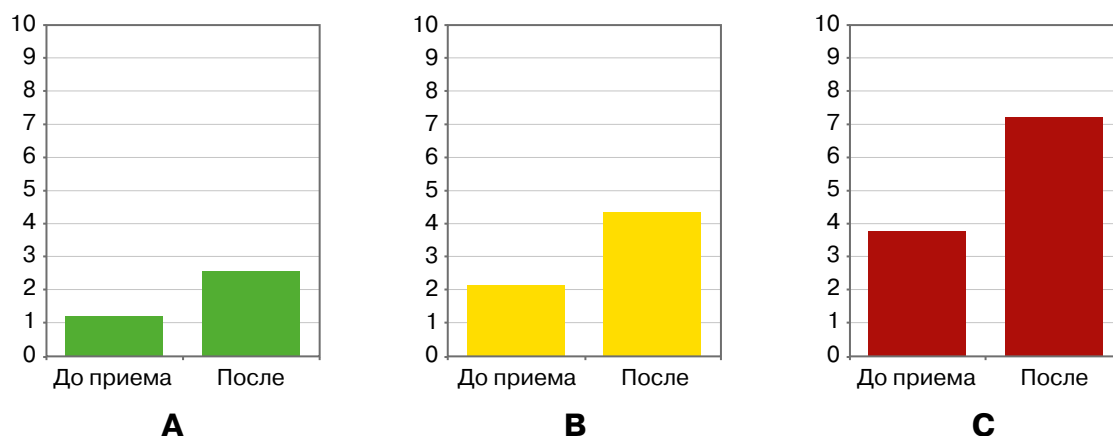


Рис. 2. Оценка данных визуальной аналоговой шкалы врачей с низким (А), средним (В) и высоким (С) уровнем выгорания

Fig. 2. Evaluation of visual analog scale data of dentist with low (A), medium (B), and high (C) burnout levels

ОБСУЖДЕНИЕ

Большинство детей, которые приходят на прием к врачу-стоматологу демонстрируют негативное поведение той или иной степени выраженности, что приводит к ухудшению эмоционального фона врача [18–20]. Таким образом исследование показывает, что для снижения профессионального стресса детских врачей-стоматологов необходимо корректировать поведение пациентов посредством адаптационных механизмов и методик снижения стоматологической тревожности.

ВЫВОДЫ

Психологическая профилактика синдрома эмоционального выгорания – это, прежде всего работа, направленная на предупреждение возникновения стрессовых факторов у людей, чья профессия подвержена риску выгорания. В случае детских врачей-стоматологов необходимо не только следить за психоэмоциональным состоянием специалиста, но и снижать страх и тревогу пациентов, адаптировать их к стоматологическому лечению.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ / REFERENCES

1. Crego A., Carrillo-Diaz M., Armfield J.M., Romero M. Dental fear and expected effectiveness of destructive coping as predictors of children's uncooperative intentions in dental settings. *Int J Paediatr Dent.* 2015;25(3):191–198. <https://doi.org/10.1111/ipd.12126>
2. Custódio N.B., Costa F.D.S., Cademartori M.G., da Costa V.P.P., Goettems M.L. Effectiveness of virtual reality glasses as a distraction for children during dental care. *Pediatr Dent.* 2020;42(2):93–102.
3. Dixit U.B., Moorthy L. The use of interactive distraction technique to manage gagging during impression taking in children: A single-blind, randomized controlled trial. *Eur Arch Paediatr Dent.* 2021;22(2):219–225. <https://doi.org/10.1007/s40368-020-00582-2>
4. Lima D.S.M., Barreto K.A., Rank R.C.I.C., Vilela J.E.R., Corrêa M.S.N.P., Colares V. Does previous dental care experience make the child less anxious? An evaluation of anxiety and fear of pain. *Eur Arch Paediatr Dent.* 2021;22(2):139–143. <https://doi.org/10.1007/s40368-020-00527-9>
5. Al-Khotani A., Bello L.A., Christidis N. Effects of audiovisual distraction on children's behaviour during dental treatment: a randomized controlled clinical trial. *Acta Odontol Scand.* 2016;74(6):494–501. <https://doi.org/10.1080/00016357.2016.1206211>
6. Cademartori M.G., Martins P., Romano A.R., Goettems M.L. Behavioral changes during dental appointments in children having tooth extractions. *J Indian Soc Pedod Prev Dent.* 2017;35(3):223–228. https://doi.org/10.4103/JISPPD.JISPPD_195_16
7. Howenstein J., Kumar A., Casamassimo P.S., McTigue D., Coury D., Yin H. Correlating parenting styles with child behavior and caries. *Pediatr Dent.* 2015;37(1):59–64.
8. Arslan I., Aydinoglu S., Karan N.B. Can lavender oil inhalation help to overcome dental anxiety and pain in children? A randomized clinical trial. *Eur J Pediatr.* 2020;179(6):985–992. <https://doi.org/10.1007/s00431-020-03595-7>
9. El-Housseiny A.A., Farsi N.M., Alamoudi N.M., Bagher S.M., El Derwi D. Assessment for the children's fear survey schedule-dental subscale. *J Clin Pediatr Dent.* 2014;39(1):40–46. <https://doi.org/10.17796/jcpd.39.1.m14h38626g66p750>
10. Jamali Z., Najafpour E., Ebrahim Adhami Z., Sighari Deljavan A., Aminabadi N.A., Shirazi S. Does the length of dental procedure influence children's behavior during and after treatment? A systematic review and critical appraisal. *J Dent Res Dent Clin Dent Prospects.* 2018;12(1):68–76. <https://doi.org/10.15171/joddd.2018.011>
11. Hopcraft M.S., McGrath R., Stormon N., Parker G. Mental health, psychological distress and burnout in Australian dental practitioners. *Aust Dent J.* 2023;68(3):160–170. <https://doi.org/10.1111/adj.12961>
12. Степанова Т.С., Сухова В.А., Сапегина Е.В. Синдром эмоционального выгорания у врачей-стоматологов детских. *Смоленский медицинский альманах.* 2020;(3):170–173. Stepanova T.S., Sukhova V.A., Sapegina E.V. Syndrome of emotional burning among children's dentists. *Smolenskiy meditsinskiy almanakh.* 2020;(3):170–173. (In Russ.)
13. Водопьянова Н.Е., Старченкова Е.С. *Синдром выгорания: диагностика и профилактика.* СПб.: Питер; 2014. 384 с.
14. Knutt A., Boyd L.D., Adams J.L., Vineyard J. Compassion satisfaction, compassion fatigue, and burnout among dental hygienists in the United States. *J Dent Hyg.* 2022;96(1):34–42.
15. Haslam S.K., Wade A., Macdonald L.K., Johnson J., Rock L.D. Burnout syndrome in Nova Scotia dental hygienists during the COVID-19 pandemic: Maslach Burnout Inventory. *Can J Dent Hyg.* 2022;56(2):63–71.
16. Vered Y., Zaken Y., Ovadia-Gonen H., Mann J., Zini A. Professional burnout: Its relevance and implications for the general dental community. *Quintessence Int.* 2014;45(1):87–90. <https://doi.org/10.3290/j.qi.a30763>
17. Singh P., Aulak D.S., Mangat S.S., Aulak M.S. Systematic review: Factors contributing to burnout in dentistry. *Occup Med.* 2016;66(1):27–31. <https://doi.org/10.1093/occmed/kqv119>
18. Shetty R.M., Khandelwal M., Rath S. RMS Pictorial Scale (RMS-PS): An innovative scale for the assessment of child's dental anxiety. *J Indian Soc Pedod Prev Dent.* 2015;33(1):48–52. <https://doi.org/10.4103/0970-4388.149006>
19. Shindova M.P., Belcheva A.B. Behaviour evaluation scales for pediatric dental patients – review and clinical experience. *Folia Med.* 2014;56(4):264–270. <https://doi.org/10.1515/foimed-2015-0006>
20. Narayan V.K., Samuel S.R. Appropriateness of various behavior rating scales used in pediatric dentistry: A review. *J Global Oral Health.* 2019;2(2):112–117. https://doi.org/10.25259/JGOH_64_2019

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Катюхина Валерия Андреевна – ассистент кафедры терапевтической стоматологии Института стоматологии, Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова, 117513, Российская Федерация, г. Москва, ул. Островитянова, д. 1; <https://orcid.org/0009-0004-5092-4997>

Никольская Ирина Андреевна – к.м.н., профессор кафедры терапевтической стоматологии Института стоматологии, ФГБОУ ВО «Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова», 117513, Российская Федерация, г. Москва, ул. Островитянова, д. 1; <https://orcid.org/0000-0001-8042-2884>

Гилева Иулиания Юрьевна – лаборант Института стоматологии, ФГБОУ ВО «Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова», 117513, Российская Федерация, г. Москва, ул. Островитянова, д. 1; <https://orcid.org/0009-0008-7061-1364>

Соколова Людмила Александровна – лаборант Института стоматологии, ФГБОУ ВО «Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова», 117513, Российская Федерация, г. Москва, ул. Островитянова, д. 1; <https://orcid.org/0009-0003-0759-9693>

Ларина Алиса Сергеевна – лаборант Института стоматологии, ФГБОУ ВО «Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова», 117513, Российская Федерация, г. Москва, ул. Островитянова, д. 1; <https://orcid.org/0009-0000-7058-5663>

Галиуллина Дина Фаритовна – лаборант Института стоматологии, ФГБОУ ВО «Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова», 117513, Российская Федерация, г. Москва, ул. Островитянова, д. 1; <https://orcid.org/0009-0007-1750-4765>

Жусупбеков Сапармурат Женибекович – лаборант Института стоматологии, ФГБОУ ВО «Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова», 117513, Российская Федерация, г. Москва, ул. Островитянова, д. 1; <https://orcid.org/0009-0005-1689-0938>

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Valeria A. Katyukhina – Assistant of the Department of Therapeutic Dentistry at the Institute of Dentistry, Pirogov Russian National Research Medical University, 1, Ostrovitianov Str., Moscow 117513, Russian Federation; <https://orcid.org/0009-0004-5092-4997>

Irina A. Nikolskaya – Cand. Sci. (Med.), Professor, Department of Therapeutic Dentistry, Institute of Dentistry, Pirogov Russian National Research Medical University, 1, Ostrovitianov Str., Moscow 117513, Russian Federation; <https://orcid.org/0000-0001-8042-2884>

Iulianiya Yu. Gileva – Laboratory Assistant Institute of Dentistry, Pirogov Russian National Research Medical University, 1, Ostrovitianov Str., Moscow 117513, Russian Federation; <https://orcid.org/0009-0008-7061-1364>

Liudmila A. Sokolov – Laboratory Assistant Institute of Dentistry, Pirogov Russian National Research Medical University, 1, Ostrovitianov Str., Moscow 117513, Russian Federation; <https://orcid.org/0009-0003-0759-9693>

Alisa S. Larina – Laboratory Assistant Institute of Dentistry, Pirogov Russian National Research Medical University, 1, Ostrovitianov Str., Moscow 117513, Russian Federation; <https://orcid.org/0009-0000-7058-5663>

Dina F. Galiullina – Laboratory Assistant Institute of Dentistry, Pirogov Russian National Research Medical University, 1, Ostrovitianov Str., Moscow 117513, Russian Federation; <https://orcid.org/0009-0007-1750-4765>

Saparmurat Zh. Zhusupbekov – Laboratory Assistant Institute of Dentistry, Pirogov Russian National Research Medical University, 1, Ostrovitianov Str., Moscow 117513, Russian Federation; <https://orcid.org/0009-0005-1689-0938>

ВКЛАД АВТОРОВ

В.А. Катюхина – существенный вклад в замысел и дизайн исследования; сбор данных или анализ и интерпретацию данных.

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

И.Ю. Гилева – существенный вклад в замысел и дизайн исследования; сбор данных или анализ и интерпретацию данных.

Л.А. Соколова – существенный вклад в замысел и дизайн исследования; сбор данных или анализ и интерпретацию данных.

А.С. Ларина – существенный вклад в замысел и дизайн исследования; сбор данных или анализ и интерпретацию данных.

Д.Ф. Галиуллина – существенный вклад в замысел и дизайн исследования; сбор данных или анализ и интерпретацию данных.

С.Ж. Жусупбеков – существенный вклад в замысел и дизайн исследования; сбор данных или анализ и интерпретацию данных.

AUTHOR'S CONTRIBUTION

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

Irina A. Nikolskaya – drafted the article or revised it critically for important intellectual content; approved the version to be published.

Iulianiya Yu. Gileva – has made a substantial contribution to the concept or design of the article; the acquisition, analysis, or interpretation of data for the article.

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

Alisa S. Larina – has made a substantial contribution to the concept or design of the article; the acquisition, analysis, or interpretation of data for the article.

Dina F. Galiullina – has made a substantial contribution to the concept or design of the article; the acquisition, analysis, or interpretation of data for the article.

Saparmurat Zh. Zhusupbekov – has made a substantial contribution to the concept or design of the article; the acquisition, analysis, or interpretation of data for the article.

<https://doi.org/10.36377/ET-0035>

Использование аутофлуоресцентной стоматоскопии в алгоритме диагностики заболеваний слизистой оболочки рта у пациентов с туберкулезной инфекцией

Т.П. Горячева¹ , Д.А. Заплутанова¹ , И.П. Горячева² , О.А. Алешина³

¹ Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского, г. Нижний Новгород, Российская Федерация

² Приволжский исследовательский медицинский университет, г. Нижний Новгород, Российская Федерация

³ ООО «НижСтомПлюс», г. Нижний Новгород, Российская Федерация

✉ doctor-gtp@mail.ru

Резюме

ЦЕЛЬ. Оценить целесообразность использования аутофлуоресцентной стоматоскопии при стоматологическом обследовании пациентов с туберкулезной инфекцией.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ. Объектами исследования стали 75 пациентов в возрасте от 21 до 65 лет (средний возраст $47,9 \pm 2,1$ года), 48 мужчин и 27 женщин (64% и 36%, соответственно), находящиеся на этапах лечения и реабилитации основного заболевания (туберкулез легких) в специализированном противотуберкулезном санатории. Дизайн исследования включал общепринятые этапы комплексного стоматологического обследования пациентов, в рамках которого дополнительно было изучено состояние слизистой оболочки рта и красной каймы губ с помощью аутофлуоресцентной стоматоскопии, а также осуществлено микробиологическое исследование на грибы рода *Candida*. Произведено сопоставление клинической картины диагностированных патологических состояний слизистой оболочки рта, аутофлуоресцентных изображений и их патоморфологических особенностей. Оценены отчеты обследуемых лиц относительно ощущений во время проведения аутофлуоресцентной стоматоскопии. **РЕЗУЛЬТАТЫ.** Определено, что заболевания слизистой оболочки рта и красной каймы губ у пациентов с туберкулезной инфекцией являются высоко распространенными (92%), обнаруживаются чаще у лиц мужского пола и отличаются неоднородностью своей структуры, в которой доминируют: кандидоз слизистой оболочки рта, травматические поражения и различные формы хейлитов. Обозначены особенности аутофлуоресцентных изображений патологических состояний слизистой оболочки рта различной природы происхождения. Положительная экстраспекция относительно использования аутофлуоресцентной стоматоскопии зарегистрирована в 100% случаев.

ВЫВОДЫ. Применение аутофлуоресцентной стоматоскопии в алгоритме стоматологического обследования пациентов с туберкулезной инфекцией является целесообразным, так как позволяет реализовывать принцип онконастороженности среди специалистов, помогает врачу получать дополнительную информацию о патологическом процессе в режиме реального времени и повышает мотивацию обследуемых лиц на поддержание стоматологического здоровья.

Ключевые слова: туберкулез, аутофлуоресценция, аутофлуоресцентная стоматоскопия, прямая аутофлуоресцентная визуализация, флуоресценция тканей, заболевания слизистой оболочки рта, рак полости рта, онкоскрининг

Информация о статье: поступила – 15.06.2024; исправлена – 01.08.2024; принята – 03.08.2024

Конфликт интересов: Авторы сообщают об отсутствии конфликта интересов.

Благодарности: Авторы выражают особую благодарность канд. физ.-мат. наук, доценту по специальности 1.3.19. «Лазерная физика» Н.Н. Булгаковой за ценные советы по использованию профильной терминологии и рекомендации по применению в клиническом ключе аутофлуоресцентной стоматоскопии; выражают признательность Стоматологической Ассоциации России за возможность участия в программе «Здоровый рот должен быть зеленым».

Для цитирования: Горячева Т.П., Заплутанова Д.А., Горячева И.П., Алешина О.А. Использование аутофлуоресцентной стоматоскопии в алгоритме диагностики заболеваний слизистой оболочки рта у пациентов с туберкулезной инфекцией. *Эндодонтия Today*. 2024;22(3):271–282. <https://doi.org/10.36377/ET-0035>

The use of autofluorescence stomatoscopy in the algorithm of diagnosing of the oral mucosal abnormalities of patients with tuberculosis infection

Tatiana P. Goryacheva¹ , Darya A. Zaplutanova¹ , Inna P. Goryacheva² , Olga A. Aleshina³

¹ National Research Lobachevsky State University, Nizhny Novgorod, Russian Federation

² Privolzhsky Research Medical University, Nizhny Novgorod, Russian Federation

³ LLC NizhStomPlyus, Nizhny Novgorod, Russian Federation

✉ doctor-gtp@mail.ru

Abstract

AIM. To evaluate the feasibility of using the autofluorescence stomatoscopy in dental examination of patients with tuberculosis infection.

MATERIALS AND METHODS. The objects of the study were 75 patients aged 21 to 65 years (average age 47.9 ± 2.1 years), 48 men and 27 women (64% and 36%, respectively) who are at the stages of treatment and reha-

© Горячева Т.П. Заплутанова Д.А., Горячева И.П., Алешина О.А., 2024

bilitation of the underlying disease (pulmonary tuberculosis) in a specialized tuberculosis sanatorium. The design of the study included the generally standard stages of a comprehensive dental examination of patients, in which diseases of the oral mucosa and the red border of the lips were additionally detected using autofluorescence stomatoscopy, as well as a laboratory Candida test was carried out. The clinical picture of the diagnosed pathological conditions of the oral mucosa, autofluorescence images and their pathomorphological features were compared. The reports of the examined persons regarding the autofluorescence stomatoscopy were evaluated. RESULTS. It was shown that diseases of the oral mucosa and the red border of the lips in patients with tuberculosis infection are highly common (92%), are found more often in males and differ in the heterogeneity of their structure, which is dominated by candidiasis of the oral mucosa, traumatic lesions and various forms of cheilitis. The features of autofluorescence images of pathological conditions of the oral mucosa of different nature of the origin are marked. Positive feedback from patients after the autofluorescence stomatoscopy was recorded in 100% of cases.

CONCLUSIONS. The use of the autofluorescence stomatoscopy in the algorithm of dental examination of patients with tuberculosis infection is appropriate because it allows to implement the principle of oncological alertness among specialists, helps the doctor to obtain additional information about the pathological process in real time and increases the motivation of the examined persons to maintain dental health.

Keywords: tuberculosis, autofluorescence, autofluorescence stomatoscopy, direct autofluorescence visualization, tissue fluorescence, oral mucosal abnormalities, oral cancer, cancer screening

Article info: received – 15.06.2024; revised – 01.08.2024; accepted – 03.08.2024

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

Acknowledgments: The authors express special gratitude to the PhD of Physical and Mathematical Sciences, associate professor in the specialty 1.3.19. "Laser Physics" N.N. Bulgakova for valuable advice in use of specialized terminology and recommendations in use of autofluorescence stomatoscopy in a clinical manner; express gratitude to the Dental Association of Russia for the opportunity to participate in the program "A healthy mouth should be green".

For citation: Goryacheva T.P., Zaplutanov D.A., Goryacheva I.P., Aleshina O.A. The use of autofluorescence stomatoscopy in the algorithm of diagnosing of the oral mucosal abnormalities of patients with tuberculosis infection. *Endodontics Today*. 2024;22(3):271–282. (In Russ.) <https://doi.org/10.36377/ET-0035>

ВВЕДЕНИЕ

Во всем мире проблема социально значимых заболеваний продолжает оставаться актуальной по настоящее время, при этом именно туберкулез в 2022 г. обозначен вторым в списке инфекционных заболеваний, от которых умирает больше всего людей. Туберкулез был диагностирован у 7,5 млн чел., что является рекордно высоким показателем с 1995 г., когда Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ) начала глобальный мониторинг ситуации по данной проблеме [1].

Среди ведущих факторов развития инфекционного заболевания легких можно выделить неблагоприятные социально-бытовые условия, массовую миграцию из субъектов неблагоприятных по данной инфекции, неудовлетворительные санитарно-гигиенические условия жизни, недостаточное и нерациональное питание, как медицинский аспект – снижение общей резистентности организма на фоне хронического стресса, которому подвергается большая часть работоспособного населения [2].

Имеющиеся данные свидетельствуют об общих патофизиологических механизмах развития значительного количества заболеваний, что объясняет взаимосвязь коморбидности, в том числе, и с патологией полости рта [3; 4]. Отягощающее влияние заболеваний внутренних органов по отношению к патологическим процессам в ротовой полости ведет к изменениям функциональных связей зубочелюстного аппарата с другими отделами желудочно-кишечного тракта, системой дыхания, нарушению нейрофизиологических механизмов взаимодействия со всем организмом, приводя к дисбалансу работы системы гомеостаза [5].

У пациентов с туберкулезной инфекцией при длительной массивной медикаментозной те-

рапии и наличии коморбидной патологии происходят сдвиги в механизмах адаптации. Иммунная система, в обычных условиях способная противостоять большому количеству неблагоприятных и повреждающих факторов, переходит в состояние угнетения. Местный иммунитет полости рта, обеспечивающий защитный барьер слизистой оболочки от негативного действия бактерий, вирусов, простейших, паразитов, а также токсинов, аллергенов и других веществ, перестает качественно функционировать [6]. Снижение общей противомикробной защиты организма выражается в повышении уровня IgG и снижении фагоцитоза, а местного иммунитета полости рта – в нарушении сбалансированности его факторов, уменьшении активности лизоцима и концентрации IgA, sIgA. Вследствие этого, под воздействием как внутренних факторов, так и внешних, происходит формирование каскада патологических процессов, приводящих к развитию клинически выраженной формы заболевания [3; 7].

Связанная с инфекционным заболеванием иммуносупрессия увеличивает риск развития злокачественных новообразований в организме в целом, в полости рта в частности [8]. Поэтому в клинической стоматологии при работе с пациентами с туберкулезом особенно важно формирование онконастороженности у медицинского персонала.

На сегодняшний день борьба с онкологическими заболеваниями вышла в ранг приоритетных задач медицины. В Российской Федерации в 2022 г. выявлено 624 835 случаев злокачественных новообразований (ЗНО), что на 7,6% больше по сравнению с предыдущим годом. ЗНО ротовой полости находятся на шестом-восьмом месте среди раков в мировой статистике [9; 10]. Распространенность онкопатологии увеличивается в связи с ростом по-

веденческих факторов риска – значительным употреблением табачной продукции и алкоголя, а также различных химических курительных смесей [11].

Несмотря на успехи в лечении, 5-летняя выживаемость пациентов с диагнозом рак полости рта существенно не увеличивалась в течение последних десятилетий. Известно, что при раннем обнаружении данный показатель составляет около 83 %. Тем не менее, рак полости рта редко обнаруживается вовремя, когда имеются лишь изменения на клеточном уровне, клинически невидимые невооруженным глазом [12; 13]. На более поздних стадиях требуется радикальное инвазивное лечение, часто с обезображивающими последствиями [14]. За рубежом выявляемость ЗНО значительно превышает отечественный одноименный показатель, что может быть частично объяснено более широким использованием диагностических методик, помогающих обнаружить болезнь на ранней стадии [15].

Традиционный визуальный осмотр опирается на физическое явление отражения белого света от поверхности СОР [16]. Ранние патологические изменения в эпителии не видны в отраженном свете. В этом отчасти и заключается причина поздней диагностики онкопатологии полости рта. Поэтому для оптимизации визуализации поражений СОР необходимо применение новых оптических технологий, которые позволяют идентифицировать различия между нормальными и аномальными тканями.

Следует отметить, что в соответствии с трендами развития медицины современные диагностические тесты должны не только предоставлять врачу дополнительную информацию о течении патологического процесса, но и обеспечивать соблюдение инфекционного контроля в учреждении здравоохранения на высоком уровне, способствовать формированию психологически комфортной атмосферы при проведении процедуры, в том числе за счет своей неинвазивности, что особенно важно у больных туберкулезом. Манипуляционная приемлемость для медицинского персонала и финансовая доступность для учреждения здравоохранения также желательны.

В последнее время разрабатываются бесконтактные диагностические методы на основе оптических технологий, помогающих идентифицировать патологические процессы СОР в режиме реального времени, в том числе на доклиническом этапе их развития [17]. К ним можно отнести прямую визуализацию аутофлуоресценции поверхности СОР при ее освещении светом определенной длины волны [18]. В нашей стране данная технология получила название «аутофлуоресцентная стоматоскопия» [19]. Она была разработана и получила распространение благодаря совместной работе ученых ФГБОУ ВО «Российского университета медицины» Минздрава России и Института общей физики им. А.М. Прохорова РАН. Данная технология призвана помочь визуализировать области СОР, имеющие потенциал к перерождению в рак [20].

Аутофлуоресцентная (люминесцентная) стоматоскопия – это неинвазивный оптический метод визуализации поверхности СОР в свете ее эндогенного флуоресцентного излучения с целью выявления

патологических изменений. Для ее проведения используется стоматоскоп АФС – светодиодный аппарат с длиной волны излучения 400 ± 10 нм. Излучение аппарата направляется в полость рта, а возникающее эндогенное свечение тканей рассматривается оператором через специальные светофильтры.

Обязательными условиями проведения обследования является приглушение света в стоматологическом кабинете, использование защитных очков для глаз пациента и расположение аппарата не более чем в 10 см от изучаемой области.

Аутофлуоресцентные изображения СОР в норме визуализируются свечением зеленого цвета, интенсивность которого определяется анатомо-топографическими особенностями ее строения и достаточным уровнем эпителиальных и стромальных эндогенных флуорофоров. По мере вовлечения СОР в патологический процесс, происходит уменьшение интенсивности аутофлуоресценции в зеленой области спектра с формированием эффекта «темного пятна», обусловленное биохимическими и морфологическими изменениями тканей, степень выраженности которых зависит от природы патологического очага и его агрессивности [21].

Врачи-стоматологи, оказывающие помощь пациентам с туберкулезной инфекцией, должны реализовывать принцип онконастороженности в своей работе в связи с тем, что данная категория пациентов имеет большое количество факторов риска по развитию коморбидной патологии, в структуре которой может быть определена доля ЗНО полости рта.

ЦЕЛЬ

Оценить целесообразность использования аутофлуоресцентной стоматоскопии при стоматологическом обследовании пациентов с туберкулезной инфекцией.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Объектами исследования стали 75 пациентов в возрасте от 21 до 65 лет (средний возраст $47,9 \pm 2,1$ года), 48 мужчин и 27 женщин (64 % и 36 %, соответственно), находящиеся на этапах лечения и реабилитации основного заболевания (туберкулез легких) в ГКУЗ НО «Противотуберкулезный санаторий «Бобыльский», Нижегородская область, Россия.

Критерии включения: наличие туберкулеза легких, добровольное информированное согласие на участие в исследовании.

Критерии исключения: наличие внелегочных форм туберкулеза, психических заболеваний, ВИЧ-инфекции, различных форм гепатита, отказ от участия в исследовании на каком-либо этапе.

Дизайн исследования предполагал общепринятые этапы комплексного стоматологического обследования всех пациентов и включал дополнительно: аутофлуоресцентную стоматоскопию с последующей оценкой экстраспекции и микробиологическое исследование на грибы рода *Candida*.

С целью реализации принципа онконастороженности, получения дополнительной информации о стоматологическом статусе пациента и оценки состояния СОР в алгоритм обследования включали аутофлуоресцентную стоматоскопию с использова-

нием аппарата АФС («Полироник», Россия). Проводили топографирование и кодирование элементов поражения СОР по B. Roed-Petersen и G. Renstrup (1969) в модификации О.С. Гилевой с соавт. (2008). Патологические состояния СОР описывали с учетом локализации, типа первичных/вторичных элементов, размера, цвета, типа поверхности (гладкая, зернистая, шероховатая), границ, пальпаторных характеристик (консистенции), болезненности. Для измерений как вспомогательный инструмент был задействован зонд пародонтологический градуированный односторонний UNC-15.

Аутофлуоресцентные изображения состояний СОР и ККГ, не укладывающиеся в понятие физиологической нормы, описывали в специальном листе медицинской карты больного по критериям: контуры очага (четкие или размытые); интенсивность затемнения (малоинтенсивное, среднеинтенсивное, интенсивное); площадь распространения очага/размеры; структура внутреннего поля (однородная или не однородная); локализация затемнения относительно топографических структур полости рта; количество очагов; соответствие границ при дневном освещении и при использовании стоматоскопа АФС.

При проведении диагностики учитывали, что изменения интенсивности эндогенного свечения СОР могут возникать в результате: увеличения метаболической активности в эпителии; разрушения флуоресцирующего коллагена соединительнотканного слоя под базальной мембраной; увеличения васкуляризации тканей из-за воспаления или усиления ангиогенеза (гемоглобин является мощным светопоглощающим субстратом); наличия пигментов, поглощающих свет (например, меланина или частиц амальгамы).

Для визуализации аутофлуоресцентного свечения применяли два типа оптических фильтров из комплекта аппарата АФС в соответствии с клиническими задачами: желтый светофильтр – для обнаружения патологических состояний воспалительного генеза, зеленый светофильтр – для онкоскрининга. Фотофиксацию аутофлуоресцентных изображений осуществляли на смартфон с использованием магнитных клипс-насадок с оптическими фильтрами аналогичного спектра.

Для реализации культурального метода производили мазок со слизистой оболочки рта и дорсальной поверхности языка. Материал забирали у пациентов натошак (до чистки зубов и языка) стерильным ватным тампоном, который помещали в закрытую стерильную пробирку и передавали в лабораторию, где выполнялся посев на питательные среды с последующей идентификацией и количественным анализом.

Формулировали диагноз на основе анализа жалоб, данных анамнеза, клинико-лабораторных исследований, аутофлуоресцентной стоматоскопии и прижизненного патоморфологического исследования биоптата, забранного по показаниям из очага поражения. Пациентов опрашивали об ощущениях во время проведения аутофлуоресцентной стоматоскопии, демонстрировали оптические изображения, давали адаптированные комментарии. Проводили лечение патологии в соответствии с установ-

ленными диагнозами. Устраняли травмирующие факторы, составляли план индивидуальных профилактических мероприятий, давали рекомендации по коррекции диеты, вредных привычек, уходу за полостью рта.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Проведенный анализ характера жалоб показал, что пациентов наиболее часто беспокоил неприятный запах изо рта (86,7%), разрушение зубов (82,7%), кровоточивость и болезненность десен (76%), сухость в полости рта (34,7%). Повышенная чувствительность твердых тканей зубов регистрировалась у 14,7% пациентов. 12% обследуемых предъявляли жалобы на подвижность зубов. В тоже время, некоторые пациенты указывали на дискомфорт, жжение в языке и СОР (8%), изменение вкусовой чувствительности (2,7%) и металлический привкус во рту (1,3%). Пациенты не отмечали острой зубной боли на момент проводимого исследования.

Полученные результаты свидетельствуют о высокой распространенности и неоднородности структуры заболеваний СОР у больных туберкулезом легких. Заболевания СОР и ККГ диагностированы у 92% обследуемых. У ряда пациентов встречалось сочетание нескольких нозологических форм. Большинство выявленных поражений были доброкачественными.

Максимальная частота встречаемости отмечена у кандидоза СОР – 65,3%. Все клинические случаи были представлены атрофической хронической формой заболевания.

Травматический стоматит в результате острого или хронического повреждающего воздействия регистрировался в 38,7% случаев.

Патологические состояния ККГ зафиксированы в 34,7% случаев. В их структуре определены: метеорологический хейлит (13,3%), эксфолиативный хейлит (10,7%), ангулярный хейлит (8%), хроническая трещина нижней губы (2,7%).

Признаки хронической рецидивирующей герпетической инфекции были зарегистрированы у 14,7% пациентов с локализацией на красной кайме верхней и нижней губы, а также СОР.

Случаи хронического рецидивирующего афтозного стоматита были выявлены в 13,3%. Чуть реже диагностировали десквамативный глоссит – в 12% случаев.

Лейкоплакию СОР регистрировали в 6,7% случаев: плоскую и веррукозную формы (4% и 2,7% случаев, соответственно).

КПЛ СОР, зарегистрированный только у лиц женского пола, был представлен типичной (2,7%), эрозивно-язвенной (1,3%) и гиперкератотической (1,3%) формами.

Идентифицированы новообразования в полости рта: фиброма (2,7%), ретенционная киста малой слюнной железы (2,7%), папиллома (1,3%).

Неопластический характер поражения СОР подтвердился в 1,3% случаев.

У пациентов с туберкулезом легких были зарегистрированы некоторые особенности течения кандидоза СОР: отсутствие острых форм заболевания (только атрофическая хроническая форма),

скопление налета в складках языка на фоне сглаженности его сосочков. Яркое красное свечение эндогенных порфиринов – продуктов жизнедеятельности микроорганизмов – визуализировано в 82% случаев лабораторно подтвержденного кандидоза при проведении аутофлуоресцентной стоматоскопии (рис. 1).

Поражения СОР воспалительного характера всегда визуализировались зонами снижения зеленого свечения в виду повышенного притока крови к очагу воспаления, что обеспечивало положительный результат диагностики. При этом гиперемия

при осмотре невооруженным глазом могла не определяться (рис. 2А). Фибринозный налет в проекции эрозии (язвы) всегда выступал осветляющим агентом флуоресцентного изображения патологического очага (рис. 2В, 2С).

При изучении ККГ и ее патологических состояний отмечено, что светло-зеленым включениям на поверхности ККГ соответствует расположение кератинизированных чешуек (рис. 3–5). Площадь поражения при осмотре невооруженным глазом значительно меньше, чем при использовании аутофлуоресцентной стоматоскопии (рис. 3).

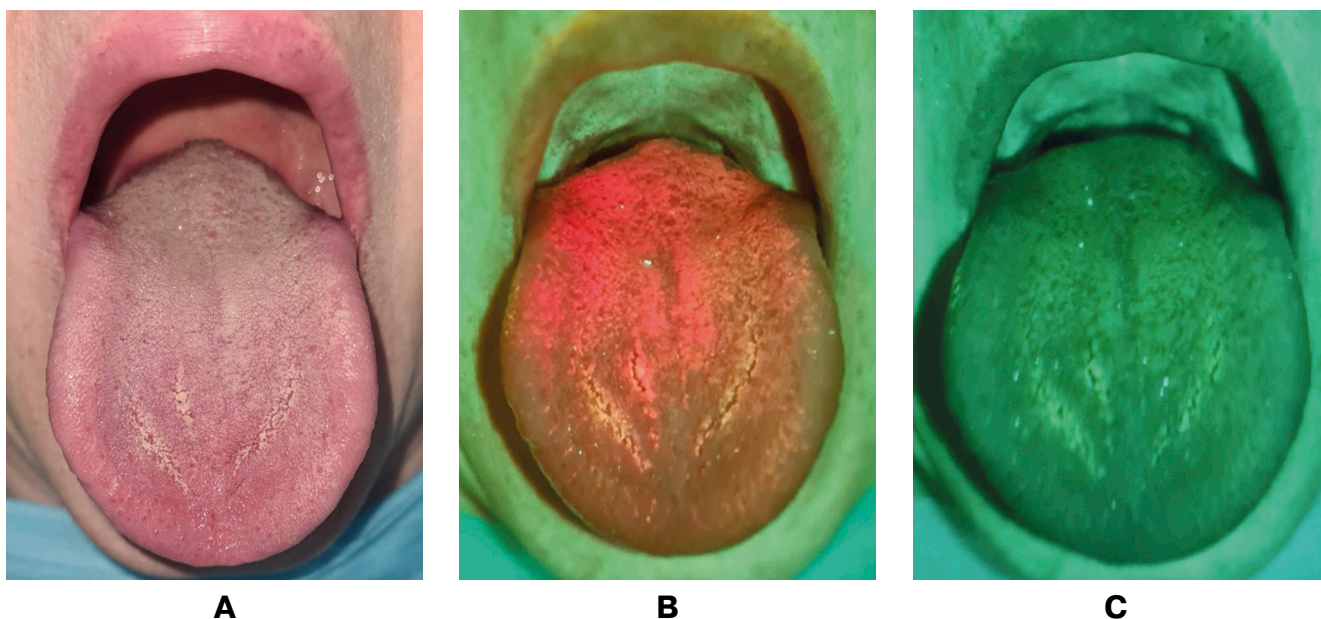


Рис. 1. Поверхность языка пациента с лабораторно-подтвержденной кандидозной инфекцией: (А) при осмотре невооруженным глазом в белом свете; (В) при осмотре с аппаратом АФС с желтым светофильтром; (С) при осмотре с аппаратом АФС с зеленым светофильтром

Fig. 1. The surface of the tongue of a patient with laboratory-confirmed candida infection: (A) when viewed with the naked eye in white light; (B) when viewed with an AFS device with a yellow light filter; (C) when viewed with an AFS device with a green light filter

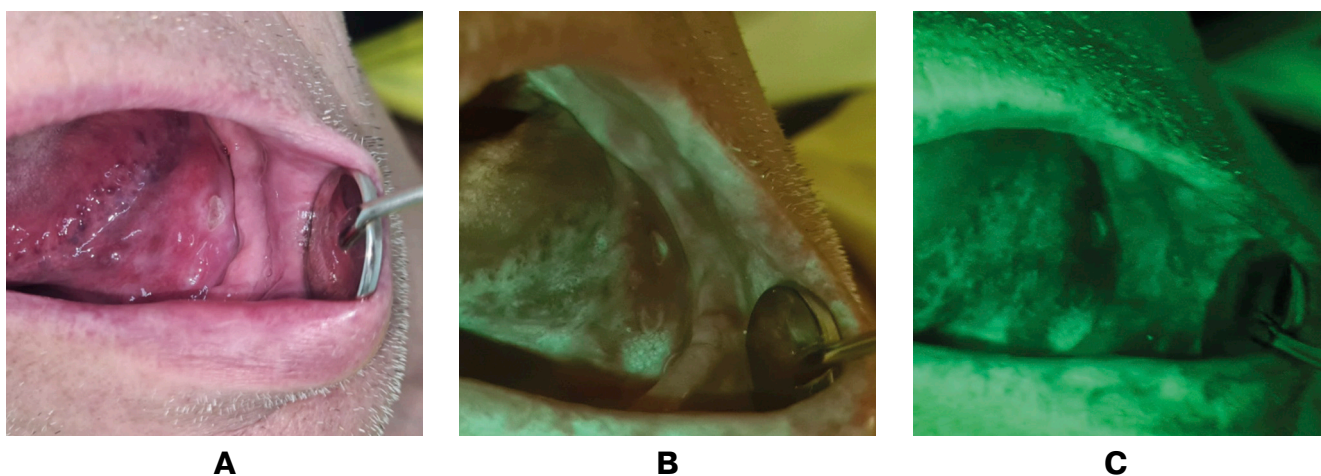


Рис. 2. Хроническая травма краем протеза: (А) при осмотре невооруженным глазом в белом свете; (В) при осмотре с аппаратом АФС с желтым светофильтром; (С) при осмотре с аппаратом АФС с зеленым светофильтром

Fig. 2. Chronic injury with the edge of the prosthesis: (A) when viewed with the naked eye in white light; (B) when viewed with an AFS device with a yellow light filter; (C) when viewed with an AFS device with a green light filter

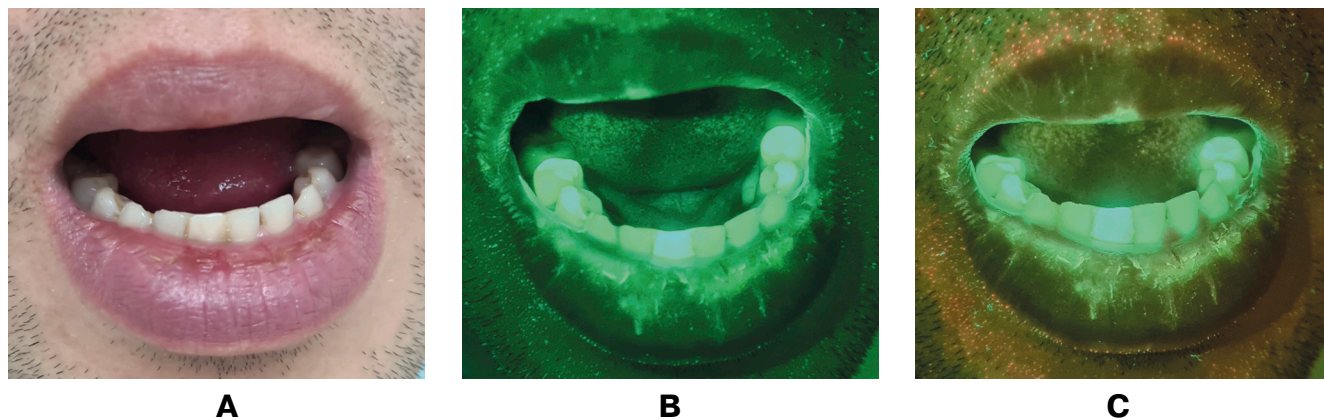


Рис. 3. Проявления метеорологического хейлита: (А) при осмотре невооруженным глазом в белом свете; (В) при осмотре с аппаратом АФС с желтым светофильтром; (С) при осмотре с аппаратом АФС с зеленым светофильтром

Fig. 3. Manifestations of meteorological cheilitis: (A) when viewed with the naked eye in white light; (B) when viewed with an AFS device with a yellow light filter; (C) when viewed with an AFS device with a green light filter

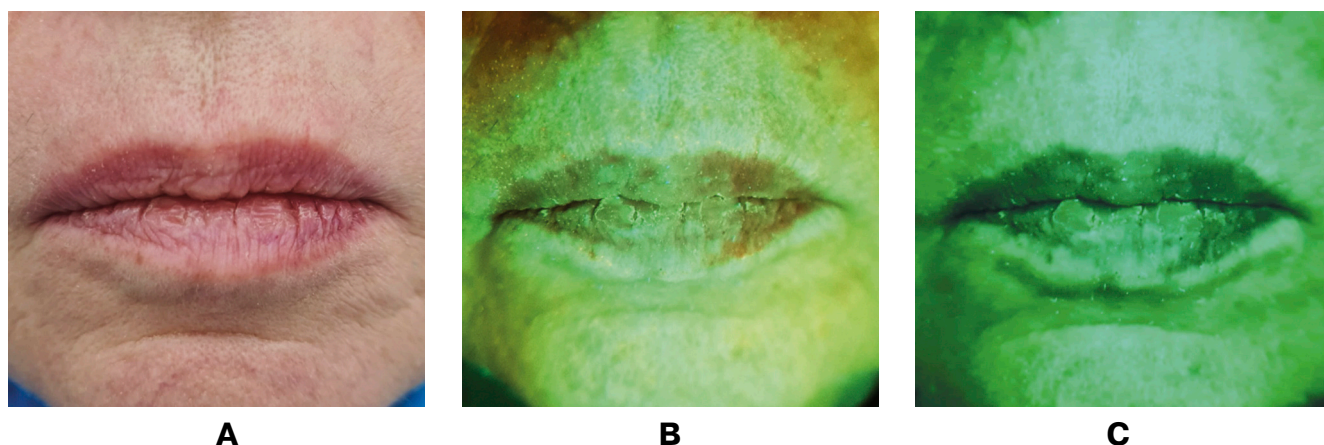


Рис. 4. Проявление эксфолиативного хейлита: (А) при осмотре невооруженным глазом в белом свете; (В) при осмотре с аппаратом АФС с желтым светофильтром; (С) при осмотре с аппаратом АФС с зеленым светофильтром

Fig. 4. Manifestation of exfoliative cheilitis: (A) when viewed with the naked eye in white light; (B) when viewed with an AFS device with a yellow light filter; (C) when viewed with an AFS device with a green light filter

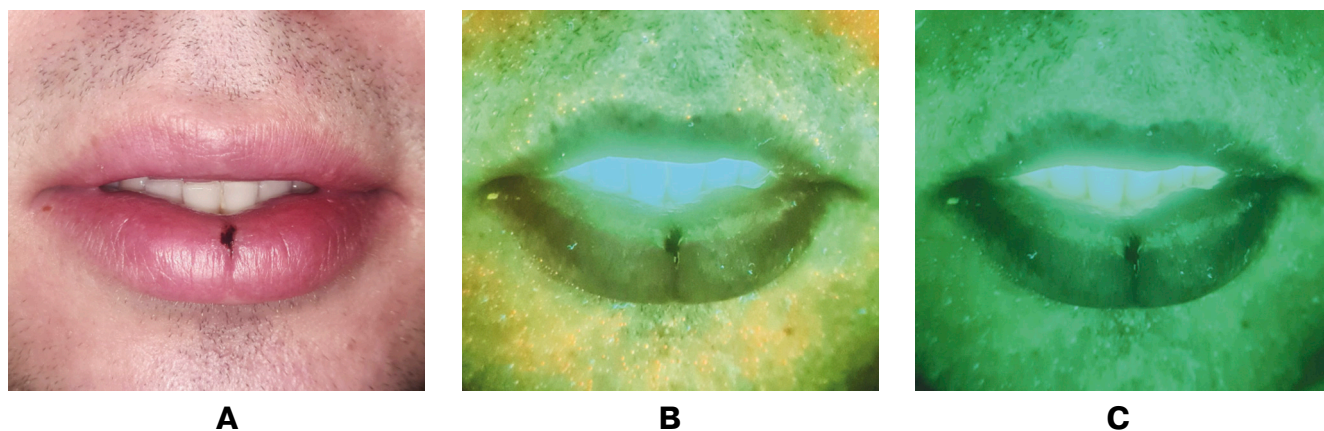


Рис. 5. Хроническая трещина губы: (А) при осмотре невооруженным глазом в белом свете; (В) при осмотре с аппаратом АФС с желтым светофильтром; (С) при осмотре с аппаратом АФС с зеленым светофильтром

Fig. 5. Chronic lip crack: (A) when viewed with the naked eye in white light; (B) when viewed with an AFS device with a yellow light filter; (C) when viewed with an AFS device with a green light filter

При эксфолиативном хейлите в данном исследовании особенности патологических элементов детектируются только при аутофлуоресцентной стоматоскопии: чешуйки расположены по линии Клейна, имеют спаянность по центру с подлежащей тканью и приподнятую периферию (рис. 4).

При хронической трещине губы визуализируется линейное нарушение целостности тканей с присутствием кровянистой корочки и воспалительного болезненного инфильтрата в основании. Вертикальный размер поражения при аутофлуоресцентной стоматоскопии превосходил одноименный параметр при осмотре невооруженным глазом (рис. 5).

Для лейкоплакии морфологически характерны: линейная гиперплазия эпителия при плоской форме, признаки акантоза – при веррукозной форме; гиперкератоз и паракератоз различной степени выраженности; иногда наличие воспалительных изменений с превалированием отека и расслоения волокнистых структур над клеточной инфильтрацией. Указанные изменения не способствуют формированию оптического контраста между неизменной СОР и патологическим очагом, граница которого трудноопределима. Заметен на фоне окружающих тканей лишь участок гиперкератоза с максимальной толщиной. В его проекции детектируется незначительное оранжевое свечение – признак присутствия порфирина-продуцирующих микроорганизмов и продуктов их жизнедеятельности. Присутствие темного ободка (уменьшение интенсивности аутофлуоресцентного свечения) в данном клиническом случае можно обосновать фокальными воспалительными изменениями, что было подтверждено патоморфологически (рис. 6).

Общей гистологической характеристикой всех форм КПЛ является наличие гипер- и паракератоза, неравномерного акантоза и плотного лимфоидно-клеточного полосовидного инфильтрата, прилежащего вплотную к эпителию, проникающего в его базальный слой, степень выраженности которого отчетливо детектируется при аутофлуоресцентной стоматоскопии. Для эрозивно-язвенной формы КПЛ свойственны дефекты эпителия. Эрозии и язвы име-

ют полигональные контуры, располагаются на фоне гиперемированной и отечной СОР при обязательном присутствии узелковых высыпаний, формирующих характерный кружевной рисунок. Флуоресцентные изображения данной формы КПЛ СОР характеризуются наличием нерезкой извилистой границы между патологическим очагом и неизменными тканями. Снижение флуоресценции в проекции деструкции СОР максимально. Обнажение соединительно-тканного слоя, инфильтрированного воспалительными клетками, визуализируется глубокими темными оттенками зеленого цвета, поверхность приобретает «пятнистый» рисунок (рис. 7).

Усиление васкуляризации ткани, как проявление воспалительной реакции, способствует формированию локусов с уменьшенной интенсивностью зеленого свечения, которые при типичной форме КПЛ менее выражены и занимают малую площадь (рис. 8).

В ходе обследования пациентов с туберкулезной инфекцией были выявлены новообразования: узел в области щеки мягкой консистенции (рис. 9) и в области боковой поверхности языка плотной консистенции (рис. 10). Предварительный диагноз в обоих случаях – фиброма. Произведено иссечение новообразований с последующим прижизненным патолого-анатомическим исследованием операционного материала.

В первом случае в гистологическом препарате идентифицированы фрагменты слизистой оболочки щеки, представленные выстилкой из многослойного плоского неороговевающего эпителия. Непосредственно под эпителиальной выстилкой в строме определен рост опухоли, представленной рыхлой волокнистой соединительной тканью с большим числом клеток и тонкостенными сосудами. Заключение патоморфолога – фиброма слизистой оболочки щеки (рис. 9).

Во втором клиническом случае на этапе аутофлуоресцентной стоматоскопии уменьшения свечения не обнаружено ни в проекции, ни по периферии новообразования боковой поверхности языка при использовании обоих светофильтров.

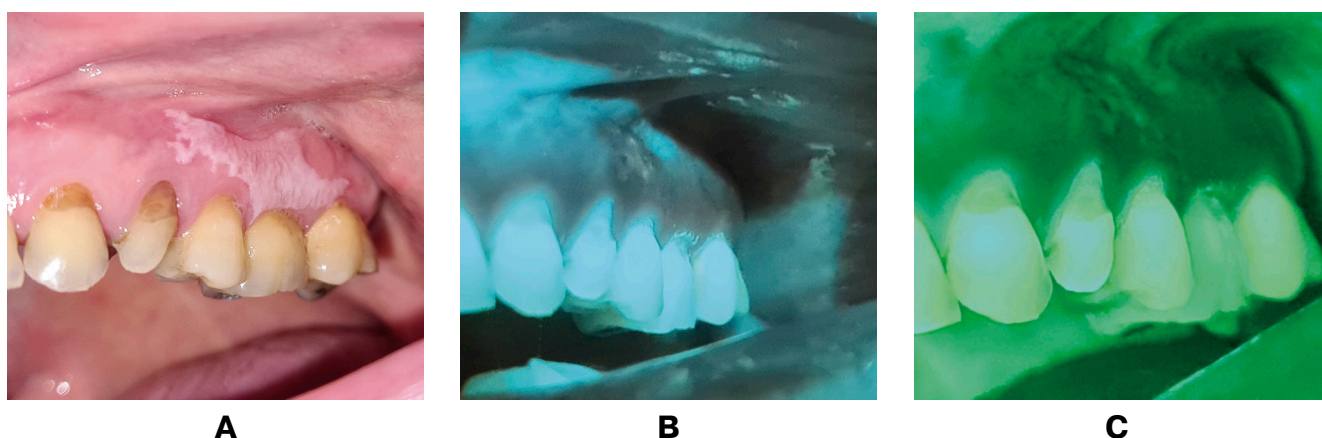


Рис. 6. Лейкоплакия, веррукозная форма: (А) при осмотре невооруженным глазом в белом свете; (В) при осмотре с аппаратом АФС с желтым светофильтром; (С) при осмотре с аппаратом АФС с зеленым светофильтром

Fig. 6. Leukoplakia, verrucose form: (A) when viewed with the naked eye in white light; (B) when viewed with an AFS device with a yellow light filter; (C) when viewed with an AFS device with a green light filter

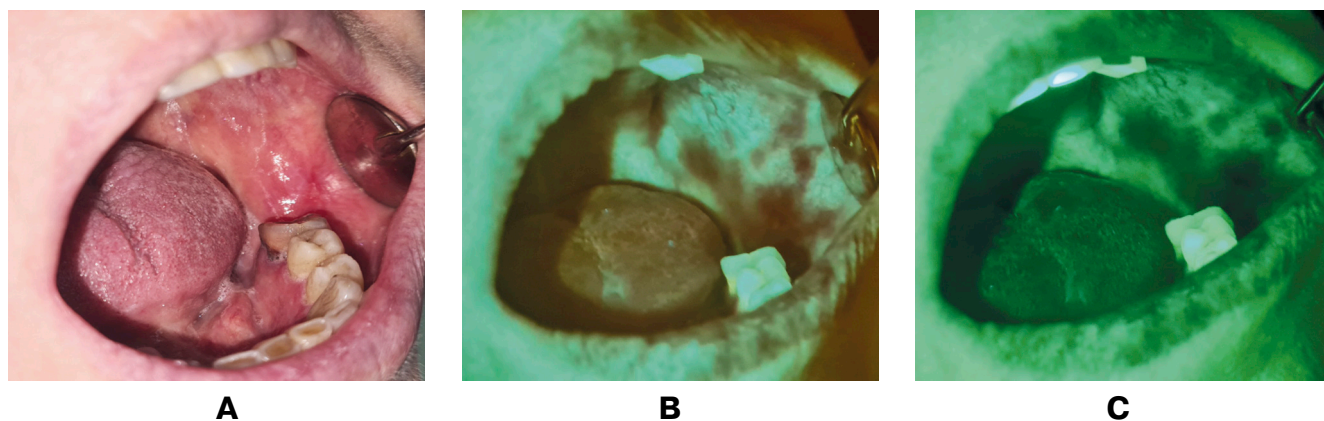


Рис. 7. КПЛ СОР эрозивно-язвенная форма: (А) при осмотре невооруженным глазом в белом свете; (В) при осмотре с аппаратом АФС с желтым светофильтром; (С) при осмотре с аппаратом АФС с зеленым светофильтром

Fig. 7. Oral lichen planus, erosive-ulcerative form: (A) when viewed with the naked eye in white light; (B) when viewed with an AFS device with a yellow light filter; (C) when viewed with an AFS device with a green light filter

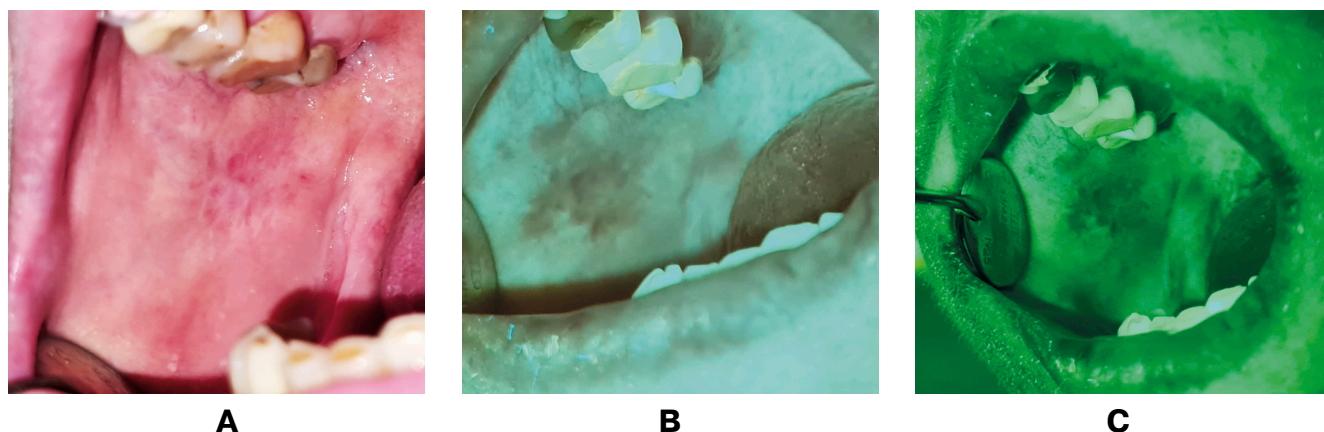


Рис. 8. КПЛ СОР типичная форма. Правая щечная область: (А) при осмотре невооруженным глазом в белом свете; (В) при осмотре с аппаратом АФС с желтым светофильтром; (С) при осмотре с аппаратом АФС с зеленым светофильтром

Fig. 8. Oral lichen planus, typical form. Right buccal region: (A) when viewed with the naked eye in white light; (B) when viewed with an AFS device with a yellow light filter; (C) when viewed with an AFS device with a green light filter

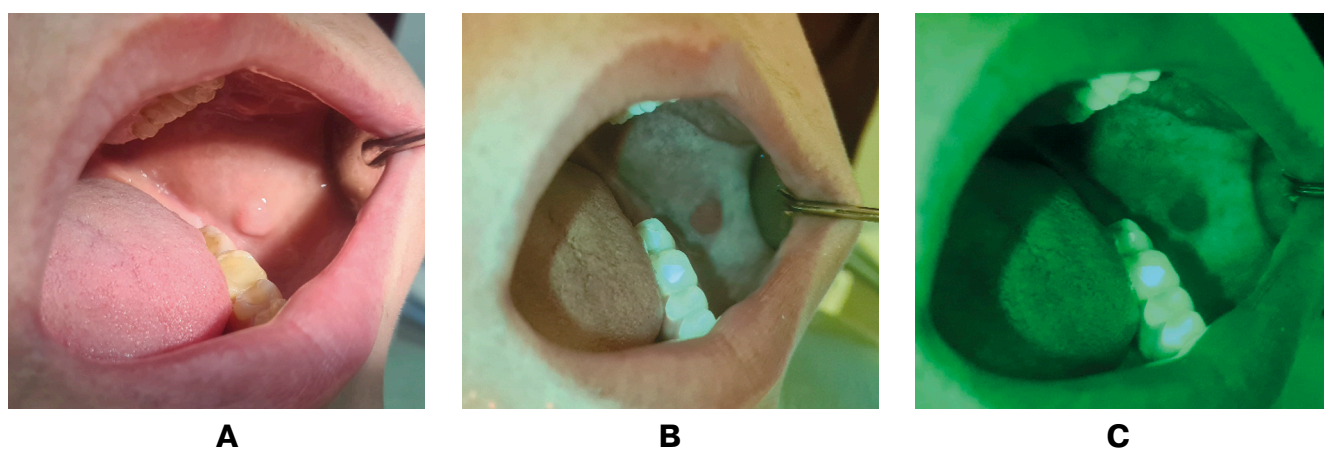


Рис. 9. Фиброма слизистой оболочки щеки (мягкая): (А) при осмотре невооруженным глазом в белом свете; (В) при осмотре с аппаратом АФС с желтым светофильтром; (С) при осмотре с аппаратом АФС с зеленым светофильтром

Fig. 9. Fibroma of the cheek mucosa (soft fibroma): (A) when viewed with the naked eye in white light; (B) when viewed with an AFS device with a yellow light filter; (C) when viewed with an AFS device with a green light filter

По данным патоморфологического исследования – это доброкачественное образование, сформированное многослойным плоским эпителием с очаговым акантозом, дистрофическими изменениями клеток и разнонаправленными широкими пучками коллагеновых волокон в субэпителиальной строме. Заключение патоморфолога – фиброма языка (рис. 10).

Различие в аутофлуоресцентных изображениях фибром связано, в первую очередь, с преобладанием того или иного структурного компонента новообразования: клеточного и сосудистого при мягкой фиброме щеки, пучков коллагеновых волокон – при плотной фиброме языка.

В ходе исследования у одного пациента было обнаружено поражение СОР в зоне высокого риска по развитию злокачественных новообразований (подъязычная область), расположенное асимметрично относительно других топографических структур полости рта (неизмененная контрлатеральная область). При аутофлуоресцентной стоматоскопии очаг визуализировался в виде затемнения

неправильной формы с неровной, высоко контрастной границей между зоной «темного пятна» и тканями с нормальным зеленым свечением. Это сочеталось с другими клиническими признаками малигнизации: неоднородными текстурой и цветом, кровоточивостью, уплотнением поражения, негативным терапевтическим ответом на проводимое консервативное лечение. Данные обстоятельства явились основанием для направления пациента к онкологу. В дальнейшем у пациента было подтверждено присутствие эпителиальной дисплазии (рис. 11).

Опрос пациентов о характере ощущений, возникших во время проведения стоматоскопии, показал положительную экстраспецию респондентов в 100% случаев. Пациенты сообщили, что не испытывали дискомфорта при проведении процедуры, а наглядный результат аутофлуоресцентной стоматоскопии, с их слов, стал мотивацией на соблюдение рекомендаций врача, поддержание гигиены полости рта и, в целом, ориентировал на более внимательное отношение к своему стоматологическому здоровью.

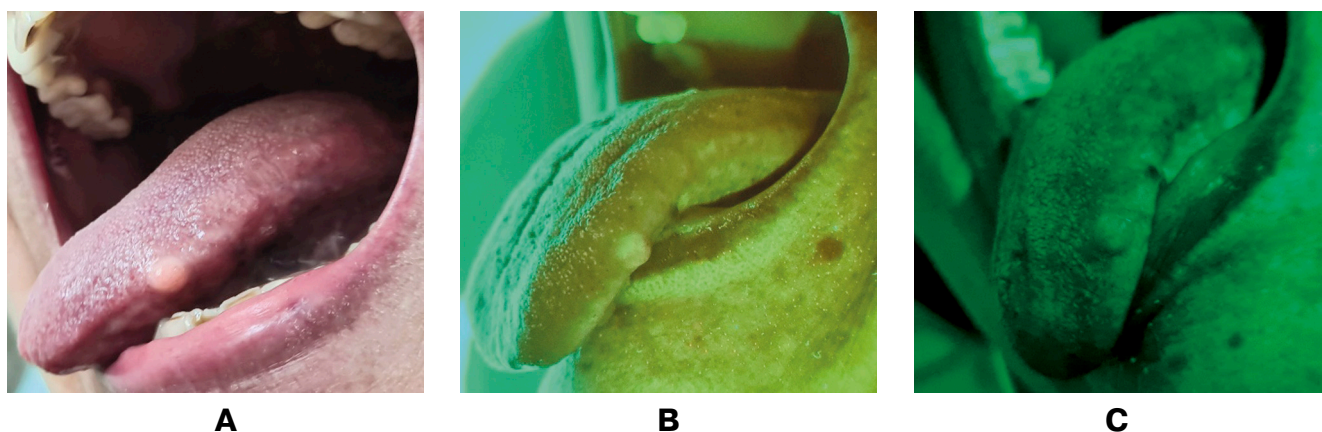


Рис. 10. Фиброма языка (плотная): (А) при осмотре невооруженным глазом в белом свете; (В) при осмотре с аппаратом АФС с желтым светофильтром; (С) при осмотре с аппаратом АФС с зеленым светофильтром

Fig. 10. Fibroma of the tongue (hard fibroma): (A) when viewed with the naked eye in white light; (B) when viewed with an AFS device with a yellow light filter; (C) when viewed with an AFS device with a green light filter

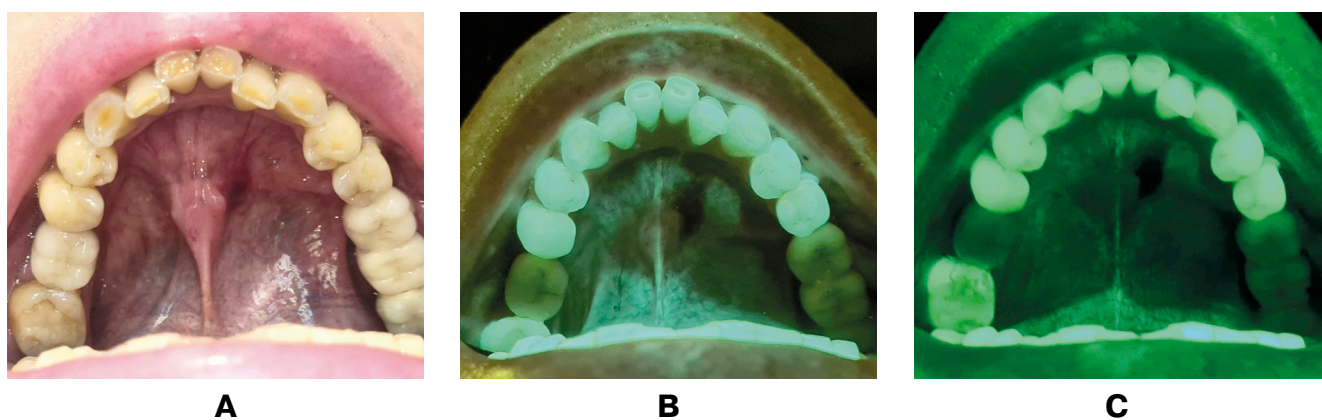


Рис. 11. Эпителиальная дисплазия в области дна полости рта: (А) при осмотре невооруженным глазом в белом свете; (В) при осмотре с аппаратом АФС с желтым светофильтром; (С) при осмотре с аппаратом АФС с зеленым светофильтром

Fig. 11. Epithelial dysplasia in the floor of the oral cavity: (A) when viewed with the naked eye in white light; (B) when viewed with an AFS device with a yellow light filter; (C) when viewed with an AFS device with a green light filter

ОБСУЖДЕНИЕ

В структуре патологии СОР и ККГ у пациентов с туберкулезом легких первое место занимает кандидоз СОР, возникающий как суперинфекция на фоне основного заболевания. Пациенты в схемах медикаментозной терапии вынуждены длительно принимать несколько химиопрепаратов, которые влияют на микробиом полости рта (подавляют нормальную микрофлору, стимулируют рост грибковой флоры), приводят к снижению местного иммунитета. Микозы – это патогенетическая и экологическая составляющая туберкулеза легких, связанная с иммунологическими сдвигами и снижением резистентности тканей [22]. Большая часть обследованных пациентов не предъявляла жалоб, связанных с кандидозом полости рта. Он протекал бессимптомно и имел атрофическую хроническую форму. Именно поэтому кандидозная инфекция часто остается без внимания со стороны врачей-стоматологов и не проводится необходимое терапевтическое лечение. Микробиологическое исследование мазков из полости рта у лиц с туберкулезом легких считаем необходимым.

Увеличение антигенной нагрузки на организм провоцирует нарушение регуляции механизмов системы иммунитета, возникает дисбаланс обменных процессов, что приводит к увеличению содержания повреждающих факторов, токсических продуктов метаболизма и усилению выработки эндотоксинов бактериальной флорой. При снижении неспецифической резистентности организма появляются поражения твердых тканей зубов, стимулируется развитие острых форм кариеса, его осложнений, формируется фон для развития и прогрессирования заболеваний СОР и пародонта. Активация хронической герпесвирусной инфекции также происходит вследствие нарушений в иммунном ответе.

Регистрируемые случаи механической травмы СОР были связаны с наличием острых краев зубов, несостоятельных ортопедических конструкций, а чаще с полным отсутствием протезирования полости рта при частичной и полной потере зубов. Все случаи ангулярного хейлита являлись следствием снижения межальвеолярной высоты. Пациентам было показано рациональное протезирование несъемными и съемными ортопедическими конструкциями в зависимости от клинической картины с применением местного медикаментозного лечения в области углов рта.

Состояние полости рта и тканей периоральной области у больных туберкулезом легких диктует необходимость формирования междисциплинарного подхода в алгоритме стоматологической реабилитации пациентов, включая терапевтическое и хирургическое лечение с последующим рациональным протезированием.

Отсутствие онкологической настороженности, трудности в диагностике и дифференциации патологических состояний СОР на этапах осмотра и лечения могут приводить к неутешительным результатам, провоцировать диагностические ошибки и неблагоприятные исходы. Поэтому для обеспечения ранней диагностики ЗНО у пациентов с туберкулезной инфекцией показано применение аутофлуоресцентной стоматоскопии на этапах динамического стоматологического наблюдения и лечения.

Использование данной технологии облегчает принятие клинических решений относительно определения природы поражения СОР и необходимости проведения биопсии проблемного участка.

Известно, что в результате морфологических и биохимических изменений на тканевом и клеточном уровне, интенсивность аутофлуоресцентного свечения в области эпителиальной дисплазии и рака СОР значительно уменьшается, что приводит к появлению эффекта «темного пятна» [23]. Этим обосновывается резкий цветовой контраст между нормальными и аномальными тканями.

В текущем исследовании многие из доброкачественных изменений СОР при аутофлуоресцентной стоматоскопии визуализировались зонами уменьшения аутофлуоресценции в виде воспаления и усиления притока крови к патологическому очагу. Гемоглобин, как мощный светопоглощающий субстрат, обеспечивал снижение зеленого свечения, но менее выраженное, чем при дисплазии. Факт снижения аутофлуоресценции в зонах повышенной васкуляризации полости рта (передние глоточные столбы, элементы лимфоэпителиального кольца, в том числе небная и язычная миндалины, тонзиллярная ткань, а также подъязычная область) и в случаях усиления притока крови к очагу воспаления может быть интерпретирован как фактор, усложняющий диагностику и подчеркивающий необходимость предварительного ознакомления медицинского персонала с особенностями технологии.

Применение аутофлуоресцентной стоматоскопии в алгоритме стоматологического обследования пациентов с туберкулезной инфекцией позволило определить ее положительные эффекты: одномоментное обследование большой площади СОР (всей полости рта); визуализация истинных границ патологического процесса; обнаружение мельчайших повреждений на ткани, которая при обычном осмотре казалась неизменной; увеличение контраста между здоровыми и аномальными тканями; снижение количества инвазивных диагностических манипуляций для уточнения природы происхождения патологического процесса.

ВЫВОДЫ

Заболевания СОР и ККГ у пациентов с туберкулезной инфекцией являются высоко распространенными, обнаруживаются чаще у лиц мужского пола и отличаются неоднородностью своей структуры, в которой доминируют: кандидоз СОР, хейлиты и травматические повреждения.

Применение аутофлуоресцентной стоматоскопии в алгоритме диагностики патологических состояний СОР и ККГ у данной категории пациентов является целесообразным, так как способствует выявлению поражений, которые без использования метода могли бы быть пропущены, а также помогает врачу получать дополнительную информацию о патологическом процессе в режиме реального времени.

Неинвазивный бесконтактный метод – аутофлуоресцентная стоматоскопия – позволяет реализовать принцип онконастороженности среди специалистов и повышает мотивацию обследуемых лиц на поддержание стоматологического здоровья.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ / REFERENCES

1. Kasznia-Brown J. Global resources in the fight against tuberculosis. *Pediatr Radiol.* 2023;53(9):1746–1752. <https://doi.org/10.1007/s00247-023-05663-0>
2. Nidoi J., Muttamba W., Walusimbi S., Imoko J.F., Lochoro P., Ichtho J. et al. Impact of socio-economic factors on Tuberculosis treatment outcomes in north-eastern Uganda: a mixed methods study. *BMC Public Health.* 2021;21(1):2167. <https://doi.org/10.1186/s12889-021-12056-1>
3. Гажва С.И., Еремеев А.Ф., Заплутанова Д.А. Проблема коморбидных заболеваний в стоматологии. *Современные проблемы науки и образования.* 2015;(6):91. Режим доступа: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=23147> (дата обращения: 09.06.2024).
Gazhva S.I., Eremeev A.F., Zaplutanova D.A. Problem comorbidity diseases in dentistry. *Modern Problems of Science and Education.* 2015;(6):91. (In Russ.) Available at: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=23147> (accessed: 09.06.2024).
4. Enane L.A., Duda S.N., Chanyachukul T., Bolton-Moore C., Navuluri N., Messou E. et al. The Tuberculosis Sentinel Research Network (TB-SRN) of the International epidemiology Databases to Evaluate AIDS (IeDEA): protocol for a prospective cohort study in Africa, Southeast Asia and Latin America. *BMJ Open.* 2024;14(1):e079138. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2023-079138>
5. Hajishengallis G., Chavakis T. Local and systemic mechanisms linking periodontal disease and inflammatory comorbidities. *Nat Rev Immunol.* 2021;21(7):426–440. <https://doi.org/10.1038/s41577-020-00488-6>
6. Azatyan V., Yessayan L., Sargsyan A., Khachatryan A., Ghevondyan T., Shmavonyan M. et al. Morphological changes in the oral mucous membrane in viral hepatitis C patients: A cross-sectional study. *Int J Environ Res Public Health.* 2022;19(15):9003. <https://doi.org/10.3390/ijerph19159003>
7. Кноринг Б.Е., Давыдова Н.И., Басек Т.Ф., Ница Н.А., Елькин А.В. Показатели иммунитета у больных прогрессирующим фиброзно-кавернозным туберкулезом в зависимости от выраженности деструктивных изменений в легких. *Медицинская иммунология.* 2012;14(4-5):329–336. <https://doi.org/10.15789/1563-0625-2012-4-5-329-336>
Knoring B.E., Davydova N.A., Basek T.S., Nica N.A., Elkin A.V. Immune indexes in patients with progressive fibrous-cavernous tuberculosis dependent on severity of destructive changes in the lungs. *Medical Immunology (Russia).* 2012;14(4-5):329–336. (In Russ.) <https://doi.org/10.15789/1563-0625-2012-4-5-329-336>
8. Yang L., Li A., Wang Y., Zhang Y. Intratumoral microbiota: roles in cancer initiation, development and therapeutic efficacy. *Signal Transduct Target Ther.* 2023;8(1):35. <https://doi.org/10.1038/s41392-022-01304-4>
9. Каприн А.Д., Старинский В.В., Шахзадова А.О. (ред.) *Состояние онкологической помощи населению России в 2022 году.* М.: МНИОИ им. П.А. Герцена – филиал ФГБУ «НМИЦ радиологии» Минздрава России; 2022. 239 с. Режим доступа: https://oncology-association.ru/wp-content/uploads/2023/08/sop-2022-el.versiya_compressed.pdf (дата обращения: 09.06.2024).
Kaprin A.D., Starinskii V.V., Shahzadova A.O. *The state of cancer care for the Russian population in 2022.* Moscow: MNIIOI named after P.A. Herzen is a branch of the NMITS of Radiology of the Ministry of Health of the Russian Federation; 2022. 239 p. (In Russ.) Available at: https://oncology-association.ru/wp-content/uploads/2023/08/sop-2022-el.versiya_compressed.pdf (accessed: 09.06.2024).
10. Aadithi M.G., Divya B., Nandhini G., Rajkumar K., Ramesh Kumar A., Sarangarajan R. Evaluation of ABCB5 immunostained epithelial stem cells in oral squamous cell carcinoma, inflammatory gingival hyperplasia and normal mucosa. *Biotech Histochem.* 2024;99(1):44–48. <https://doi.org/10.1080/10520295.2023.2292062>
11. Nidoi J., Muttamba W., Walusimbi S., Imoko J.F., Lochoro P., Ichtho J. et al. Impact of socio-economic factors on Tuberculosis treatment outcomes in north-eastern Uganda: a mixed methods study. *BMC Public Health.* 2021;21(1):2167. <https://doi.org/10.1186/s12889-021-12056-1>
12. Reddy R.S., Sai Praveen K.N. Optical coherence tomography in oral cancer: A transpiring domain. *J Cancer Res Ther.* 2017;13(6):883–888. <https://doi.org/10.4103/0973-1482.180684>
13. Sahu A., Krishna C.M. Optical diagnostics in oral cancer: An update on Raman spectroscopic applications. *J Cancer Res Ther.* 2017;13(6):908–915. <https://doi.org/10.4103/0973-1482.191032>
14. D'Souza W., Saranath D. OMICS, Oral Cancer Molecular Landscapes, and Clinical Practice. *OMICS.* 2017;21(12):689–703. <https://doi.org/10.1089/omi.2017.0146>
15. Erfanparast L., Taghizadieh M., Shekarchi A.A. Non-coding RNAs and oral cancer: Small molecules with big functions. *Front Oncol.* 2022;12:914593. <https://doi.org/10.3389/fonc.2022.914593>
16. Utzinger U., Bueeler M., Oh S., Heintzelman D.L., Svistun E.S., Abd-El-Barr M. et al. Optimal visual perception and detection of oral cavity neoplasia. *IEEE Trans Biomed Eng.* 2003;50(3):396–399. <https://doi.org/10.1109/TBME.2003.808832>
17. Крихели Н.И., Позднякова Т.И., Булгакова Н.Н. Аутофлуоресцентная визуализация злокачественных новообразований слизистой оболочки рта. *Стоматология.* 2021;100(6):86–90. <https://doi.org/10.17116/stomat202110006186>
Krikheli N.I., Pozdnyakova T.I., Bulgakova N.N. Autofluorescence visualization of the oral malignant lesions. *Stomatology.* 2021;100(6):86–90. (In Russ.) <https://doi.org/10.17116/stomat202110006186>
18. Huff K.D., Garren K.C., Huff M.S. A novel, minimally invasive approach to managing mild epithelial dysplasia. *Gen Dent.* 2010;58(2):126–129.
19. Булгакова Н.Н., Волков Е.А., Позднякова Т.И. Аутофлуоресцентная стоматоскопия как метод онкоскрининга заболеваний слизистой оболочки рта. *Российский стоматологический журнал.* 2015;19(1):27–30. Режим доступа: <https://rjdentistry.com/1728-2802/article/view/39336> (дата обращения: 09.06.2024).
Bulgakova N.N., Volkov E.A., Pozdnyakova T.I. Autofluorescent somatoscope as a method of oncoscience diseases of the oral mucosa. *Russian Journal of Dentistry.* 2015;19(1):27–30. (In Russ.) Available at: <https://rjdentistry.com/1728-2802/article/view/39336> (accessed: 09.06.2024).
20. Максимовская Л.Н., Эрк А.А., Булгакова Н.Н., Зубов Б.В. Применение аутофлуоресцентной стоматоскопии для онкоскрининга заболеваний слизистой оболочки полости рта. *Стоматология для всех.* 2016;(4):34–37.
Maximovskaya L.N., Erk A.A., Bulgakova N.N., Zubov B.V. Autofluorescence stomatoscopy as the method of oncological screening of oral mucosa. *Stomatology for All.* 2016;(4):34–37. (In Russ.)

21. Гажва С.И., Горячева Т.П., Григорьев А.Г., Григорьева А.Ю. Прямая визуализация аутофлюоресценции тканей как метод ранней диагностики патологических состояний слизистой оболочки рта. *Современные проблемы науки и образования*. 2014;(6):1237. Режим доступа: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=17111> (дата обращения: 09.06.2024).
Gazhva S.I., Goryacheva T.P., Grigorev A.G., Grigoreva A.Yu. Direct autofluorescence visualization as method for early diagnostics of oral mucose abnormalities. *Modern Problems of Science and Education*. 2014;(6):1237. (In Russ.) Available at: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=17111> (accessed: 09.06.2024).
22. Orlandini R.K., Rocha A.C.S.D., Silva G.A., Watanabe E., Motta A.C.F., Silva-Lovato C.H. et al. Increased diversity, fungal burden, and virulence of oral *Candida* spp. in patients undergoing anti-tuberculosis treatment. *Microb Pathog*. 2021;161(Pt A):105280. <https://doi.org/10.1016/j.micpath.2021.105280>
23. Yamamoto N., Kawaguchi K., Fujihara H., Hasebe M., Kishi Y., Yasukawa M. et al. Detection accuracy for epithelial dysplasia using an objective autofluorescence visualization method based on the luminance ratio. *Int J Oral Sci*. 2017;9(11):e2. <https://doi.org/10.1038/ijos.2017.37>

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Горячева Татьяна Петровна – к.м.н., доцент кафедры клинической стоматологии, ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского»; 603022, Российская Федерация, г. Нижний Новгород, пр. Гагарина, д. 23; <https://orcid.org/0000-0002-9514-8897>

Заплутанова Дарья Александровна – к.м.н., старший преподаватель кафедры клинической стоматологии, ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского»; 603022, Российская Федерация, г. Нижний Новгород, пр. Гагарина, д. 23; <https://orcid.org/0009-0004-5947-9164>

Горячева Инна Петровна – к.м.н., доцент кафедры ортопедической стоматологии, ФГБОУ ВО «Приволжский исследовательский медицинский университет»; 603005, Российская Федерация, г. Нижний Новгород, пл. Минина и Пожарского, д.10/1; <https://orcid.org/0000-0001-5780-7030>

Алешина Ольга Александровна – к.м.н., ведущий специалист врач-стоматолог, ООО «НижСтомПлюс», 603093, Российская Федерация, г. Нижний Новгород, ул. Родионова, 25; <https://orcid.org/0000-0002-7990-6459>

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Tatiana P. Goryacheva – Cand. Sci. (Med.), Associate Professor of Department of Clinical Dentistry, National Research Lobachevsky State University; 23 Gagarin Avenue, Nizhny Novgorod 603022, Russian Federation; <https://orcid.org/0000-0002-9514-8897>

Darya A. Zaplutanova – Cand. Sci. (Med.), Senior Lecturer of Department of Clinical Dentistry, National Research Lobachevsky State University; 23 Gagarin Avenue, Nizhny Novgorod 603022, Russian Federation; <https://orcid.org/0009-0004-5947-9164>

Inna P. Goryacheva – Cand. Sci. (Med.), Associate Professor of Department of Prosthodontic Dentistry, Privolzhsky Research Medical University; 10/1 Minin and Pozharsky Square, Nizhny Novgorod 603005, Russian Federation; <https://orcid.org/0000-0001-5780-7030>

Olga A. Aleshina – Cand. Sci. (Med.), Leading Dentist, LLC NizhStomPlyus; 25 Rodionova St., Nizhny Novgorod 603093, Russian Federation; <https://orcid.org/0000-0002-7990-6459>

ВКЛАД АВТОРОВ

Т.П. Горячева – существенный вклад в замысел и дизайн исследования; написание статьи; окончательное одобрение варианта статьи для опубликования.

Д.А. Заплутанова – сбор данных, анализ и интерпретация данных; подготовка статьи.

И.П. Горячева – сбор специальной литературы; обработка статистическая данных и графического материала статьи.

О.А. Алешина – критический пересмотр статьи в части значимого интеллектуального содержания.

AUTHOR'S CONTRIBUTION

Tatiana P. Goryacheva – a significant contribution to the idea and design of the article; preparation of the article; final approval of the version of the article for publication.

Darya A. Zaplutanova – data collection, analysis and interpretation of data; preparation of the article.

Inna P. Goryacheva – collection of special literature; statistical of data and graphic material of the article processing.

Olga A. Aleshina – critical revision of the article in terms of significant intellectual content.

<https://doi.org/10.36377/ET-0030>

Альтернативные механизмы фиксации полных съемных протезов: обзор литературы и пилотное исследование

Г.С. Рамазанов  

Российский университет дружбы народов им. Патриса Лумумбы, г. Москва, Российская Федерация

 ramazanovgamzat407@gmail.com

Резюме

Адгезивы для съемных протезов являются специальными альтернативными средствами, предназначенными для улучшения фиксации протезов. Они помогают предотвратить их смещение, обеспечивая комфортное и надежное ношение. Адгезивы бывают в различных формах, таких как кремы, порошки, пластины, полоски и гели. Кремы и гели наносятся на внутреннюю поверхность протеза, создавая прочную связь с деснами, в то время как порошки обеспечивают тонкий слой фиксации. Пластины и полоски удобно наклеиваются на протез, распределяя фиксацию равномерно. Выбор подходящего адгезива важен для обеспечения комфорта и предотвращения возможных аллергических реакций. Регулярное очищение протезов и правильное использование адгезивов способствуют поддержанию здоровья полости рта и долговечности протезов. В данном обзоре литературы представлены современные аспекты и разработки материалов для увеличения качества фиксации съемных протезов.

Ключевые слова: адгезивы, съемные протезы, полное отсутствие зубов.

Информация о статье: поступила – 01.06.2024; исправлена – 05.08.2024; принята – 07.08.2024

Конфликт интересов: Автор сообщает об отсутствии конфликта интересов.

Благодарности: Финансирование и индивидуальные благодарности для декларирования отсутствуют.

Для цитирования: Рамазанов Г.С. Альтернативные механизмы фиксации полных съемных протезов: обзор литературы и пилотное исследование. *Эндодонтия Today*. 2024;22(3):283–287. <https://doi.org/10.36377/ET-0030>

Alternative fixation mechanisms for complete removable dentures: a literature review and pilot study

Gamzat S. Ramazanov  

Peoples' Friendship University of Russia named after Patrice Lumumba, Moscow, Russian Federation

 ramazanovgamzat407@gmail.com

Abstract

Adhesives for removable dentures are specialized alternative products designed to enhance the retention of dentures. They help prevent dentures from shifting, ensuring comfortable and secure wear. Adhesives come in various forms, such as creams, powders, pads, strips, and gels. Creams and gels are applied to the inner surface of the denture, creating a strong bond with the gums, while powders provide a thin layer of fixation. Pads and strips can be conveniently attached to the denture, distributing the fixation evenly. Choosing the right adhesive is important for ensuring comfort and preventing possible allergic reactions. Regular cleaning of dentures and proper use of adhesives contribute to oral health and the longevity of the dentures. This literature review presents contemporary aspects and developments in materials aimed at improving the quality of retention for removable dentures.

Keywords: adhesives, removable dentures, edentulism

Article info: received – 01.06.2024; revised – 05.08.2024; accepted – 07.08.2024

Conflict of interests: The author declares no conflict of interests.

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

For citation: Ramazanov G.S. Alternative fixation mechanisms for complete removable dentures: a literature review and pilot study. *Endodontics Today*. 2024;22(3):283–287. (In Russ.) <https://doi.org/10.36377/ET-0030>

ВВЕДЕНИЕ

Адгезивы для съемных протезов – это нетоксичные и растворимые материалы, которые наносятся на тканевую сторону зубных протезов для улучшения их функционирования [1, pp. 155–158]. Данные материалы расширяются за счет поглощения воды, заполняют пространства и увеличивают поверхностное натяжение между протезом и слизистой альвеолярного гребня [2]. Улучшение адаптации протеза, речи, жевания – это некоторые из преимуществ этих материалов. Эти материалы используются на клинических этапах изготовления протезов, таких как фиксация базиса, регистрация прикуса и повышение точности протеза [3]. О некоторых недостатках, таких как раздражение слизистой оболочки полости рта, изменение окклюзионных взаимоотношений, увеличение вертикального размера, увеличение потери альвеолярной кости, сообщалось в отношении адгезивов для зубных протезов, особенно нерастворимых, хотя доказательственная база данных выводах оставляла желать лучшее [4].

Целью данной статьи является обзор литературы современных механизмов методов дополнительной фиксации полных съемных протезов.

МЕХАНИЗМ ДЕЙСТВИЯ

При использовании адгезивов наблюдалось значительное общее увеличение показателей. Эти результаты подтверждают данные исследований, в которых сообщалось, что адгезив для зубных протезов значительно улучшает фиксацию и стабильность полных зубных протезов [5–8].

Эти результаты можно объяснить тем, что адгезив для зубных протезов, контактирующий с поверхностью полного протеза, имеет механизм действия, который увеличивает вязкость слюны при контакте с основанием протеза, тем самым оптимизируя адгезив и его когезивные свойства, что, в свою очередь, улучшает фиксацию и стабильность [9; 10]. В большинстве отобранных исследований сообщалось о значительном увеличении ретенции и стабильности при использовании адгезивов для протезов; однако в 1 исследовании [11] не было обнаружено влияния адгезива для протезов на увеличение IOF при смещении верхнечелюстных полных протезов. Авторы предположили, что исследование было потенциально недостаточно полноценным для выявления столь незначительного эффекта. Хотя об этом не упоминалось, возможно, сыграл свою роль еще один фактор. В данном исследовании оценивалась только верхнечелюстная дуга и верхнечелюстной полный протез, которые имеют тенденцию к меньшей резорбции и мышечному воздействию по сравнению с нижнечелюстной дугой [12; 13]. Таким образом, это может способствовать лучшей фиксации и стабильности даже без адгезива протеза в небольшой по объему выборке.

Ретенция

Nishi et al. [14] сообщили, что у участников с сухостью во рту ретенция была значительной только для адгезива. Авторы сообщили, что порошковый адгезив не улучшил ретенцию у этих участников

из-за недостатка влаги и учитывая, что порошковый адгезив обычно устраняет влажность полости рта. Подобные результаты были получены в работе Bogucki et al. [15], в которой адгезив практически не вымывался слюной, обеспечивая стойкий и длительный эффект. Однако ни в одном из исследований не использовался перекрестный дизайн для оценки влияния различных типов адгезивов на одного и того же участника. Таким образом, необходимы дальнейшие исследования, оценивающие влияние различных видов клея (крема или порошка) на пациентов с ксеростомией.

Нет единого мнения относительно продолжительности ретенционного действия адгезивов для зубных протезов, которая может варьироваться от 3 часов до 12 часов в зависимости от типа адгезива, а в некоторых исследованиях эта эффективность не превышала 10 часов. В некоторых из включенных исследований [15–18], в которых оценивалась различная продолжительность времени, отмечалось, что даже через 12 часов значения IOF оставались высокими, особенно по сравнению с показателями, измеренными сразу после введения адгезива. Во всех этих исследованиях оценивались только экспериментальные или коммерчески доступные адгезивы на кремовой основе; однако, как уже говорилось ранее, важно также оценить продолжительность ретенционного действия адгезивов на порошковой основе. Кроме того, для проприоцептивной адаптации можно рекомендовать использовать клей для протезов в течение более 12 часов [8].

Жевательная активность

Было обнаружено значительное увеличение жевательной эффективности после использования адгезива для протезов. Она может быть связана с увеличением ранее оцененных параметров. Этот факт был подтвержден в исследовании Nishi et al. [14], в котором отмечалось повышение жевательной эффективности только у участников с сухостью полости рта, как и в случае с ретенцией. В двух исследованиях сравнивались два типа адгезивов – порошок и крем – с точки зрения жевательной эффективности [10; 14]. В обоих исследованиях авторы не заметили различий в жевательной эффективности между адгезивами на основе крема и порошка. Однако в исследовании Torres-Sánchez et al. [10] сравнивались различные коммерческие марки на кремовой основе и наблюдалась значительная положительная разница для конкретного типа. Эта разница может быть связана с различиями в составе сополимера винилметилового эфира и малеинового ангидрида по сравнению с поливинилацетатом.

Негативное влияние

Высказываются опасения по поводу негативного влияния адгезивов для зубных протезов [19]. Использование адгезивов для зубных протезов не может заменить необходимость хорошо подогнанного полного протеза, хотя некоторые пациенты пытаются компенсировать неправильное прилегание протеза с помощью адгезивов [20–22]. Адгезивы не

должны маскировать клинические проблемы, такие как неправильные оттиски при изготовлении протезов [23–25] или заболевания полости рта, такие как стоматит и кандидоз. Однако, плохая биосовместимость или микробиологическая негативная активность после использования адгезивов для зубных протезов отсутствуют [26]. Поэтому рекомендуется проводить дальнейшие клинические исследования с учетом этих параметров. Участники таких исследований должны следовать инструкциям, предоставленным производителем, и периодически наблюдаться у специалиста для оценки необходимости ухода за протезами [27].

В ряде исследований [11; 16–18] использовали анкеты для оценки различных типов адгезивов. В данных исследованиях не выявили различий между адгезивами [11; 16], главным образом в параметрах, связанных с вкусом [17] или вкусом / текстурой, посадкой протезов и комфортом [23], по сравнению с контрольными группами адгезивами. Также было отмечено, что нанесение адгезивов на зубные протезы не оказывает существенного влияния на накопление частиц пищи под зубными протезами [17].

Последние разработки

Как следствие, разрабатываются более эффективные адгезивы для зубных протезов, наносящие меньший вред пациентам, о чем свидетельствует большое количество экспериментальных адгезивов, изученных в исследованиях [28].

Одним из примеров современных адгезивов является SPLAT® CONFIDENT. В креме не используется вазелин – продукт нефтепереработки, разработчики заменили его на натуральные масла. За счет этого состав нового крема на 60% состоит из ингредиентов натурального происхождения: vegetable oil – растительное масло высокой степени очистки, содержит триглицериды жирных кислот омега-3 и омега-9 [29], часть запатентованного комплекса «pro-gum relif system»; calcium / sodium pvm / ma copolymer – основной фиксирующий полимер [30]; cellulose gum – фиксирующий полимер на основе натурального сырья [31]; microcrystalline wax – загуститель [29]; aqua – стабилизатор фиксирующих полимеров; echinacea angustifolia root

extract – экстракт эхинацеи, содержит соединения, обладающие противовоспалительным действием, часть патентуемого комплекса «pro-gum relif system» [30]; punica granatum peel extract – экстракт граната, содержит соединения, обладающие мощным антиоксидантным и противовоспалительным действием, часть патентуемого комплекса «pro-gum relif system» [31]; glycerin – растворитель для активных компонентов экстрактов. Экстракт эхинацеи благотворно влияет на иммунитет полости рта, предотвращает воспаление и кариес, успокаивает раздраженные десны. Экстракт граната – мощный антиоксидант, устраняет воспаление десен и ускоряет заживление ран. Рапсовое масло обладает смягчающими, питательными, увлажняющими и антиоксидантными свойствами [32].

Было проведено клиническое исследование эффективности данного адгезива для фиксации зубных протезов SPLAT® CONFIDENT FIX, в котором приняло участие 60 человек (30 мужчин и 30 женщин, средний возраст $76,4 \pm 10,1$ лет). По оценке врачей, состояние полости рта за 2 недели применения продуктов улучшилось у 50% участников, у 50% не изменилось. Не было зафиксировано ухудшения состояния полости рта ни у одного из участников. 77% участников отметили, что применение крема поддерживает ощущение свежести во рту ($p < 0,05$), 70% $p < 0,05$, участники отметили, что применение крема предотвращает / снижает неприятные ощущения в местах контакта, 95% участников отметили, что фиксации протезов хватает на 24 часа ($p < 0,01$), 78% отметили, что неприятные впечатления не возникают даже после суток ношения протезов ($p < 0,05$).

Вывод

Важно продолжить изучение и разработку новых стоматологических адгезивов для улучшения параметров, оцененных в обзоре. На основании результатов данного обзора исследований можно сделать вывод, что кремные адгезивы для зубных протезов эффективны для повышения силы прикуса в области премоляров / моляров у пользователей полных протезов; кремные адгезивы для зубных протезов эффективны для улучшения фиксации протезов нижней челюсти.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ / REFERENCES

1. Zarb G., Hobkirk J.A., Eckert S.E., Jacob R.F. *Prosthodontic Treatment for Edentulous Patients: Complete Denture and Implant Supported Protheses*. 13th ed. St. Louis: Elsevier; 2013. 464 p.
2. Chowdhry P., Phukela S.S., Patil R., Yadav H. A study to evaluate the retentive ability of different denture adhesive materials: An in vitro study. *J Indian Prosthodont Soc*. 2010;10(3):176–181. <https://doi.org/10.1007/s13191-010-0039-4>
3. Felton D., Cooper L., Duqum I., Minsley G., Guckes A., Haug S. et al. Evidence-based guidelines for the care and maintenance of complete dentures: A publication of the American College of Prosthodontists. *J Prosthodont*. 2011;20(Suppl. 1):S1–S12. <https://doi.org/10.1111/j.1532-849X.2010.00683.x>
4. Papadiochou S., Emmanouil I., Papadiochos I. Denture adhesives: A systematic review. *J Prosthet Dent*. 2015;113(5):391–397.E2. <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2014.11.001>
5. Duqum I., Powers K.A., Cooper L., Felton D. Denture adhesive use in complete dentures: Clinical recommendations and review of the literature. *Gen Dent*. 2012;60(6):467–477.
6. de Oliveira Junior N.M., Rodriguez L.S., Mendoza Marin D.O., Paleari A.G., Pero A.C., Compagnoni M.A. Masticatory performance of complete denture wear-

- ers after using two adhesives: A crossover randomized clinical trial. *J Prosthet Dent*. 2014;112(5):1182–1187. <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2014.05.004>
7. Torres-Sánchez C., Montoya-Salazar V., Torres-Lagares D., Gutierrez-Pérez J.L., Jimenez-Castellanos E. Comparison of masticatory efficacy among complete denture wearers with two adhesives and dentate individuals: A randomized, crossover, double-blind clinical trial. *J Prosthet Dent*. 2017;117(5):614–620. <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2016.09.020>
 8. Atassi M., Ling M.R., Oneglia K., Dilauro T.S. A proof-of-principle bite force study using two experimental test denture adhesives and a currently marketed denture adhesive. *Clin Exp Dent Res*. 2020;6(2):266–273. <https://doi.org/10.1002/cre2.256>
 9. Marin D.O., Leite A.R., Paleari A.G., Rodriguez L.S., Oliveira Junior N.M., Pero A.C., Compagnoni M.A. Effect of a denture adhesive on the satisfaction and kinesiographic parameters of complete denture wearers: a cross-over randomized clinical trial. *Braz Dent J*. 2014;25(5):391–398. <https://doi.org/10.1590/0103-6440201302409>
 10. Kulak Y., Ozcan M., Arikan A. Subjective assessment by patients of the efficiency of two denture adhesive pastes. *J Prosthodont*. 2005;14(4):248–252. <https://doi.org/10.1111/j.1532-849X.2005.00049.x>
 11. Nishi Y., Nomura T., Murakami M., Kawai Y., Nishimura M., Kondo H. et al. Effect of denture adhesives on oral moisture: A multicenter randomized controlled trial. *J Prosthodont Res*. 2020;64(3):281–288. <https://doi.org/10.1016/j.jpor.2019.08.004>
 12. Bogucki Z.A., Napadlek P., Dabrowa T. A clinical evaluation denture adhesives used by patients with xerostomia. *Medicine*. 2015;94(7):e545. <https://doi.org/10.1097/MD.0000000000000545>
 13. Varghese R., Burnett G.R., Souverain A., Patil A., Gosweiler A.G. A randomised bite force study assessing two currently marketed denture adhesive products compared with no-adhesive control. *Clin Exp Dent Res*. 2019;5(3):276–283. <https://doi.org/10.1002/cre2.182>
 14. Atassi M., Milleman K.R., Burnett G.R., Sanyal S., Milleman J.L. A randomized clinical study to evaluate the effect of denture adhesive application technique on food particle accumulation under dentures. *Clin Exp Dent Res*. 2019;5(4):316–325. <https://doi.org/10.1002/cre2.168>
 15. Pradies G., Sanz I., Evans O., Martinez F., Sanz M. Clinical study comparing the efficacy of two denture adhesives in complete denture patients. *Int J Prosthodont*. 2009;22(4):361–367.
 16. Ohwada G., Minakuchi S., Sato Y., Kondo H., Nomura T., Tsuboi A. et al. Subjective Evaluation of Denture Adhesives: A Multicenter Randomized Controlled Trial. *JDR Clin Trans Res*. 2020;5(1):50–61. <https://doi.org/10.1177/2380084419837607>
 17. Nicolas E., Veyrune J.L., Lassauzay C. A six-month assessment of oral health-related quality of life of complete denture wearers using denture adhesive: a pilot study. *J Prosthodont*. 2010;19(6):443–448. <https://doi.org/10.1111/j.1532-849X.2010.00601.x>
 18. Preshaw P.M., Walls A.W., Jakubovics N.S., Moynihan P.J., Jepson N.J., Loewy Z. Association of removable partial denture use with oral and systemic health. *J Dent*. 2011;39(11):711–719. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2011.08.018>
 19. Sato Y., Aida J., Takeuchi K., Ito K., Koyama S., Kakizaki M. et al. Impact of loss of removable dentures on oral health after the great East Japan earthquake: a retrospective cohort study. *J Prosthodont*. 2015;24(1):32–36. <https://doi.org/10.1111/jopr.12210>
 20. Perea C., Suárez-García M.J., Del Río J., Torres-Lagares D., Montero J., Castillo-Oyagüe R. Oral health-related quality of life in complete denture wearers depending on their socio-demographic background, prosthetic-related factors and clinical condition. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal*. 2013;18(3):e371–380. <https://doi.org/10.4317/medoral.18648>
 21. Heydecke G., Thomason J.M., Lund J.P., Feine J.S. The impact of conventional and implant supported prostheses on social and sexual activities in edentulous adults Results from a randomized trial 2 months after treatment. *J Dent*. 2005;33(8):649–657. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2005.01.003>
 22. Kimoto S., Kawai Y., Gunji A., Kondo H., Nomura T., Murakami T. et al. Study protocol for a multi-center, randomized controlled trial to develop Japanese denture adhesive guidelines for patients with complete dentures: the Denture Adhesive Guideline trial: study protocol for a randomized controlled trial. *Trials*. 2016;17(1):506. <https://doi.org/10.1186/s13063-016-1612-x>
 23. Helal E., Esmat A.M., Elawady A.F., Khalil M.F.F. Influence of denture adhesives on oral health quality of life, occlusion and disocclusion times of digitally fabricated and designed removable complete dentures (clinical cross over study). *Int J Adv Res*. 2022;10(6):696–706. <https://doi.org/10.21474/IJAR01/14938>
 24. Mihaylenko T.M. Oral cavity hygiene in persons using adhesive products to improve the fixation of removable dentures constructions. *Pharma Innov J*. 2015;3(12):64–67. Available at: <https://www.thepharmajournal.com/archives/2015/vol3issue12/PartB/3-12-11.pdf> (accessed: 02.07.2024).
 25. Florêncio Costa R.T., Leite Vila-Nova T.E., Barbosa de França A.J., Gustavo da Silva Casado B., de Souza Leão R., Dantas de Moraes S.L. Masticatory performance of denture wearers with the use of denture adhesives: A systematic review. *J Prosthet Dent*. 2022;127(2):233–238. <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2020.10.011>
 26. Azevedo L., Correia A., Almeida C.F., Molinero-Mourelle P., Correia M., Del Rio Highsmith J. Biocompatibility and effectiveness of a novel, organic olive oil-based denture adhesive: A multicenter randomized and placebo-controlled clinical trial. *Int J Environ Res Public Health*. 2021;18(7):3398. <https://doi.org/10.3390/ijerph18073398>
 27. Elias Boneta A.R., Ramirez K., Naboa J., Mateo L.R., Stewart B., Panagokos F., De Vizio W. Efficacy in reducing dentine hypersensitivity of a regimen using a toothpaste containing 8% arginine and calcium carbonate, a mouthwash containing 0.8% arginine, pyrophosphate and PVM/MA copolymer and a toothbrush compared to potassium and negative control regimens: an eight-week randomized clinical trial. *J Dent*. 2013;41(Suppl. 1):S42–S49. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2012.11.011>
 28. Taczała J., Sawicki J., Pietrasik J. Chemical Modification of Cellulose Microfibres to Reinforce Poly (methyl methacrylate) Used for Dental Application. *Materials*. 2020;13(17):3807. <https://doi.org/10.3390/ma13173807>
 29. Parvizi A., Lindquist T., Schneider R., Williamson D., Boyer D., Dawson D.V. Comparison of the dimensional

- accuracy of injection-molded denture base materials to that of conventional pressure-pack acrylic resin. *J Prosthodont.* 2004;13(2):83–89. <https://doi.org/10.1111/j.1532-849X.2004.04014.x>
30. Russo D., Faraone I., Labanca F., Sinisgalli C., Bartolo M., Andrade P.B. et al. Comparison of different green-extraction techniques and determination of the phytochemical profile and antioxidant activity of *Echinacea angustifolia* L. extracts. *Phytochem Anal.* 2019;30(5):547–555. <https://doi.org/10.1002/pca.2847>
31. Kamali M., Tavakoli H., Khodadoost M., Daghighzadeh H., Kamalinejad M., Gachkar L. et al. Efficacy of the *Punica granatum* peels aqueous extract for symptom management in ulcerative colitis patients. A randomized, placebo-controlled, clinical trial. *Complement Ther Clin Pract.* 2015;21(3):141–146. <https://doi.org/10.1016/j.ctcp.2015.03.001>
32. Qnais E.Y., Elokda A.S., Abu Ghalyun Y.Y., Abdulla F.A. Anti-diarrheal activity of the aqueous extract of *Punica granatum* (Pomegranate) peels. *Pharm Biol.* 2007;45(9):715–720. <https://doi.org/10.1080/13880200701575304>

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

Рамазанов Гамзат Сергеевич – аспирант кафедры детского возраста и ортодонтии, ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов им. Патриса Лумумбы»; 117198, Российская Федерация, г. Москва, ул. Миклухо-Маклая, 6; <https://orcid.org/0009-0006-2060-9413>

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

Gamzat S. Ramazanov – Postgraduate Student, Department of Pediatric Dentistry and Orthodontic, Peoples' Friendship University of Russia named after Patrice Lumumba (RUDN University); 6 Miklukho-Maklaya Str., Moscow 117198, Russian Federation; <https://orcid.org/0009-0006-2060-9413>

ВКЛАД АВТОРОВ

Рамазанов Г.С. – концепция и дизайн исследования, обработка данных, обзор литературы.

AUTHOR'S CONTRIBUTION

Gamzat S. Ramazanov – research concepts and design, data processing, literature review.

Ультразвуковая оценка структуры жевательных мышц на фоне купирования миофасциального болевого синдрома

Е.Н. Ярыгина¹ , Ю.А. Македонова^{1,2} ✉, В.В. Шкарин¹ , А.Г. Павлова-Адамович¹ ,
Л.А. Девятченко¹ , С.В. Дьяченко¹ 

¹ Волгоградский государственный медицинский университет г. Волгоград, Российская Федерация

² Волгоградский медицинский научный центр, г. Волгоград, Российская Федерация

✉ mihai-m@yandex.ru

Резюме

ВВЕДЕНИЕ. Ограничение открывания рта, парафункциональная активность жевательной мускулатуры являются симптомом развития многих стоматологических заболеваний, обусловленных внутри и внесуставными причинами. Для верификации диагноза необходимо проводить ультразвуковое исследование, по оценке динамики качественных и полуколичественных параметров предоставляется возможным проанализировать результаты проводимого лечения по принципу BOS, что и послужило целью настоящего исследования.

ЦЕЛЬ. Провести ультразвуковую оценку структуры жевательных мышц на фоне купирования миофасциального болевого синдрома.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ. Проведено обследование и лечение 104 человек, купирование миофасциального болевого синдрома которым проведено с помощью комбинированного лечения – инъекций ботулинического токсина типа А, наложение кросс-тейпов и проведение озонирования жевательной мускулатуры. Оценивали клинические критерии – интенсивность и продолжительность боли, степень открывания рта. По разработанным ультразвуковым критериям изучали особенности структуры жевательных мышц, наличие или отсутствие триггерных точек с определением диаметра. С помощью качественных показателей изучали длину, ширину и глубину мышечной ткани.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ВЫВОДЫ. У пациентов с миофасциальным болевым синдромом, начиная с 14 дней и в течение 6 месяцев была достигнута стойкая положительная динамика, о чем свидетельствовало статистически значимое изменение изучаемых параметров. Выявлена корреляционная взаимосвязь между степенью открывания рта и изменением ширины жевательных мышц по данным ультразвукового метода исследования. Включение данного метода позволяет своевременно, точно и неинвазивно оценить состояние жевательных мышц, при изучении изменения размеров которой предоставляется возможность скорректировать проводимое лечение.

Ключевые слова: миофасциальный болевой синдром, ультразвуковое исследование, лечение, триггерная точка, боль, степень открывания рта

Информация о статье: поступила – 23.05.2024; исправлена – 14.07.2024; принята – 01.08.2024

Конфликт интересов: Авторы сообщают об отсутствии конфликта интересов.

Благодарности: Финансирование и индивидуальные благодарности для декларирования отсутствуют.

Для цитирования: Ярыгина Е.Н., Македонова Ю.А., Шкарин В.В., Павлова-Адамович А.Г., Девятченко Л.А., Дьяченко С.В. Ультразвуковая оценка структуры жевательных мышц на фоне купирования миофасциального болевого синдрома. *Эндодонтия Today*. 2024;22(3):288–294. <https://doi.org/10.36377/ET-0033>

Ultrasound assessment of the structure of the masticatory muscles against the background of relief of myofascial pain syndrome

Elena N. Iarygina¹ , Yuliya A. Makedonova^{1,2} ✉, Vladimir V. Shkarin¹ ,
Anastasiya G. Pavlova-Adamovich¹ , Lilia A. Devyatchenko¹ , Svetlana V. Dyachenko¹ 

¹ Volgograd State Medical University, Volgograd, Russian Federation

² Volgograd Medical Scientific Center, Volgograd, Russian Federation

✉ mihai-m@yandex.ru

Abstract

INTRODUCTION. Restricted mouth opening, parafunctional activity of the chewing muscles are a symptom of the development of many dental diseases caused by intra- and extra-articular causes. To verify the diagnosis, it is necessary to conduct an ultrasound examination, according to the assessment of the dynamics of qualitative and semi-quantitative parameters, it is possible to analyze the results of the treatment according to the BOS principle, which was the purpose of this study.

AIM. The aim of the study was to conduct an ultrasound assessment of the structure of the masticatory muscles against the background of relief of myofascial pain syndrome.

MATERIALS AND METHODS. 104 people were examined and treated, the relief of myofascial pain syndrome was carried out using combined treatment – injections of botulinum toxin type A, cross-taping and ozonation

of the chewing muscle. Clinical criteria were evaluated – the intensity and duration of pain, the degree of mouth opening. According to the developed ultrasound criteria, the features of the structure of the masticatory muscles, the presence or absence of trigger points with diameter determination were studied. Using qualitative indicators, the length, width and depth of muscle tissue were studied.

RESULTS AND CONCLUSIONS. In patients with myofascial pain syndrome, starting at 14 days and for 6 months, stable positive dynamics was achieved, as evidenced by a statistically significant change in the studied parameters. A correlation was revealed between the degree of mouth opening and changes in the width of the chewing muscles according to the ultrasound method of investigation. The inclusion of this method makes it possible to timely, accurately and non-invasively assess the condition of the chewing muscles, while studying the size changes of which it is possible to adjust the treatment.

Keywords: myofascial pain syndrome, ultrasound examination, treatment, trigger point, pain, degree of mouth opening

Article info: received – 23.05.2024; revised – 14.07.2024; accepted – 01.08.2024

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

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

For citation: Iarygina E.N., Makedonova Yu.A., Shkarin V.V., Pavlova-Adamovich A.G., Devyatchenko L.A., Dyachenko S.V. Ultrasound assessment of the structure of the masticatory muscles against the background of relief of myofascial pain syndrome. *Endodontics Today*. 2024;22(3):288–294. (In Russ.) <https://doi.org/10.36377/ET-0033>

ВВЕДЕНИЕ

Основными симптомами миофасциального болевого синдрома жевательной мускулатуры являются боль и парафункциональная активность мышечной ткани [1]. Мышца активно сокращается, пациент не способен в полном объеме совершать движения, что приводит к ограничению открывания рта [2]. Постепенно развивается мышечная утомляемость, больные предъявляют жалобы на боль и усталость жевательной мускулатуры [3]. В результате развивается затруднение жевания, особенно при пережевывании твердой пищи. Симптоматика нарастает, обретает хронизацию процесса и с годами становится более выраженной. Усиливается

ограничение открывания рта, пациенты отмечают спорадические безболезненные щелчки в области височно-нижнечелюстного сустава, которые со временем только усиливаются и становятся болезненными. Отдифференцировать данную патологию от других заболеваний для врача-стоматолога является трудной задачей [4]. Причины, ограничивающие открывание рта, разделяют на внутрисуставные и внесуставные (рис. 1) [5].

Наиболее распространенными являются три причины – синдром дисфункции, обусловленные миофасциальной болью, внутренняя дисфункция височно-нижнечелюстного сустава (ВНЧС) и остеоартроз [6].



Рис. 1. Внесуставные и внутрисуставные причины, ограничивающие открывание рта

Fig. 1. Extra-articular and intra-articular causes limiting mouth opening

Источником боли при синдроме дисфункции с миофасциальной болью или миофасциальном болевом синдроме являются жевательные мышцы, которые управляют суставом, но практически не имеют никакого отношения к самому суставу [7]. Пациенты предъявляют жалобы на диффузную или тупую боль на боковой стороне лица, по интенсивности от умеренной до сильной, с переменными составляющими и приступами, длящимися часами, а иногда и целыми днями. Основной причиной данного состояния являются жесткие полосовидные уплотнения внутри натянутых мышц, которые, зачастую очень трудно выявить при проведении пальпаторной алгометрии [8].

Нестабильная или аномальная позиция суставного диска определяется термином внутренней дисфункцией ВНЧС. Данное состояние также может являться причиной щелчков и стопора в суставе [9].

Остеоартроз часто поражает ВНЧС, особенно головку нижней челюсти, является следствием недостаточного восстановления хряща при генетической предрасположенности. Данное состояние также характеризуется болью и ограничением подвижности сустава, особенно во время жевания [10].

Парафункциональная активность жевательной мускулатуры на начальных этапах развития патологии не оказывает воздействие на сустав и его двигательные возможности [11]. Рот не может открываться в вертикальном направлении, его боковые и протрузионные движения не ограничены, поскольку головки суставов сохраняют нормальные протрузионные движения и боковые экскурсии, несмотря на то, что отмечается ограничение открывания рта [12]. При внесуставных причинах будет отмечаться отклонение от средней линии при открывании рта и ограничение боковых движений [13]. При внутрисуставных причинах первоначально пропадают движения головки вперед, отмечается ограничение движения во всех направлениях [14].

Одними из методов обследования, способствующими постановке окончательного диагноза яв-

ляются рентгенологический и ультразвуковой метод, позволяющий оценить структуру жевательных мышц, определить их размеры, выявить триггерные точки [15].

При миофасциальном болевом синдроме жевательной мускулатуры рентгенологически не будут выявлены изменения. При подозрении на другой патологический процесс, рентгенологическое исследование может быть полезным [16; 17].

При проведении ультразвукового метода исследования у врача-стоматолога появляется возможность четкой дифференциации мышц от окружающих тканей, точность и возможность определить структуру и размер жевательной мускулатуры, выявить патологические элементы, быстро, точно и неинвазивно оценить динамику изменений на фоне проводимой терапии, что и послужило целью исследования.

ЦЕЛЬ

Провести ультразвуковую оценку структуры жевательных мышц на фоне купирования миофасциального болевого синдрома.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Для решения поставленной цели было проведено комплексное обследование и лечение 104 человек с миофасциальным болевым синдромом жевательной мускулатуры. На проводимое исследование было получено разрешение локального этического комитета ВолГМУ (протокол № 14 от 19.11.2021 г.). Средний возраст пациентов составил $25,8 \pm 1,7$ лет.

Проводилось клиническое обследование пациентов, включающее оценку интенсивности и продолжительности боли путем проведения пальпаторной алгометрии, оценивали степень открывания рта [18].

Исследование жевательных мышц проводилось с применением ультразвукового сканера УЗИ Acclarix AX8 в В-режиме линейным датчиком L12-5Q. Оценивали качественные и полуколичественные параметры (рис. 2, 3).

ПРОТОКОЛ УЛЬТРАЗВУКОВОГО ОБСЛЕДОВАНИЯ ПАЦИЕНТОВ

Полуколичественные критерии		
Дифференциация жевательных мышц	☐ удовлетворительная	☐ неудовлетворительная
Очаговые изменения	☐ наличие	☐ отсутствие
Непроизвольные мышечные сокращения	☐ наличие	☐ отсутствие
Структура височной мышцы	☐ гипозохогенная	☐ гиперэхогенная
Структура жевательной мышцы	☐ гипозохогенная	☐ гиперэхогенная
Качественные критерии		
Длина жевательной мышцы, мм		
Ширина жевательной мышцы, мм		
Глубина жевательной мышцы, мм		
Размер триггерных точек, мм		

Рис. 2. Протокол ультразвукового обследования пациентов с миофасциальным болевым синдромом жевательной мускулатуры

Fig. 2. Protocol of ultrasound examination of patients with myofascial pain syndrome of the masticatory muscles

Ультразвуковое обследование проводили до начала купирования миофасциального болевого синдрома жевательной мускулатуры и через 6 месяцев.

Купирование вышеуказанной патологии проводили комбинированным способом лечения, включающим выполнение инъекций ботулинического токсина типа А, наложение кросс-тейпов на месте введения миорелаксантов и проведение озонирования непосредственно на жевательные мышцы через кожу (рис. 4).

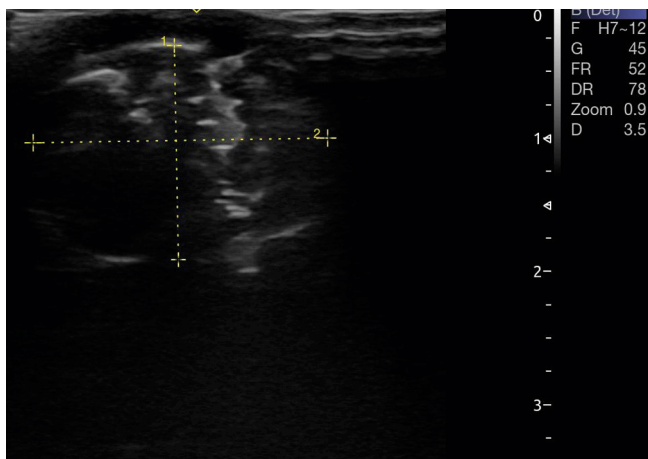


Рис. 3. Демонстрация определения количественных критериев

Fig. 3. Demonstration of the definition of quantitative criteria



Рис. 4. Выполнение озонирования чрезкожной насадкой аппаратом «Озотрон»

Fig. 4. Performing ozonation with a transcutaneous nozzle using the Ozotron device

Анализ и статистическую обработку полученных результатов исследований проводили методом математической статистики с помощью персонального компьютера и программы «Microsoft Excel, 2006» к программной операционной системе MS Windows XP (Microsoft Corp., США) в соответствии с общепринятыми методами медицинской статистики, а также статистический программный пакет Stat Soft Statistica v10.0.

РЕЗУЛЬТАТЫ

До начала купирования миофасциального болевого синдрома жевательной мускулатуры пациенты предъявляли жалобы на сильную болезненность при проведении пальпаторной алгометрии $3,7 \pm 0,1$ балла, отмечалось умеренное напряжение жевательной мускулатуры, пациенты отмечали дискомфорт. Болевой потенциал занимал от 50 % времени суток трудоспособных людей – $3,5 \pm 0,1$ балла. Движения нижней челюсти ограничены на фоне болевого фактора, пациенты компенсаторно ограничивали открывание рта. Активное открывание рта составило $25,9 \pm 0,2$ мм, пассивное – $34,9 \pm 0,1$ мм.

По данным ультразвукового обследования средняя ширина жевательной мышцы в покое составила $19,6 \pm 0,1$ мм, в напряжении – $24,4 \pm 0,1$ мм. Средняя длина жевательных мышц при обследовании составила $25,6 \pm 1,2$ мм, глубина – $6,1 \pm 0,2$ мм. У 87 пациентов (83,7 %) отмечались выраженные диффузно-узловые изменения с плотной наружной капсулой. Размер триггерных точек составил $4,5 \pm 0,1$ мм, размер инфильтрата составил – $6,23 \times 6,75$ мм² (рис. 5).

Триггерные точки гиперэхогенной структуры, вероятно, за счет гипертонуса мышечной ткани.

В ближайшие сроки наблюдения в течение 14 дней от начала проведения комбинированного лечения отмечалась положительная динамика. Пациенты отмечали снижение болевого фактора, показатель боли составил $1,5 \pm 0,1$ балла, что в 2,5 раза меньше первоначальных значений ($p < 0,05$). Степень открывания рта увеличилась на 8,1 мм и составила $34,0 \pm 0,2$ мм ($p < 0,05$), пассивное открывание рта – $40,2 \pm 0,2$ мм, что в 1,2 раза больше аналогичного показателя до начала лечения ($p < 0,05$).

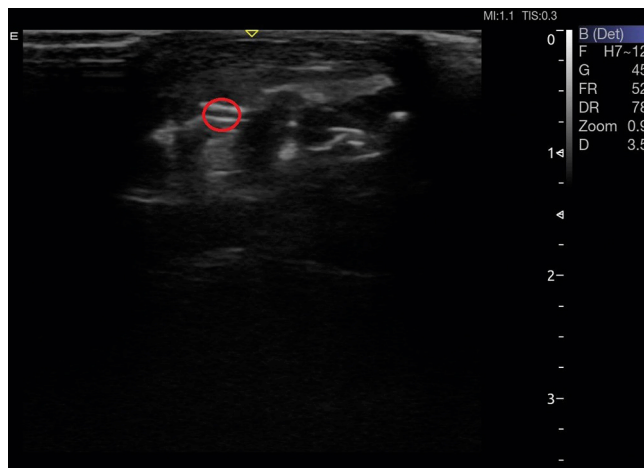


Рис. 5. Визуализация триггерной точки

Fig. 5. Visualization of the trigger point

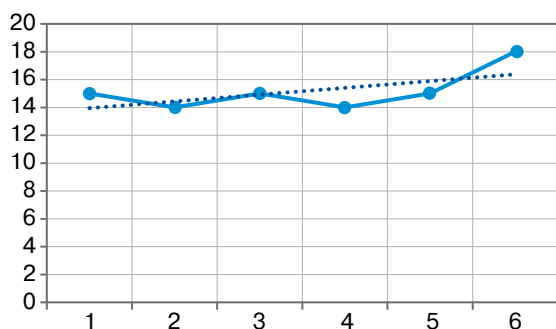


Рис. 6. Корреляционный анализ взаимосвязи изменения ширины жевательной мускулатуры и степени открывания рта

Fig. 6. Correlation analysis of the relationship between changes in the width of the masticatory muscles and the degree of mouth opening

Полученные клинические данные коррелируют с данными ультразвукового исследования. Так, при подсчете коэффициента Пирсона среднее значение составило $-0,26 \pm 0,1$, что свидетельствует о взаимосвязи клинических данных и результатов ультразвукового исследования.

Пациентам для достижения стойкого клинического эффекта и профилактики развития обострения миофасциального болевого синдрома жевательной мускулатуры через 4 месяца повторно проведен курс комбинированного воздействия на функциональную активность мышечной ткани.

При анализе полученных результатов через 6 месяцев был достигнут стойкий положительный эффект. Пациенты не предъявляли жалобы на боль, при проведении пальпаторной алгометрии балльное значение составило 0 баллов. Открывание рта статистически значимо улучшилось и приблизилось к нормированным параметрам. Активное открывание рта составило $40,9 \pm 0,2$ мм, пассивное – $49,7 \pm 0,2$ мм, что в 1,6 раза и в 1,4 раза больше первоначальных данных ($p < 0,05$).

При проведении ультразвукового исследования отмечено восстановление структуры жевательных мышц и инфильтрата. Отмечается повышение эхогенности, возможно, за счет усиления кровотока. Размеры триггерных точек уменьшаются, безболезненны при пальпации, но сохраняются. Диаметр триггерных точек составляет $1,7 \pm 0,1$ мм, что в 2,6 раза меньше относительно показателя до начала лечения ($p < 0,05$).

Динамика изменений размеров жевательной мышцы по данном ультразвукового исследования представлена на диаграмме (рис. 7).

На диаграмме наглядно представлено, что отмечается положительная тенденция в изменении ширины, длины и глубины жевательной мышцы, а также при определении диаметра триггерных точек (ТТ).

Так, на фоне купирования миофасциального болевого синдрома отмечается статистически значимое уменьшение ширины жевательной мышцы на 3,2 мм ($p < 0,05$), данный показатель составил $16,4 \pm 0,1$ мм. Вероятно, за счет уменьшения ширины жевательной мышцы изменяется ее длина, которая

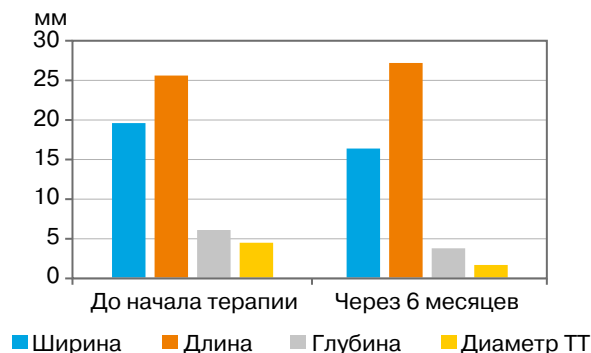


Рис. 7. Динамика изменения ультразвуковых количественных критериев через 6 месяцев от начала лечения

Fig. 7. Dynamics of changes in ultrasound quantitative criteria 6 months after the start of treatment

увеличивается на 1,6 мм и составляет $27,2 \pm 0,1$ мм. Однако, данное значение не имеет клинической направленности, так как зависит от того, в какой области происходило измерение. Уменьшение глубины жевательной мышцы на 2,3 мм ($3,8 \pm 0,1$ мм) свидетельствует об уплощении мышечной ткани за счет купирования ее парафункциональной активности.

ОБСУЖДЕНИЕ

Проведенное клиническое исследование доказывает эффективность купирования миофасциального болевого синдрома жевательной мускулатуры комбинированным способом воздействия, включающим выполнение инъекции ботулинического токсина типа А, наложение кросс-тейпов и проведения озонирования жевательной мускулатуры. Однако, данный метод терапии необходимо применять дифференцированно, только при гипертонусе жевательных мышц III степени выраженности. Разработка дифференцированного подхода к лечению вышеуказанной патологии является важной и актуальной проблемой для клиницистов. Ультразвуковой метод исследования является достоверным и точным методом оценки состояния жевательных мышц.

Ультразвуковой метод целесообразно включать в протокол обследования пациентов с миофасциальным болевым синдромом жевательной мускулатуры для неинвазивной оценки качественных и полуколичественных параметров. Также с помощью данного метода можно впервые выявить зоны инфильтрата, триггерные точки, что существенно будет влиять на план и тактику лечения пациентов.

ВЫВОДЫ

Результаты проведенного исследования продемонстрировали особенности ультразвуковой картины жевательных мышц при миофасциальном болевом синдроме и на фоне его лечения. У обследуемых первоначально отмечались наибольшие размеры ширины и глубины, диаметр триггерных точек. На фоне проведенного лечения получен стойкий положительный результат как при проведении клинического, так и ультразвукового метода обследования. Толщину и глубину жевательной мышцы мож-

но рассматривать как прогностический фактор при оценке динамики лечения.

Метод ультразвукового контроля является современным, точным и достоверным для оценки морфофункционального состояния жевательной мускулатуры. В дальнейшем проведение данного метода

целесообразно дополнять электромиографическим обследованием, что будет способствовать разработке алгоритма диагностических процедур при стоматологических заболеваниях миогенного генеза и созданию научно-обоснованной базы для интеграции основных и дополнительных методов обследования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ / REFERENCES

- Beddis H., Pemberton M., Davies S. Sleep bruxism: an overview for clinicians. *Br Dent J.* 2018;225(6):497–501. <https://orcid.org/10.1038/sj.bdj.2018.757>
- Ella B., Ghorayeb I., Burbaud P., Guehl D. Bruxism in movement disorders: A comprehensive review. *J Prosthodont.* 2017;26(7):599–605. <https://orcid.org/10.1111/jopr.12479>
- Kuhn M., Türp J.C. Risk factors for bruxism. *Swiss Dent J.* 2018;128(2):118–124. <https://orcid.org/10.61872/sdj-2018-02-369>
- Gouw S., de Wijer A., Creugers N.H., Kalaykova S.I. Bruxism: Is there an indication for muscle-stretching exercises? *Int J Prosthodont.* 2017;30(2):123–132. <https://orcid.org/10.11607/ijp.5082>
- Vavrina J., Vavrina J. Bruxismus: Einteilung, Diagnostik und Behandlung [Bruxism: Classification, diagnostics and treatment]. *Praxis.* 2020;109(12):973–978. (In German.) <https://orcid.org/10.1024/1661-8157/a003517>
- Ohlmann B., Waldecker M., Leckel M., Bömicke W., Behnisch R., Rammelsberg P., Schmitter M. Correlations between sleep bruxism and temporomandibular disorders. *J Clin Med.* 2020;9(2):611. <https://orcid.org/10.3390/jcm9020611>
- Cavallo P., Carpinelli L., Savarese G. Perceived stress and bruxism in university students. *BMC Res Notes.* 2016;9(1):514. <https://orcid.org/10.1186/s13104-016-2311-0>
- Иорданишвили А.К., Овчинников К.А., Солдатова Л.Н., Сериков А.А., Самсонов В.В. Оптимизация диагностики и оценки эффективности лечения заболеваний височно-нижнечелюстного сустава и жевательных мышц в стоматологической практике. *Вестник Северо-Западного государственного медицинского университета им. И.И. Мечникова.* 2015;7(4):31–37. <https://doi.org/10.17816/mechnikov20157431-37>
- Iordanishvili A.K., Ovchinnikov K.A., Soldatova L.N., Serikov A.A., Samsonov V.V. Optimization of diagnosis and assessment of effective treatment of diseases of the temporomandibular joint and masticatory muscles in dental practice. *Herald of North-Western State Medical University named after I.I. Mechnikov.* 2015;7(4):31–37. (In Russ.) <https://doi.org/10.17816/mechnikov20157431-37>
- Ferreira M.C., Porto de Toledo I., Dutra K.L., Stefani F.M., Porporatti A.L., Flores-Mir C., De Luca Canto G. Association between chewing dysfunctions and temporomandibular disorders: A systematic review. *J Oral Rehabil.* 2018;45(10):819–835. <https://doi.org/10.1111/joor.12681>
- Bulanda S., Ilczuk-Rypuła D., Nitecka-Buchta A., Nowak Z., Baron S., Postek-Stefańska L. Sleep bruxism in children: etiology, diagnosis, and treatment – A literature review. *Int J Environ Res Public Health.* 2021;18(18):9544. <https://doi.org/10.3390/ijerph18189544>
- Dworkin S.F., LeResche L. Research diagnostic criteria for temporomandibular disorders: review, criteria, examinations and specifications, critique. *J Craniomandib Disord.* 1992;6(4):301–355.
- Castroflorio T., Bargellini A., Rossini G., Cugliari G., Deregibus A. Sleep bruxism and related risk factors in adults: A systematic literature review. *Arch Oral Biol.* 2017;83:25–32. <https://doi.org/10.1016/j.archoralbio.2017.07.002>
- Kanathila H., Pangi A., Poojary B., Doddamani M. Diagnosis and treatment of bruxism: Concepts from past to present. *Int J Appl Dent Sci.* 2018;4(1):290–295. Available at: <https://www.oraljournal.com/pdf/2018/vol4issue1/PartE/4-1-44-680.pdf> (accessed: 07.05.2024).
- Климова Т.Н., Степанов В.А., Шемонаев В.И., Осокин А.В., Климова Н.Н. Особенности комплексной миорелаксационной терапии пациентов с дисфункцией височно-нижнечелюстного сустава, осложнённой гипертонусом жевательных мышц. *Современная ортопедическая стоматология.* 2017;28:9–12. Klimova T.N., Stepanov V.A., Shemonaev V.I., Osokin A.V., Klimova N.N. Features of integrated miorelaxation therapy of patients with dysfunction of the temporomandibular joint complicated by the masticatory muscles's hypertonus. *Sovremennaya Ortopedicheskaya Stomatologiya.* 2017;28:9–12. (In Russ.)
- Синицина Т.М., Шахметова О.А. Комплексный подход к лечению мышечно-суставной дисфункции ВНЧС с выраженной болевой симптоматикой. *Институт стоматологии.* 2015;(4):108–109. Sinitsina T.M., Shakhmetova O.A. An integrated approach to the treatment of temporo-mandibular disorder with severe pain symptoms. *Institut Stomatologii.* 2015;(4):108–109. (In Russ.)
- Meseguer-Henarejos A.B., Sánchez-Meca J., López-Pina J.A., Carles-Hernández R. Inter- and intra-rater reliability of the Modified Ashworth Scale: a systematic review and meta-analysis. *Eur J Phys Rehabil Med.* 2018;54(4):576–590. <https://doi.org/10.23736/S1973-9087.17.04796-7>
- Бутова А.В., Ицкович И.Э., Силин А.В., Синицина Т.М., Малецкий Э.Ю., Кахели М.А. Магнитно-резонансная томография в диагностике патологии жевательных мышц при мышечно-суставной дисфункции височно-нижнечелюстных суставов. *Вестник Северо-Западного государственного медицинского университета им. И.И. Мечникова.* 2016;8(3):13–18. Butova A.V., Itskovich I.E., Silin A.V., Sinitsina T.M., Malletskiy E.Yu., Kakheli M.A. MRI possibilities of the masticatory muscles alteration diagnostics at musculoarticular temporomandibular joint dysfunction. *Herald of North-Western State Medical University named after I.I. Mechnikov.* 2016;8(3):13–18. (In Russ.)
- Македонова Ю.А., Ярыгина Е.Н., Александров А.В., Чижикова Т.В., Девятченко Ю.А., Филимонова О.Н. Градация степени выраженности гипертонуса жевательной мускулатуры. *Эндодонтия Today.* 2024;22(1):80–85. <https://doi.org/10.36377/ET-0006> Makedonova Yu.A., Iarygina E.N., Alexandrov A.V., Chizhikova T.M., Devyatchenko L.A., Filimonova O.N. Gradation of the severity of hypertonicity of the masticatory muscles. *Endodontics Today.* 2024;22(1):80–85. (In Russ.) <https://doi.org/10.36377/ET-0006>

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Ярыгина Елена Николаевна – к.м.н., доцент, заведующий кафедрой хирургической стоматологии и челюстно-лицевой хирургии, ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный медицинский университет», 400131, Российская Федерация, г. Волгоград, площадь Павших Борцов, д. 1; <https://orcid.org/0000-0002-8478-9648>

Македонова Юлия Алексеевна – д.м.н., профессор, заведующий кафедрой стоматологии Института непрерывного медицинского и фармацевтического образования, ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный медицинский университет», 400131, Российская Федерация, г. Волгоград, площадь Павших Борцов, д. 1; старший научный сотрудник лаборатории инновационных методов реабилитации и абилитации, ГБУ «Волгоградский медицинский научный центр», 400131, Российская Федерация, г. Волгоград, площадь Павших Борцов, д. 1; <https://orcid.org/0000-0002-5546-8570>

Шкарин Владимир Вячеславович – д.м.н., профессор, заведующий кафедрой общественного здоровья и здравоохранения Института непрерывного медицинского и фармацевтического образования, ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный медицинский университет», 400131, Российская Федерация, г. Волгоград, площадь Павших Борцов, д. 1; <https://orcid.org/0000-0002-7520-7781>

Павлова-Адамович Анастасия Геннадьевна – ассистент кафедры стоматологии, ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный медицинский университет», 400131, Российская Федерация, г. Волгоград, площадь Павших Борцов, д. 1; <https://orcid.org/0000-0002-0643-6863>

Девятченко Лилия Анатольевна – доцент кафедры стоматологии Института непрерывного медицинского и фармацевтического образования, ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный медицинский университет», 400131, Российская Федерация, г. Волгоград, площадь Павших Борцов, д. 1; <https://orcid.org/0000-0002-1785-194X>

Дьяченко Светлана Владимировна – доцент кафедры стоматологии Института непрерывного медицинского и фармацевтического образования, ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный медицинский университет», 400131, Российская Федерация, г. Волгоград, площадь Павших Борцов, д. 1; <https://orcid.org/0000-0002-5526-8130>

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Elena N. Iarygina – Cand. Sci. (Med.), Associate Professor, Head of the Department of Surgical Dentistry and Maxillofacial Surgery, Volgograd State Medical University, 1 Pavshikh Bortsov Sq., Volgograd 400131, Russian Federation; <https://orcid.org/0000-0002-8478-9648>

Yuliya A. Makedonova – Dr. Sci. (Med.), Professor, Head of the Department of Dentistry of the Institute of Continuing Medical and Pharmaceutical Education, Volgograd State Medical University, 1 Pavshikh Bortsov Sq., Volgograd 400131, Russian Federation; Senior Researcher at the Laboratory of Innovative Methods of Rehabilitation and Habilitation, Volgograd Medical Scientific Center, 1 Pavshikh Bortsov Sq., Volgograd 400131, Russian Federation; <https://orcid.org/0000-0002-5546-8570>

Vladimir V. Shkarin – Dr. Sci. (Med.), Professor, Head of the Department of Public Health and Public Health of the Institute of Continuing Medical and Pharmaceutical Education, Volgograd State Medical University, 1 Pavshikh Bortsov Sq., Volgograd 400131, Russian Federation; <https://orcid.org/0000-0002-7520-7781>

Anastasiya G. Pavlova-Adamovich – Assistant of the Department of Dentistry, Volgograd State Medical University, 1 Pavshikh Bortsov Sq., Volgograd 400131, Russian Federation; <https://orcid.org/0000-0002-0643-6863>

Lilia A. Devyatchenko – Associate Professor of the Department of Dentistry of the Institute of Continuing Medical and Pharmaceutical Education, Volgograd State Medical University, 1 Pavshikh Bortsov Sq., Volgograd 400131, Russian Federation; <https://orcid.org/0000-0002-1785-194X>

Svetlana V. Dyachenko – Associate Professor of the Department of Dentistry of the Institute of Continuing Medical and Pharmaceutical Education, Volgograd State Medical University, 1 Pavshikh Bortsov Sq., Volgograd 400131, Russian Federation; <https://orcid.org/0000-0002-5526-8130>

ВКЛАД АВТОРОВ

Е.Н. Ярыгина – сбор данных, анализ и интерпретация полученных результатов.

Ю.А. Македонова – разработка концепции и редактирование текста.

В.В. Шкарин – общее руководство, окончательное утверждение для публикации рукописи.

А.Г. Павлова-Адамович – сбор и обработка материала.

Л.А. Девятченко – написание текста; корректировка содержания.

С.В. Дьяченко – написание текста, проверка критически важного интеллектуального содержания.

AUTHOR'S CONTRIBUTION

Elena N. Iarygina – data collection, analysis and interpretation of the obtained results.

Yuliya A. Makedonova – concept development and text editing.

Vladimir V. Shkarin – general supervision, final approval for publication of the manuscript.

Anastasiya G. Pavlova-Adamovich – collection and processing of material.

Lilia A. Devyatchenko – writing the text; content correction.

Svetlana V. Dyachenko – writing the text, checking critical intellectual content.



Динамическая характеристика влияния местного лечения на регенерацию эпителия у пациентов с эрозивно-язвенной формой плоского лишая слизистой оболочки рта

И.Н. Усманова¹ , А.И. Лебедева¹ , И.А. Лакман² , О.А. Гурьевская^{3,4} ,
Э.Ш. Григорович³ , А.К. Имаева¹ , Д.И. Усманова¹ , Г.И. Сафина¹ ,
Е.Ю. Старцева⁵, И.Д. Ушницкий⁶

¹ Башкирский государственный медицинский университет, г. Уфа, Российская Федерация

² Уфимский университет науки и технологий, г. Уфа, Российская Федерация

³ Омский государственный медицинский университет, г. Омск, Российская Федерация

⁴ Стоматологическая клиника ООО «Элита», г. Омск, Российская Федерация

⁵ Казанский государственный медицинский университет, г. Казань, Российская Федерация

⁶ Северо-Восточный федеральный университет имени М.К. Аммосова, г. Якутск, Российская Федерация

✉ irinausma@mail.ru

Резюме

АКТУАЛЬНОСТЬ. Использование цитологического исследования позволяет всесторонне оценить динамику проводимого местного лечения ЭЯФ (L43.82) ПЛ СОР.

ЦЕЛЬ. Оценка влияния местного лечения на частоту встречаемости ядер с перинуклеарной вакуолью в цитограмме буккального эпителия поверхности ретикулярной сетки, зоны гиперемии и эрозивно-язвенных элементов пациентов с эрозивно-язвенной формы плоского лишая слизистой оболочки рта (L43.82).

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ. В исследовании приняли участие 86 пациентов с ЭЯФ (L43.82) ПЛ СОР. В цитологических препаратах, полученных с буккального эпителия, проводили оценку количества ядер с перинуклеарной вакуолью, что и явилось достоверным критерием подтверждения характера хронического воспаления. Динамику клеток с некрозом в цитограмме буккального эпителия оценивали с применением непараметрических критериев: теста Манна-Уитни (сравнение между подгруппами и с группой сравнения), теста Вилкоксона (для сравнения внутри подгрупп до и после лечения). Достоверные различия не превышали 0,05.

РЕЗУЛЬТАТЫ. В процессе проводимого лечения в цитограмме буккального эпителия наблюдалось снижение частоты встречаемости ядер с перинуклеарной вакуолью поверхности ретикулярной сетки и эрозивно-язвенных элементов пациентов основной клинических групп 1 и 2 ($p < 0,001$). При анализе частоты встречаемости ядер с перинуклеарной вакуолью в цитограмме буккального эпителия, взятого с поверхности эрозий и язв, согласно критерию Вилкоксона имелись значимые различия до и после лечения. В клинической группе с использованием метода лечения согласно федеральным рекомендациям наблюдалась частота ядер с перинуклеарной вакуолью при уровне значимости $p < 0,05$, а при использовании предложенного комплекса местного лечения соответственно при $p < 0,001$.

ВЫВОДЫ. Таким образом в цитограмме буккального эпителия согласно критерию Вилкоксона до и после предложенного местного лечения наблюдалось более наглядное снижение количества встречаемости ядер с перинуклеарной вакуолью, чем при использовании федеральных рекомендаций.

Ключевые слова: эрозивно-язвенная форма плоского лишая, буккальная цитограмма, ядра с перинуклеарной вакуолью, озонотерпия, гель гиалуроновой кислоты, самоадгезивный пластырь «Ora-Aid»

Информация о статье: поступила – 25.08.2024; исправлена – 29.09.2024; принята – 30.09.2024

Конфликт интересов: Авторы сообщают об отсутствии конфликта интересов.

Благодарности: Финансирование и индивидуальные благодарности для декларирования отсутствуют.

Для цитирования: Усманова И.Н., Лебедева А.И., Лакман И.А., Гурьевская О.А., Григорович Е.Ш., Имаева А.К., Усманова Д.И., Сафина Г.И., Старцева Е.Ю., Ушницкий И.Д. Динамическая характеристика влияния местного лечения на регенерацию эпителия у пациентов с эрозивно-язвенной формой плоского лишая слизистой оболочки рта. *Эндодонтия Today*. 2024;22(3):295–302. <https://doi.org/10.36377/ET-0042>

Dynamics of the effect of local treatment on the frequency of nuclei with perinuclear vacuole in the cytogram of buccal epithelium in patients with the erosive and ulcerative form of the lichen planus in the oral cavity mucosa lining

Irina N. Usmanova¹ , Anna I. Lebedeva¹ , Irina A. Lakman² , Olga A. Guryevskaya^{3,4} , Elmira Sh. Grigorovich³ , Alfiya K. Imaeva¹ , Diana I. Usmanova¹, Guzel I. Safina¹ , Elena Yu. Startseva⁵, Innokenty D. Ushnitsky⁶ 

¹ Bashkir State Medical University, Ufa, Russian Federation

² Ufa University of Science and Technology, Ufa, Russian Federation

³ Omsk State Medical University, Omsk, Russian Federation

⁴ Elita Dental Clinic, Omsk, Russian Federation

⁵ Kazan state medical University, Kazan, Russian Federation

⁶ M.K. Ammosov North-Eastern Federal University, Yakutsk, Russian Federation

✉ irinausma@mail.ru

Abstract

INTRODUCTION. The use of cytologic studies allows evaluating the dynamics of the local treatment conducted of the EUF (L43.82) LP OCML (Erosive and Ulcerative Form of the Lichen Planus in the Oral Cavity Mucosa Lining) in a comprehensive way.

AIM. Evaluation of the effect of local the effect of local treatment on the frequency of nuclei with perinuclear vacuole in the cytogram of buccal epithelium of the reticular mesh surface, hyperemic zone and erosive and ulcerative elements in patients with the erosive and ulcerative form of the flat lichen of the oral mucosa (L43.82).

MATERIAL AND METHODS. 86 patients with the EUF (L43.82) LP OCML participated in the study. The number of nuclei with perinuclear vacuole was assessed in cytologic preparations obtained from buccal epithelium, which was a reliable criterion to confirm the nature of chronic inflammation. The dynamics of cells with necrosis in the cytogram of buccal epithelium was evaluated using nonparametric criteria as follows: Mann-Whitney test (comparison between subgroups and with the experimental group), Wilcoxon test (to compare within subgroups before and after treatment). Significant differences did not exceed 0.05.

RESULTS. In the course of the treatment conducted in the cytogram of buccal epithelium there was a decrease in the frequency of nuclei with perinuclear vacuole of the reticular mesh surface and erosive and ulcerative elements in patients of the main clinical groups 1 and 2 ($p < 0.001$). When analyzing the frequency of nuclei with perinuclear vacuole in the cytogram of buccal epithelium taken from the surface of erosions and ulcers, there were significant differences before and after treatment according to the Wilcoxon test. In the clinical group using the treatment method according to federal guidelines, the frequency of nuclei with perinuclear vacuole was observed at a significance level of $p < 0.05$, and when using the local treatment complex proposed respectively at $p < 0.001$.

CONCLUSION. Thus, in the cytogram of buccal epithelium according to the Wilcoxon test before and after the local treatment proposed, there was a more evident decrease in the number of nuclei with perinuclear vacuole than with the use of federal guidelines.

Keywords: erosive and ulcerative form of Lichen Planus, buccal cytogram, nuclei with perinuclear vacuole, ozone therapy, hyaluronic acid gel, "Ora-Aid" self-adhesive patch

Article info: received – 25.08.2024; revised – 29.09.2024; accepted – 30.09.2024

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

Acknowledgments: There are no funding and individual acknowledgments to declare

For citation: Usmanova I.N., Lebedeva A.I., Lakman I.A., Guryevskaya O.A., Grigorovich E.S., Imaeva A.K., Usmanova D.I., Safina G.I., Startseva E.Yu., Ushnitsky I.D. Dynamics of the effect of local treatment on the frequency of nuclei with perinuclear vacuole in the cytogram of buccal epithelium in patients with the erosive and ulcerative form of the lichen planus in the oral cavity mucosa lining. *Endodontics Today*. 2024;22(3):295–302. (In Russ.) <https://doi.org/10.36377/ET-0042>

ВВЕДЕНИЕ

Патология слизистой оболочки рта (СОП) в виде проявления плоского лишая (ПЛ) представляет собой хроническое воспалительное аутоиммунное заболевание, которое обычно характеризуется рецидивностью и наличием полиморфизма морфологических элементов от папул до эрозий. [1]. Поражения слизистой оболочки рта в виде ретикулярной сетки чаще всего протекают бессимптомно, если не сопровождаются атрофическими или эрозивными поражениями.

Диагностика ПЛ должна основываться на сочетании клинических критериев – по сути, наличия белых ретикулярных поражений – и гистопатологических критериев – ликворной дегенерации базального слоя эпителия и наличия воспалительного инфильтрата с полосчатым видом в поверхностном кориуме, хотя в настоящее время существуют заметные разногласия [2].

Предлагаемые гистопатологические признаки ПЛ СОП включают наличие разжижения и дегенерации базальных клеток, полосовидного инфильт-

трата лимфоцитов и отсутствие дисплазии эпителия [3]. Цитограмма состава буккального эпителия является критерием оценки стабильного состояния эпителия слизистой оболочки рта, а также важным диагностическим маркером внутриклеточных изменений [4–8].

В ранее представленной работе представлены данные о влиянии местного лечения на частоту встречаемости клеток с ядерными нарушениями в цитограмме буккального эпителия [9], в данной статье мы рассмотрели динамику изменения частоты клеток с перинуклеарной вакуолью до и после лечения ЭЯФ ПЛ (L43.82) СОР, что и обусловило актуальность и цель нашего исследования.

ЦЕЛЬ

Цель и задачи исследования – включали оценку клеток с некрозом и их количественного соотношения в буккальной цитограмме, в динамике местного лечения эрозивно-язвенной формы плоского лишая (L43.82) слизистой оболочки рта.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Данное исследование проведено в двух дерматовенерологических центрах города Уфы и Омска. Все пациенты ($n = 111$) участвующие в клинко-лабораторном исследовании на основании подписанного информированного согласия проходили комплексное стоматологическое обследование – опрос, осмотр, оценку жалоб и данных анамнеза, лабораторная часть исследования обоснована разрешением этического комитета ФГБОУ ВО «Башкирский государственный медицинский университет» Министерства Здравоохранения Российской Федерации (Уфа), приказ № 11 от 17.12.2019 г. (рис. 1).

Комплекс местного лечения для пациентов включал разработанный, внедренный и запатентованный комплекс, включающий - озонотерпию, гель гиалуроновой кислоты, самоадгезивный пластырь «Ora-Aid» и т.д. [10], для сравнения применялся метод лечения согласно федеральным клиническим рекомендациям [11]. Цитологические исследования буккального эпителия проводили на сертифицированном оборудовании.

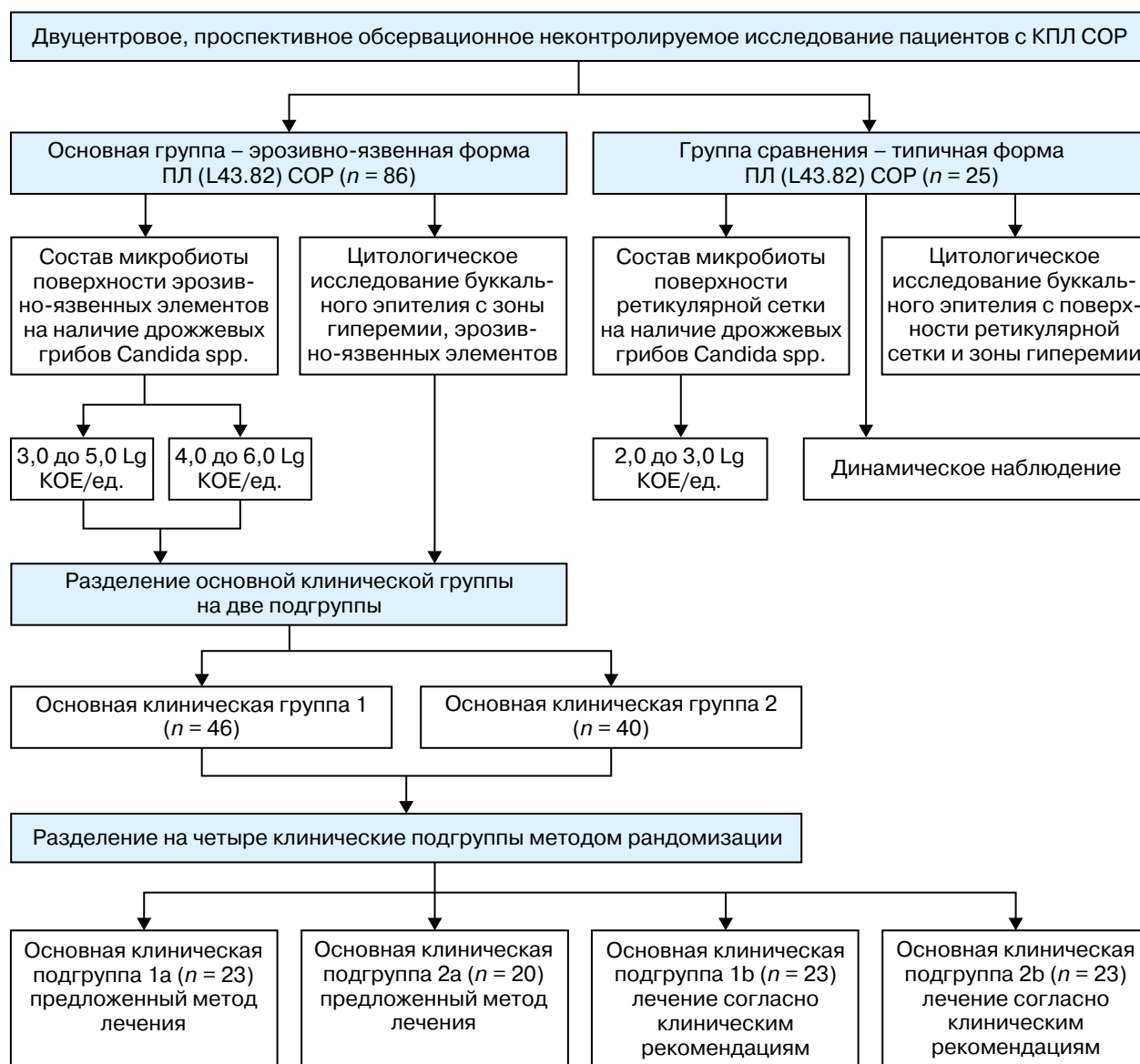


Рис. 1. Дизайн исследования

Fig. 1. Study design

довании отдела морфологии «Всероссийский центр глазной и пластической хирургии» МЗ РФ (Уфа).

Динамику клеток с некрозом в буккальном эпителии оценивали с применением непараметрических критериев: теста Манна-Уитни (сравнение между подгруппами и с группой сравнения), теста Вилкоксона (для сравнения внутри подгрупп до и после лечения). Достоверные различия не превышали 0,05. Все статистические расчеты проводились в среде статистического анализа с открытым кодом R (версия 4.3.0).

РЕЗУЛЬТАТЫ

В цитограмме буккального эпителия выявлены признаки ранней деструкции ядра. Перинуклеарная вакуоль выглядела как инвагинация ядер и/или формирование округлой зоны обесцвеченной цитоплазмы возле ядра (рис. 2).

Клетки с аномалиями ядер, включая клетки с перинуклеарной вакуолью, встречались в очагах повреждения СОР, что согласуется с данными полученными L.P. Sycheva et al. [12].

Результаты динамики влияния местного лечения на частоту изменения встречаемости клеток с некрозом в цитограмме буккального эпителия в зависимости от клинических подгрупп представлены в табл. 1.

Выявлено, что у пациентов основной клинической группы 1 независимо от схемы лечения значимых различий до и после лечения в частоте встречаемости ядер с перинуклеарной вакуолью не достигнуто, ни при взятии буккального эпителия с поверхности эрозии язв, ни при взятии его с ретикулярной сетки и гиперемии ($p > 0,2$). Для пациентов основной клинической группы 2 частота ядер с перинуклеарной вакуолью в цитограмме буккального эпителия полученного с поверхности ретикулярной сетки и зоны гиперемии, не различалась до и после местного

лечения, проводимого согласно предложенной методике, так и в соответствии с федеральными рекомендациями ($p > 0,2$). Это можно объяснить тем, что существенных различий в частоте до местного лечения по сравнению с условной нормой (типичной формой (L43.80) ПЛ СОР) не было ($p > 0,2$).

Проведенный анализ данных цитограмм позволил подтвердить эффективность предложенного комплекса местного лечения относительно снижения частоты встречаемости аномалий в ядрах буккального эпителия (ядра с перинуклеарной вакуолью), взятого с поверхности эрозивно-язвенных элементов.

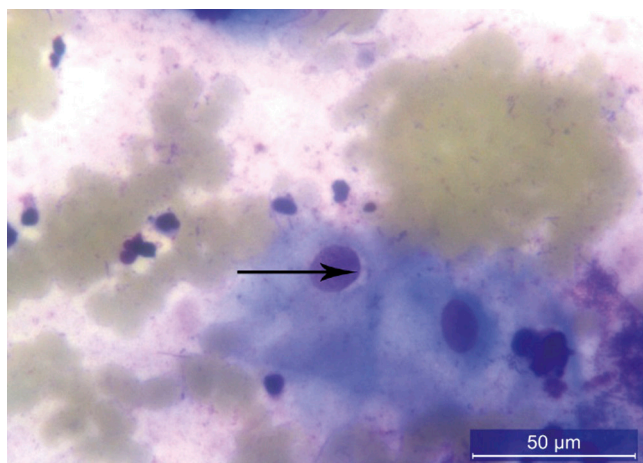


Рис. 2. Перинуклеарная вакуоль (→) в цитологических препаратах, полученных с поверхности ретикулярной сетки. Окраска азур эозином по Романовскому-Гимза

Fig. 2. Perinuclear vacuole (→) in cytologic preparations obtained from the reticular mesh surface. Azur eosin staining by Romanowsky-Giemsa

Таблица 1. Динамика изменения частоты встречаемости клеток с некрозом в цитограмме буккального эпителия пациентов с ЭЯФ (L43.82) ПЛ СОР до и после местного лечения

Table 1. Dynamics of changes in the frequency of cells with necrosis in the cytogram buccal epithelium EUF (L43.82) LP OCML before and after local treatment

Показатели	Основная клиническая группа 1 ЭЯФ (L43.82) ПЛ СОР (n = 46)		Основная клиническая группа 2 ЭЯФ (L43.82) ПЛ СОР (n = 40)		Группа сравнения, типичная форма (L43.80) ПЛ СОР (n = 25)
	Подгруппа 1a ¹ (n = 23)	Подгруппа 1b ² (n = 23)	Подгруппа 2a ¹ (n = 20)	Подгруппа 2b ² (n = 20)	
Ядерные аномалии (с ретикулярной сетки и гиперемии)					
Ядра с перинуклеарной вакуолью до лечения	5,21±0,32 <i>p</i> _{конт} = 0,761	5,27±0,28 <i>p</i> _{конт} = 0,601	5,19±0,26 <i>p</i> _{конт} = 0,802	5,24±0,16 <i>p</i> _{конт} = 0,705	5,15±0,21
	Z = 0,283, <i>p</i> = 0,777		Z = 0,389, <i>p</i> = 0,697		
Ядра с перинуклеарной вакуолью после лечения	5,01±0,12 <i>p</i> _{д/п} = 0,514 <i>p</i> _{конт} = 0,399	4,99±0,11 <i>p</i> _{д/п} = 0,438 <i>p</i> _{конт} = 0,348	5,09±0,17 <i>p</i> _{д/п} = 0,615 <i>p</i> _{конт} = 0,548	5,05±0,22 <i>p</i> _{д/п} = 0,599 <i>p</i> _{конт} = 0,501	
	Z = 0,065, <i>p</i> = 0,948		Z = 0,326, <i>p</i> = 0,744		
Ядерные аномалии (с поверхности эрозий и язв)					
Ядра с перинуклеарной вакуолью до лечения	5,55±0,18	5,47±0,21	6,28±0,12	6,20±0,13	—
	Z = 0,330, <i>p</i> = 0,741		Z = 0,584, <i>p</i> = 0,559		
Ядра с перинуклеарной вакуолью после лечения	5,25±0,11 <i>p</i> _{д/п} = 0,316	4,98±0,15 <i>p</i> _{д/п} = 0,303	5,45±0,10 ^{*, †} <i>p</i> _{д/п} < 0,001	5,94±0,11 [*] <i>p</i> _{д/п} = 0,048	
	Z = 1,198, <i>p</i> = 0,231		Z = 2,075, <i>p</i> = 0,038		

Примечание: $p_{\text{конт}}$ – сравнение с группой контроля; $p_{\text{д/п}}$ – сравнение до и после лечения; ¹ – предложенный комплекс лечения; ² – лечение согласно федеральным клиническим рекомендациям; *, ** – различия статистически значимы после лечения при $p < 0,05$ и $p < 0,001$, соответственно; † – статистически значимы межгрупповые различия при $p < 0,05$.

Note: $p_{\text{конт}}$ – comparison with the control group; $p_{\text{д/п}}$ – comparison before and after treatment; ¹ – proposed treatment complex; ² – treatment according to federal clinical guidelines; *, ** – statistically significant differences after treatment at $p < 0.05$ and $p < 0.001$, respectively; † – statistically significant intergroup differences at $p < 0.05$.

ОБСУЖДЕНИЕ

В исследуемых буккальных мазках 22 образцов пациентов с ПЛ СОР отмечено значительное увеличение частоты микроядер и микронуклеированных клеток по сравнению с пациентами без проявлений ПЛ СОР [4]. У 22 пациентов (средний возраст $47,6 \pm 14,4$ года; 4 мужчины, 18 женщин) с патологией слизистой оболочки рта в виде красного плоского лишая гистологически обнаружены изменения микроядер в буккальных клетках [5].

В проведенном исследовании Sanchez-Siles et al. приведены данные о составе клеток буккального эпителия пациентов с эрозивно-язвенной формой ПЛ СОР (средний возраст $59,07 \pm 11,62$ года) и 30 пациентов контрольной группы ($61,97 \pm 15,46$ года ($p=0,415$)). По данным авторов в клетках буккального эпителия преобладала меньшая частота клеток с конденсированным хроматином в группе ЭЯФ КПЛ СОР. Частота пикнотических клеток в цитограмме одинакова в обеих группах ($p=0,063$), кариореактивных клеток выше в контрольной группе, по сравнению с исследуемой ($p<0,001$), кариолитических клеток выше в исследуемой группе по сравнению с контрольной, но без статистической значимости ($p=0,321$) [6].

В исследовании [13] из 250 пациентов наблюдались клинические проявления в виде типичной формы ($n=145$, 58 %) и эрозивно-язвенной формы ($n=105$, 42 %). Наиболее часто поражались буккальная ($n=150$, 60 %) и лабиальная ($n=100$, 40 %) слизистые оболочки. Гистопатологические признаки, такие как акантоз (57 % и 18 %, $p<0,0001$), атрофия эпителия (0 % и 40 %, $p<0,0001$), гиперкератоз (72 % и 52 %, $p<0,0001$), наличие нейтрофилов (0 % и 57 %, $p<0,0001$), оказались статистически значимыми между клиническими формами ($p<0,001$), что согласуется с данными нашего исследования.

По данным В.Н. Калаева и др. частота встречаемости клеток с перинуклеарной вакуолью в цитограмме буккального эпителия составляет $<7,02$, что является критерием подтверждения клинического диагноза плоский лишай слизистой оболочки рта у лиц женского пола в возрасте от 50 до 60 лет [14], и эти данные согласуются с данными нашего исследования.

Было проведено достаточно исследований, посвященных разработке прогностических тестов или дополнительных устройств для выявления поражения с высоким риском трансформации эпителия, но клиническая польза в настоящее время ограничена, и гистологические исследования биопсийного материала остаются золотым стандартом, так как незаживающие язвенные поражения, особенно асимметричные или односторонние требуют исключения дисплазии или инвазивной плоскоклеточной карциномы [15; 16].

Предлагаемые гистопатологические признаки в эпителии слизистой оболочки рта дерматоза включают наличие разжижения и дегенерации базальных клеток, полосовидного инфильтрата лимфоцитов и отсутствие дисплазии эпителия [3; 17].

Перинуклеарная вакуоль является устойчивым признаком некроза клетки, который наблюдается

при болезнях накопления, воспаления, а также после воздействия химических веществ, при перерождении клеток в раковые. Данная аномалия ядер служит признаком ранней деструкции ядра [18].

Преимущество использования анализа аномалии ядер в качестве биомаркера злокачественного потенциала поражения заключается в том, что их частота может быть измерена многократно неинвазивным методом. Использование этой методики позволяет своевременно выявлять на слизистой оболочке рта плоский лишай, соблюдать принципы онконастороженности и оперативно проводить соответствующее местное лечение и его мониторинг по различным цитомным показателям, таким как частота повреждений ДНК у пациентов с ЭЯФ ПЛ СОР. Состав буккального эпителия до и после комплекса местного лечения эрозивно-язвенной формы плоского лишая слизистой оболочки рта рассматриваются как важный вспомогательный метод оценки клинической стабилизации слизистой оболочки рта и является важным критерием динамического наблюдения данной группы пациентов [7; 19–22].

Воспалительный инфильтрат, расположенный вблизи эпителиальных клеток, может изменять индекс пролиферации на паттерн синтеза белка этих клеток. Более того, высокий пролиферативный индекс при ПЛ СОР может быть связан со специфическим иммунологическим ответом, однако в работе Carli et al. были получены иные результаты, что может быть связано с тем, что авторы проводили подсчет AgNOR в цитологии, что могло повлиять на их результаты [23]. Наше исследование доказывает, что в ПЛ СОР по сравнению с нормой наблюдается повышенная пролиферативная активность эпителиальных клеток.

Влияние разработанного способа местного лечения способствует снижению частоты ядер с перинуклеарной вакуолью в буккальной цитограмме и имеет прямое отношение к поверхности эпителизирующихся эрозий и язв ($p<0,001$), по сравнению с группой пациентов, получавших лечение согласно клиническим рекомендациям ($p<0,05$) [10]. Однако, при анализе частоты встречаемости ядер с перинуклеарной вакуолью в цитограмме буккального эпителия, взятого с поверхности эрозий и язв, согласно критерию Вилкоксона имелись значимые различия до и после лечения: при использовании федеральных рекомендаций при уровне значимости $p<0,05$, а при использовании предложенного комплекса местного лечения при $p<0,001$.

Таким образом, выявленный эффект снижения частоты ядер с перинуклеарной вакуолью более выражен согласно критерию Манна-Уитни при использовании предложенного нами местного лечения ЭЯФ (L43.82) ПЛ СОР по сравнению с лечением по клиническим рекомендациям.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Использование цитологического исследования буккального эпителия у пациентов с дерматозом имеет особое значение в динамическом наблюдении до и после проводимого лечения пациентов с ЭЯФ (L43.82) ПЛ СОР.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ / REFERENCES

1. Бич Т.А., Рутковская А.С., Казеко Л.А., Александрова Л.Л. Клинико-морфологическая характеристика плоского лишая слизистой оболочки полости рта. *Дерматовенерология. Косметология*. 2018;4(1):77–92.
2. Bich T.A., Rutkouskaya A.S., Kazeko L.A., Aleksandrova L.L. Clinical-morphological characteristic of oral lichen planus. *Dermatovenereology. Cosmetology*. 2018;4(1):77–92. (In Russ.)
3. Haqiqi M.A., Pourmoshir N., Bereshneh A.H. Clinical and Genetic Aspects of Oral Lichen Planus. *Int J Biomed Adv Res*. 2016;7(6):251–256. <https://doi.org/10.7439/ijbar.v7i6.3269>
4. van der Meij E.H., van der Waal I. Lack of clinicopathologic correlation in the diagnosis of oral lichen planus based on the presently available diagnostic criteria and suggestions for modifications. *J Oral Pathol Med*. 2003;32(9):507–512. <https://doi.org/10.1034/j.1600-0714.2003.00125.x>
5. Vidyalakshmi S., Nirmal R.M., Veeravarmal V., Santhadevy A., Aravindhan R., Sumathy. Buccal micronuclei assay as a tool for biomonitoring dna damage in oral lichen planus. *J Clin Diagn Res*. 2016;10(7):ZC05-7. <https://doi.org/10.7860/JCDR/2016/17074.8072>
6. Saruhanoğlu A., Ergun S., Kaya M., Warnakulasuriya S., Erbağcı M., Öztürk Ş. et al. Evaluation of micronuclear frequencies in both circulating lymphocytes and buccal epithelial cells of patients with oral lichen planus and oral lichenoid contact reactions. *Oral Dis*. 2014;20(5):521–527. <https://doi.org/10.1111/odi.12169>
7. Sanchez-Siles M., Ros-Llor I., Camacho-Alonso F., Lopez-Jornet P. A novel application of the buccal micronucleus cytome assay in oral lichen planus: a pilot study. *Arch Oral Biol*. 2011;56(10):1148–1153. <https://doi.org/10.1016/j.archoralbio.2011.02.019>
8. Поройский С.В., Фирсова И.В., Македонова Ю.А., Поройская А.В., Федотова Ю.М. Цитологический метод исследования в диагностике и лечении красного плоского лишая слизистой полости рта. *Вестник Волгоградского государственного медицинского университета*. 2019;(1):96–99. [https://doi.org/10.19163/1994-9480-2019-1\(69\)-96-99](https://doi.org/10.19163/1994-9480-2019-1(69)-96-99)
9. Poroisky S.B., Firsova I.V., Makedonova Y.A., Poroiskaya A.V., Fedotova Y.M. Cytological method of research in the diagnosis and treatment of lichen planus of the oral mucosa. *Journal of Volgograd State Medical University*. 2019;(1):96–99. (In Russ.) [https://doi.org/10.19163/1994-9480-2019-1\(69\)-96-99](https://doi.org/10.19163/1994-9480-2019-1(69)-96-99)
10. Серикова О.В., Калаев В.Н., Васильева А.Ю., Калаева Е.А., Филиппова З.А. Исследование аномалий в клетках буккального эпителия у пациентов с красным плоским лишаем слизистой оболочки рта и губ. *Саратовский научно-медицинский журнал*. 2019;15(3):611–616. Режим доступа: https://ssmj.ru/system/files/archive/2019/2019_03_611-616.pdf (дата обращения: 02.08.2024).
11. Serikova O.V., Kalaev V.N., Vasilyeva A.Yu., Kalaeva E.A., Filippova Z.A. Investigation of abnormalities in buccal epithelial cells in patients with lichen planus of the oral mucosa and lips. *Saratov Journal of Medical Scientific Research*. 2019;15(3):611–616. (In Russ.). Available at: https://ssmj.ru/system/files/archive/2019/2019_03_611-616.pdf (accessed: 02.08.2024).
12. Усманова И.Н., Лакман И.А., Лебедева А.И., Гурьевская О.А., Викторова Т.В., Ушницкий И.Д. и др. Оценка влияния местного лечения на частоту выявления клеток с аномалиями ядра в цитогамме буккально-го эпителия пациентов с эрозивно-язвенной формой красного плоского лишая слизистой оболочки рта. *Якутский медицинский журнал*. 2023;(4):38–44. <https://doi.org/10.25789/YMJ.2023.84.10>
13. Usmanova I.N., Lakman I.A., Lebedeva A.I., Guryevskaya O.A., Viktorova T.V., Ushnitsky I.D. et al. Assessment of the effect of local treatment on the frequency of cells with nuclear abnormalities in the cytogram of the buccal epithelium in patients with erosive and ulcerative form of lichen planus of the oral mucosa. *Yakut Medical Journal*. 2023;(4):38–44. (In Russ.). <https://doi.org/10.25789/YMJ.2023.84.10>
14. Didona D., Caposiena Caro R.D., Sequeira Santos A.M., Solimani F., Hertl M. Therapeutic strategies for oral lichen planus: State of the art and new insights. *Front Med*. 2022;9:997190. <https://doi.org/10.3389/fmed.2022.997190>
15. Олисова О.Ю., Чикин В.В., Минеева А.А. *Федеральные клинические рекомендации по ведению больных красным плоским лишаем*. М.; 2015. 166 с.
16. Olisova O.Yu., Chikin V.V., Mineeva A.A. *Federal clinical recommendations for the management of patients with red flat lice*. Moscow; 2015. 166 p. (In Russ.).
17. Сычева Л.П. Биологическое значение, критерии определения и пределы варьирования полного спектра кариологических показателей при оценке цитогенетического статуса человека. *Медицинская генетика*. 2007;6(11):3–11.
18. Sycheva L.P. Biological value, scoring criteria and limits of a variation of a full spectrum karyological indexes of exfoliated cells for estimation of human cytogenetic status. *Medical Genetics*. 2007;6(11):3–11. (In Russ.).
19. K Vijayan A., Muthukrishnan A. A clinicohistopathological characterization of oral lichen planus: A cross-sectional study. *Cureus*. 2022;14(10):e30568. <https://doi.org/10.7759/cureus.30568>
20. Калаев В.Н., Васильева А.Ю., Серикова О.В., Шумилов Б.Р., Калаева Е.А. Встречаемость ядерных аномалий в клетках буккального эпителия пациенток с красным плоским лишаем. *Прикладные информационные аспекты медицины*. 2020;23(4):51–59. Режим доступа: <https://new.vestnik-surgery.com/index.php/2070-9277/article/view/6899> (дата обращения: 02.08.2024).
21. Kalaev V.N., Vasilyeva A.Yu., Serikova O.V., Shumilovich B.R., Kalaeva E.A. Occurrence of nuclear anomalies in the buccal epithelium cells of women with oral lichen planus. *Applied Information Aspects of Medicine*. 2020;23(4):51–59. (In Russ.). Available at: <https://new.vestnik-surgery.com/index.php/2070-9277/article/view/6899> (accessed: 02.08.2024).
22. Nikitakis N.G., Pentenero M., Georgaki M., Poh C.F., Peterson D.E., Edwards P. et al. Molecular markers associated with development and progression of potentially premalignant oral epithelial lesions: Current knowledge and future implications. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol*. 2018;125(6):650–669. <https://doi.org/10.1016/j.oooo.2018.03.012>
23. Rethman M.P., Carpenter W., Cohen E.E., Epstein J., Evans C.A., Flaitz C.M. et al. Evidence-based clinical recommendations regarding screening for oral squamous cell carcinomas. *J Am Dent Assoc*. 2010;141(5):509–520. <https://doi.org/10.14219/jada.archive.2010.0223>
24. Gotmare S.S., Gupta A.A., Waghmare M., Kavle P., Rathod A., Sonawane S., Pereira T. A comparison of proliferative capacity of reticular and erosive variants of oral

- lichen planus by argyrophilic nucleolar organizer regions method. *J Microsc Ultrastruct.* 2022;11(1):12–16. https://doi.org/10.4103/jmau.jmau_104_20
18. Weston G., Payette M. Update on lichen planus and its clinical variants. *Int J Womens Dermatol.* 2015;1(3):140–149. <https://doi.org/10.1016/j.ijwd.2015.04.001>
 19. Teja C.S., Devy A.S., Nirmal R.M., Sunil P.M., Deepasree M. Cytomorphometric analysis of exfoliated cells in oral lichen planus. *Cytojournal.* 2014;11:3. <https://doi.org/10.4103/1742-6413.127214>
 20. Mehrotra R. The role of cytology in oral lesions: a review of recent improvements. *Diagn Cytopathol.* 2012;40(1):73–83. <https://doi.org/10.1002/dc.21581>
 21. Шкарин В.В., Македонова Ю.А., Дьяченко С.В., Верстаков Д.В., Дьяченко Д.Ю., Сидорук А.В. Организация диспансерного наблюдения у пациентов с красным плоским лишаем слизистой оболочки рта. *Главный врач Юга России.* 2022;(5):16–20. Shkarin V.V., Makedonova Yu.A., Dyachenko S.V., Verstakov D.V., Dyachenko D.Yu., Sidoruk A.V. Organization of dispensary observation in patients with lichen planus of the oral mucosa. *Glavnyi Vrach Uga Russia.* 2022;(5):16–20. (In Russ.).
 22. Anitua E., Piñas L., Alkhraisat M.H. Histopathological features of oral lichen planus and its response to corticosteroid therapy: A retrospective study. *Medicine.* 2019;98(51):e18321. <https://doi.org/10.1097/MD.00000000000018321>
 23. Carli J.P., Silva S.O., Linden M.S., Busin C.S., Paranhos L.R., Souza P.H. Evaluation of cellular proliferative activity in patients with oral lichen planus and hepatitis C through AgNOR method. *Braz Dent J.* 2014;25(6):461–465. <https://doi.org/10.1590/0103-6440201302379>

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Усманова Ирина Николаевна – д.м.н., профессор кафедры терапевтической стоматологии, ФГБОУ ВО «Башкирский государственный медицинский университет»; 450008, Российская Федерация, г. Уфа, ул. Ленина, 3; <https://orcid.org/0000-0002-1781-0291>

Лебедева Анна Ивановна – д.б.н., старший научный сотрудник, и.о. заведующего научно-исследовательским отделом морфологии, ФГБОУ ВО «Башкирский государственный медицинский университет»; 450008, Российская Федерация, г. Уфа, ул. Ленина, 3; <https://orcid.org/0000-0002-9170-2600>

Лакман Ирина Александровна – к.т.н., доцент, доцент кафедры биомедицинской инженерии, заведующая лабораторией исследования социально-экономических проблем регионов, ФГБОУ ВО «Уфимский университет науки и технологий»; 450076, Российская Федерация, г. Уфа, ул. Заки Валиди, 32; <https://orcid.org/0000-0001-9876-9202>

Гурьевская Ольга Анатольевна – к.м.н., ассистент кафедры стоматологии дополнительного последилового образования, ФГБОУ ВО «Омский государственный медицинский университет»; 644099, Российская Федерация, г. Омск, ул. Ленина, д. 12; врач-стоматолог-терапевт, Стоматологическая «Клиника «Элита»; 644012, Российская Федерация, г. Омск, ул. Малиновского, 18/1; <https://orcid.org/0000-0003-4580-9826>

Григорович Эльмира Шадиловна – д.м.н., доцент, заведующий кафедрой стоматологии дополнительного последилового образования, ФГБОУ ВО «Омский государственный медицинский университет»; 644099, Российская Федерация, г. Омск, ул. Ленина, д. 12; <https://orcid.org/0000-0003-0326-0900>

Имаева Альфия Камильевна – д.м.н., доцент, заведующий кафедрой гистологии, ФГБОУ ВО «Башкирский государственный медицинский университет»; 450008, Российская Федерация, г. Уфа, ул. Ленина, 3; <https://orcid.org/0000-0002-3421-0212>

Усманова Диана Ирековна – студент третьего курса педиатрического факультета, ФГБОУ ВО «Башкирский государственный медицинский университет»; 450008, Российская Федерация, г. Уфа, ул. Ленина, 3; <https://orcid.org/0009-0004-2387-3258>

Сафина Гузель Иршатовна – студент третьего курса педиатрического факультета, ФГБОУ ВО «Башкирский государственный медицинский университет»; 450008, Российская Федерация, г. Уфа, ул. Ленина, 3; <https://orcid.org/0009-0007-3065-0708>

Старцева Елена Юрьевна – к.м.н., доцент кафедры терапевтической стоматологии, ФГБОУ ВО «Казанский государственный медицинский университет», 420012, Российская Федерация, г. Казань, ул. Бутлерова, 49

Ушницкий Иннокентий Дмитриевич – д.м.н., профессор, заведующий кафедрой терапевтической, хирургической, ортопедической стоматологии и стоматологии детского возраста Медицинского института, ФГАОУ ВО «Северо-Восточный федеральный университет им. М.К. Аммосова», 677000, Российская Федерация, г. Якутск, ул. Белинского, д. 58; <https://orcid.org/0000-0002-4044-3004>

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Irina N. Usmanova – Cand. Sci. (Med.), Professor of the Department of Therapeutic Dentistry, Bashkir State Medical University; 3 Lenin Str., Ufa 450008, Russian Federation; <https://orcid.org/0000-0002-1781-0291>

Anna I. Lebedeva – Dr. Sci. (Biol.), Senior Researcher, Acting Head of the Research Department of Morphology, Bashkir State Medical University; 3 Lenin Str., Ufa 450008, Russian Federation; <https://orcid.org/0000-0002-9170-2600>

Irina A. Lakman – Cand. Sci. (Eng.), Associate Professor, Associate Professor of the Department of Biomedical Engineering, Head of the Laboratory for the Study of Social and Economic Problems of Regions, Ufa University of Science and Technology; 32 Zaki Validi Str., Ufa 450076, Russian Federation; <https://orcid.org/0000-0001-9876-9202>

Olga A. Guryevskaya – Cand. Sci. (Med.), Assistant of the Department of Additional Postgraduate Education, Omsk State Medical University; 12 Lenin Str., Omsk 644099, Russian Federation; Dentist-Therapist, Dental Clinic «Elite», 18/1 Malinovskogo Str., Omsk 644012, Russian Federation; <https://orcid.org/0000-0003-4580-9826>

Elmira Sh. Grigorovich – Dr. Sci. (Med.), Associate Professor, Head of the Department of Dentistry of Additional Postgraduate Education, Omsk State Medical University; 12 Lenin Str., Omsk 644099, Russian Federation; <https://orcid.org/0000-0003-0326-0900>

Alfiya K. Imaeva – Dr. Sci. (Med.), Associate Professor, Head of the Department of Histology, Bashkir State Medical University; 3 Lenin Str., Ufa 450008, Russian Federation; <https://orcid.org/0000-0002-3421-0212>

Diana I. Usmanova – Student of the Pediatrics Faculty, Bashkir State Medical University; 3 Lenin Str., Ufa 450008, Russian Federation; <https://orcid.org/0009-0004-2387-3258>

Guzel I. Safina – Student of Pediatrics Faculty, Bashkir State Medical University; 3 Lenin Str., Ufa 450008, Russian Federation; <https://orcid.org/0009-0007-3065-0708>

Elena Yu. Startseva – Cand. Sci. (Med.), Associate Professor of the Department of Therapeutic Dentistry, Kazan State Medical University; 49 Butlerova Str., Kazan 420012, Russian Federation

Innokenty D. Ushnitsky – Dr. Sci. (Med.), Professor, Head of the Department of Therapeutic, Surgical, Orthopaedic Dentistry and Childhood Dentistry of the Medical Institute, North-Eastern Federal University; 58 Belinsky Str., Yakutsk 677027, Russian Federation; <https://orcid.org/0000-0002-4044-3004>

ВКЛАД АВТОРОВ

И.Н. Усманова – концепция и дизайн исследования, написание текста, редактирование.

А.И. Лебедева – концепция и дизайн исследования, сбор и обработка материала, написание текста, редактирование.

И.А. Лакман – концепция и дизайн исследования, статистическая обработка, редактирование.

О.А. Гурьевская – сбор и обработка материала, написание текста.

Е.Ш. Григорович – сбор и обработка материала.

А.К. Имаева – сбор и обработка материала.

Д.И. Усманова – сбор и обработка материала.

Г.И. Сафина – сбор и обработка материала.

Е.Ю. Старцева – написание текста, редактирование.

И.Д. Ушницкий – написание текста, редактирование.

AUTHOR'S CONTRIBUTION

Irina N. Usmanova – concept and design of the study, writing the text, editing.

Anna I. Lebedeva – concept and design of the study, data collection and processing, writing the text, editing.

Irina A. Lakman – concept and design of the study, statistical processing, editing.

Olga A. Guryevskaya – data collection and processing, writing the text.

Elmira Sh. Grigorovich – data collection and processing.

Alfiya K. Imaeva – data collection and processing.

Diana I. Usmanova – data collection and processing.

Guzel I. Safina – data collection and processing.

Elena Yu. Startseva – writing the text, editing.

Innokenty D. Ushnitsky – writing the text, editing.

<https://doi.org/10.36377/ET-0043>

Результаты изучения структурно-функционального состояния вкусовой сенсорной системы у лётного состава гражданской авиации

Г.Г. Ашуров , М.К. Шокиров

Институт последипломного образования в сфере здравоохранения Республики Таджикистан, г. Душанбе, Таджикистан

✉ shakh92@mail.ru

Резюме

ЦЕЛЬ. Изучение порога вкусовой чувствительности у лётного состава гражданской авиации.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ. Для характеристики вкусового восприятия среди обследованных лиц гражданской авиации функциональные исследования проводились у 58 пилотов в возрасте 20–50 лет. С помощью метода пороговой густометрии изучался сенсорный компонент вкусовых сосочков языка. Определение порога чувствительности проводилось натощак и через 40 минут – 1 час после завтрака.

РЕЗУЛЬТАТЫ. Усредненные значения нормального порога вкусовой чувствительности у лётного состава гражданской авиации до полёта на четыре виды вкусовых раздражителей составили 23,5, 20,6, 26,5 и 29,4% соответственно на сладкое, соленое, кислое и горькое. После полёта усредненное значение лиц с нормальным порогом вкусовой чувствительности на сладкое и соленое составляет 17,2 и 20,7% при средних значениях 27,6 и 34,5% – соответственно на кислых и горьких раздражителях.

ВЫВОД. Воздействие неблагоприятных факторов авиационного полета, приводящих к перенапряжению основных физиологических функций организма, особенно водно-солевого обмена, приводит к рефлекторному повышению вкусовой чувствительности языка у летного состава гражданской авиации.

Ключевые слова: вкусовая чувствительность, лётный состав, гражданская авиация, сенсорный компонент, порог чувствительности, язык, густометрия

Информация о статье: поступила – 01.08.2024; исправлена – 20.09.2024; принята – 29.09.2024

Конфликт интересов: Авторы сообщают об отсутствии конфликта интересов

Благодарности: Финансирование и индивидуальные благодарности для деклалирования отсутствуют.

Для цитирования: Ашуров Г.Г., Шокиров М.К. Результаты изучения структурно-функционального состояния вкусовой сенсорной системы у летного состава гражданской авиации. *Эндодонтия Today*. 2024;22(3):303–307. <https://doi.org/10.36377/ET-0043>

Results of the study structured-functional condition of gustatory touch system beside flying composition of the civil aviation

Gayur G. Ashurov , Mirzoumar K. Shokirov

Institute of Postgraduate Education in Health Sphere of the Republic of Tajikistan, Dushanbe, Republic of Tajikistan

✉ shakh92@mail.ru

Abstract

AIM. Study of the threshold of gustatory sensitivity beside flying composition of the civil aviation.

MATERIALS AND METHODS. For feature of the gustatory perception amongst examined persons of civil aviation functional studies conducted beside 58 pilots at the age 20–50 years. By means of method of threshold gustatory studied touch component of gustatory papilla's language. The Determination of the threshold of gustatory sensitivity was conducted on an empty stomach and in 40 minutes – 1 hour after morning meal.

RESULTS. Averaged importance of the normal threshold of gustatory sensitivity beside flying composition of the civil aviation before flight formed 23.5% on four types of the gustatory irritants, 20.6%, 26.5% and 29.4% accordingly on sweet, salty, tart and bitter. After flight averaged importance of the persons with normal threshold of gustatory sensitivity on sweet and salty forms 17.2% and 20.7% under average importance of 27.6% and 34.5% – accordingly on tart and bitter irritant.

CONCLUSION. Influence disadvantage factor aircraft flight, bring about overstrain main physiological function organism, particularly water-saline exchange, brings about reflex increasing of gustatory sensitivity of the language beside flying composition of the civil aviation.

Keywords: gustatory sensitivity, flight personnel, civil aviation, touch component, threshold of sensitivity, language, gustometry

Article info: received – 01.08.2024; revised – 20.09.2024; accepted – 29.09.2024

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

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

For citation: Ashurov G.G., Shokirov M.K. Results of the study structured-functional condition of gustatory touch system beside flying composition of the civil aviation. *Endodontics Today*. 2024;22(3):303–307. (In Russ.) <https://doi.org/10.36377/ET-0043>

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время в связи с новым подходом к объяснению формирования приспособительных реакций организма с точки зрения теории функциональной системы, значительно возрос интерес к изучению структур вкусовых анализаторов. Этот вопрос закономерен в связи с тем, что вкусовые анализаторы играют важную роль в формировании узловых механизмов любой функциональной системы организма для достижения конечного приспособительного результата [1; 2].

Изучение вкусовой чувствительности слизистой оболочки полости рта представляет большой интерес не только для физиологов, но и для клиницистов. Нарушения адекватной афферентации с полостью рта влечет за собой и нарушения в формировании функциональной системы питания в целом. Знание норм особенностей физиологического состояния уровня чувствительности различных зон слизистой оболочки полости рта имеет важное значение для диагностики как местнотекущих патологических процессов, так и патологических состояний всего пищеварительного тракта [3; 4].

Установлено, что изменение уровня вкусовой чувствительности выражается не только в повышении или понижении порога чувствительности, но и в мобилизации или демобилизации функциональных элементов рецепторов. Процесс мобилизации или демобилизации функциональных элементов, регулируемых Центральной нервной системы, происходит в соответствии с непрерывно меняющимися условиями окружающей среды и функциональным состоянием пищеварительного тракта [5–7].

Исследование функционального состояния вкусового анализатора необходимо также для правильного понимания функциональных возможностей отдельных физиологических систем организма в условиях стресс-индуцирующего влияния экстремальных факторов авиационного полета и для разработки нормативных показателей функционирования вкусового восприятия у лётного состава гражданской авиации. Экстремальные и субэкстремальные факторы авиационного полёта обуславливают характерные глубокие сдвиги в функциональном состоянии многих физиологических систем, деятельность которых подчинена поддержанию гомеостаза организма. В этом плане представляет огромный научный интерес комплексное изучение функциональных возможностей органов и тканей зубочелюстной системы и их адаптационных реакций под влиянием неблагоприятных стресс-индуцирующих факторов авиационного полёта.

ЦЕЛЬ

Изучение порога вкусовой чувствительности у лётного состава гражданской авиации.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Для более полной характеристики вкусового восприятия среди обследованных лиц гражданской авиации функциональные исследования проводились у 58 пилотов в возрасте 20–50 лет. Учитывая тот факт, что порог вкусовой чувствительности меняется в зависимости от воздействия факторов

окружающей среды мы в комплексе изучения основных физиологических функций органов зубочелюстной системы у лётного состава гражданской авиации, подвергших стресс-индуцирующим влиянием экстремальных факторов авиационного полёта, исследовали функциональную мобильность вкусовых сосочков языка.

С помощью метода пороговой густометрии изучался сенсорный компонент вкусовых сосочков языка. Исследование порога вкусовой чувствительности языка проводилось отдельно для каждого из четырех основных вкусовых раздражителей, согласно топографии вкусовых сосочков. Определение порога вкусовой чувствительности проводилось натошак до и после полета, а также в зависимости от стажа профессиональной деятельности.

Статистическая обработка полученных данных проводилась по правилам общемедицинской статистики применительно к стоматологии с использованием программы Statistica версия 6.0. О достоверности отличий средних величин изучаемых показателей судили по величине t -критерия Стьюдента. Статистически достоверными считали отличия, соответствующие оценке ошибки вероятности $p < 0,05$.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Для уточнения влияния экстремальных факторов авиационного полёта на порог вкусовой чувствительности, определения проводились до и после полёта у одних и тех же лиц. Результаты определения порога вкусовой чувствительности языка у лётного состава гражданской авиации до и после авиационного полёта представлены в табл. 1.

Как показано в табл. 1, средние значения абсолютного порога чувствительности у лётного состава на сахар составил в концентрации 1,0% раствора, на соленое – 1,0% раствора хлористого натрия, на кислое 1,0% раствора соляной кислоты и на горькое – 0,0004% раствора солянокислого хинина. При определении порога вкусовой чувствительности на сладкое по сравнению с абсолютным порогом на четыре вида вкусовых раздражителей (34 чел.) оказалось, что нормальный порог выявлен у 8 человек, что составляет 23,5% от общего количества лётного состава с нормальным порогом вкусовой чувствительности до полёта. Среди обследованных лиц до полёта повышенный порог вкусовой чувствительности на сладкое выявлен у 5 (29,4%), пониженный – у 1 (14,3%) обследованного.

Вышеназванные вкусовые показатели до полёта у лётного состава гражданской авиации на соленое составили соответственно 7 (20,6%), 6 (35,4%) и 2 (28,5%); на кислое – 9 (26,5%), 3 (17,6%) и 3 (42,9%); на горькое – 10 (29,4%), 3 (17,6%) и 1 (14,4%). При этом обращает на себя внимание тот факт, что максимальное значение порога вкусовой чувствительности до полёта отмечается на соленое и сладкое (соответственно 35,4% и 29,4%) раздражители. Число лиц с незначительным понижением чувствительности вкусовых веществ на кислое доходит до 42,9%, на соленое – 28,5%, хотя эти изменения менее заметны на сладкое и горькое (соответственно 14,3 и 14,4%).

Таблица 1. Результаты определения порога вкусовой чувствительности языка у лётного состава гражданской авиации до и после полета (в абсолютных числах и %)**Table 1.** Results of determining the threshold of taste sensitivity of the tongue in civil aviation flight personnel before and after the flight (in absolute numbers and %)

Вкусовые раздражители	Средние показатели порога вкусовой чувствительности	Количество лиц, имеющих пороги вкусовой чувствительности до полёта			Количество лиц, имеющих пороги вкусовой чувствительности после полёта		
		нормальное (абс. / %)	повышенное (абс. / %)	пониженное (абс. / %)	нормальное (абс. / %)	повышенное (абс. / %)	пониженное (абс. / %)
Сладкое	0,5–1,5% р-р сахара	8/23,5	5/29,4	1/14,3	5/17,2	5/27,8	1/9,1
Соленое	0,5–1,5% р-р хлористого натрия	7/20,6	6/35,4	2/28,5	6/20,7	6/33,3	3/27,3
Кислое	0,5–1,5% р-р соляной кислоты	9/26,5	3/17,6	3/42,9	8/27,6	4/22,2	5/45,4
Горькое	0,0003–0,0005% р-р соляно-кислого хинина	10/29,4	3/17,6	1/14,4	10/34,5	3/16,7	2/18,2
Итого	на четыре вида	34/100,0	17/100,0	7/100,0	29/100,0	18/100,0	11/100,0

Усредненные значения нормального порога вкусовой чувствительности у лётного состава гражданской авиации до полёта на четыре вида вкусовых раздражителей составили 23,5, 20,6, 26,5 и 29,4% соответственно на сладкое, соленое, кислое и горькое. Среди обследованных лиц лётного состава среднецифровые значения повышенного порога вкусовой чувствительности до полёта на четыре вида вкусовых раздражителей составили 29,4, 35,4, 17,6 и 17,6% соответственно на сладкое, соленое, кислое и горькое, при соответствующих значениях 14,3, 28,5, 42,9 и 14,4% у лиц с пониженным порогом вкусовой чувствительности.

Определение порога вкусовой чувствительности у летного состава гражданской авиации после завершения полета показало следующие значения: на сладкое нормальный порог чувствительности обнаружен у 5 (17,2%), повышенный – у 5 (27,8%) и пониженный – у 1 (9,1%) обследованного: на соленое – соответственно 6 (20,7%), 6 (33,3%) и 3 (27,3%); на кислое – соответственно 8 (27,6%), 4 (22,2%) и 5 (45,4%); на горькое – соответственно 10 (34,5%), 3 (16,7%) и 2 (18,2%).

Произведенные математические расчеты показали, что после полёта усредненное значение лиц с нормальным порогом вкусовой чувствительности на сладкое и соленое составляет 17,2 и 20,7% при средних значениях 27,6 и 34,5% – соответственно на кислых и горьких раздражителях.

Как показывают данные на рис. 1, после полёта количество лиц, имеющих повышенные пороги вкусовой чувствительности на сладкое, соленое, кислое и горькое соответствует значениям 27,8, 33,3, 22,2 и 16,7% при соответствующих значениях 9,1, 27,3, 45,4 и 18,2% у лиц, имеющих пониженные пороги вкусовой чувствительности.

Мы также изучали состояние порога вкусовой чувствительности языка в зависимости от стажа работы лётного состава. Результаты проведенных исследований по определению порога вкусовой чувствительности в зависимости от стажевого фактора до полёта представлены в табл. 2.

Как показано в табл. 2, нормальное значение порога вкусовой чувствительности на сладкое до полета гораздо понижены у лиц со стажем работы до 10 лет (31,4%) по сравнению обследованных со стажем работы более 10 лет (56,5%). Число лиц с повышенным порогом вкусовой чувствительности (ПовПВЧ) на сладкое до полета составило 65,7% у лиц со стажем работы до 10 лет, а у лиц со стажем работы более 10 лет – 34,8%. Вместе с тем у лиц с пониженным пороком вкусовой чувствительности (ПонПВЧ) оно соответствовало 2,90 и 8,70%. После полета у лиц со стажем работы до 10 лет нормальный порог вкусовой чувствительности на сладкое зафиксирован у 9 человек, что составило 25,7% от общего количества обследованных лиц (35 чел.), повышенный порог был зарегистрирован у 26 (74,3%) при отсутствии пониженного порога вкусовой чувствительности среди этих же лиц.

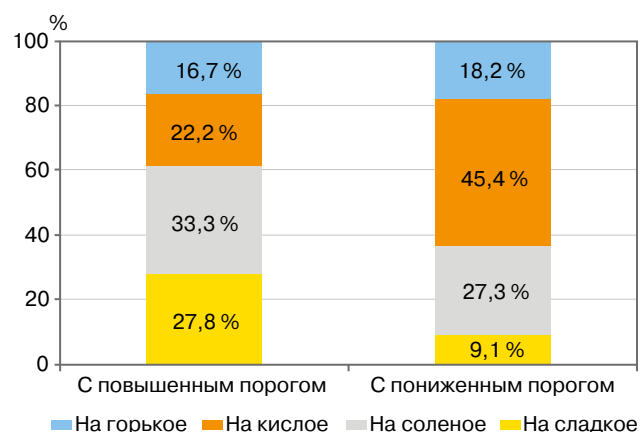
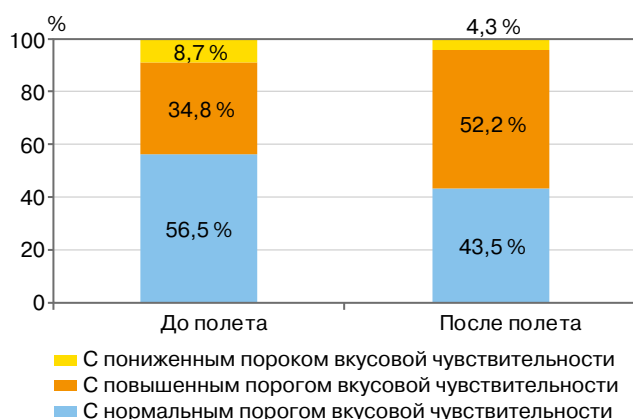
**Рис. 1.** Значение вкусовых показателей у лётного состава гражданской авиации с повышенным и пониженным порогом вкусовой чувствительности после полёта**Fig. 1.** The values of taste indicators in civil aviation flight personnel with increased and decreased taste sensitivity threshold after the flight

Таблица 2. Изменение порога вкусовой чувствительности в зависимости от стажа работы лётного состава гражданской авиации**Table 2.** Changes in the taste sensitivity threshold depending on the length of service of civil aviation flight personnel

Вкусовые раздражители	Стаж работы	Число обследованных (n=58)	Число лиц, имеющих пороги вкусовой чувствительности до полёта			Число лиц, имеющих пороги вкусовой чувствительности после полёта		
			нормальное (абс. / %)	повышенное (абс. / %)	пониженное (абс. / %)	нормальное (абс. / %)	повышенное (абс. / %)	пониженное (абс. / %)
Сладкое	до 10 лет	35	11/31,4	23/65,7	1/2,90	9/25,7	26/74,3	0/0
	> 10 лет	23	13/56,5	8/34,8	2/8,70	10/43,5	12/52,2	1/4,30
Соленое	до 10 лет	35	12/34,3	23/65,7	0/0	8/22,9	27/77,1	0/0
	> 10 лет	23	10/43,5	10/43,5	3/13,0	9/39,1	11/47,8	3/13,1
Кислое	до 10 лет	35	19/54,3	13/37,1	3/8,60	18/51,4	15/42,9	2/5,70
	> 10 лет	23	15/65,2	5/22,0	3/12,8	12/52,2	9/39,1	2/8,70
Горькое	до 10 лет	35	21/60,0	13/37,1	1/2,90	17/48,5	17/48,5	1/3,0
	> 10 лет	23	16/69,6	5/21,7	2/8,70	14/60,9	8/34,8	1/4,30

**Рис. 2.** Изменение порога вкусовой чувствительности у лётного состава со стажем работы более 10 лет на сладкое до и после полета**Fig. 2.** Changes in the taste sensitivity threshold for sweetness in flight personnel with more than 10 years of service before and after the flight

Исходное значение названных показателей на сладкое у лётного состава со стажем работы более 10 лет составило соответственно 13 (56,5%), 8 (34,8%) и 2 (8,70%), а после полёта – 10 (43,5%), 12 (52,2%) и 1 (4,30%) соответственно (рис. 2).

До полета число лиц с нормальным порогом вкусовой чувствительности (НПВЧ) на соленое у лиц со стажем работы до- и более 10 лет составило соответственно 12 (34,3%) и 10 (43,5%), после полета – соответственно 8 (22,9%) и 9 (39,1%). Цифровые значения полученных материалов на кислое соответствовали значениям 19 (54,3%) и 15 (65,2%) – соответственно до полета и 18 (51,4%) и 12 (52,2%) – после полета при соответствующих значениям 21 (60,0%) и 16 (69,6%) до полета и 17 (48,5%) 14 (60,9%) – после полета на горькое.

Число лиц с повышенным порогом вкусовой чувствительности на соленое до полета у лиц со стажем работы до 10 и более 10 лет составило соответственно 23 (65,7%) и 10 (43,5%), после полета – соответственно 27 (77,1%) и 11 (47,8%). Цифровые значения

полученных материалов на кислое соответствовали значениям 13 (37,1%) и 5 (22,0%) – соответственно до полета и 15 (42,9%) и 9 (39,1%) – после полета при соответствующим значениям 13 (37,1%) и 5 (21,7%) до полета и 17 (48,5%) 8 (34,8%) – после полета на горькое. Среди обследованных лиц пониженный порог вкусовой чувствительности зарегистрирован в минимальном количестве как до полета (с колебаниями от 2,90 до 13,0% на четыре вида раздражителей), так и после завершения полета (от 4,30 до 13,1%) у лётного состава гражданской авиации.

ОБСУЖДЕНИЕ

Полученные материалы после полёта у лётного состава гражданской авиации свидетельствуют о том, что по мере повышения высоты полёта увеличивается комплекс неблагоприятных факторов, которые оставляют свои «отпечатки» на состоянии компонентов порога вкусовой чувствительности. В этой связи следует указать на рефлекторную взаимосвязь вкусовых рецепторов и интерорецепторов центральной нервной системы, т.е. о влиянии интерорецепторов ЦНС на деятельность вкусового рецепторного аппарата полости рта, получившим название нервнолингвальный рефлексом лётного генеза, физиологическая роль которого состоит в центробежной регуляции вкусового рецепторного аппарата за счет информации, поступившей с интерорецепторов через центральной нервной системы.

Приведенные данные свидетельствуют о том, что после полета число лиц с нормальным порогом вкусовой чувствительности со стажем работы до 10 лет на сладкое снижается в 1,2 раза в сравнении до полета, а у лиц со стажем работы более 10 лет – в 1,3 раза. Вместе с тем, после полёта число лиц, имеющих повышенный порог вкусовой чувствительности на сладкое и стаж работы до 10 лет, увеличивается в 1,1 раза, а со стажем работы больше 10 лет – в 1,5 раза. Такое повышение порога вкусовой чувствительности после полета фиксируется на соленое у лиц со стажем работы до 10 и больше 10 лет (соответственно в 1,2 и 1,1 раза), на кислое (соответственно в 1,2 и 1,8 раза), на горькое (соответственно в 1,3 и 1,6 раза).

ВЫВОДЫ

Полученные материалы свидетельствуют о том, что наиболее выраженное повышение порога вкусовой чувствительности языка у летного состава гражданской авиации отмечается после полёта. Данный факт говорит в пользу того, что воздействие

неблагоприятных факторов авиационного полета, приводящих к перенапряжению основных физиологических функций организма, особенно водно-солевого обмена, приводит к рефлекторному повышению вкусовой чувствительности языка у летного состава гражданской авиации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ / REFERENCES

1. Борозенцева В.А., Силютин М.В., Коршун Е.И., Фесенко Э.В., Борозенцев В.Ю., Матевосян С.И. Особенности ротовой жидкости при возрастных изменениях полости рта. *Современные проблемы здравоохранения и медицинской статистики*. 2020;(3):492–502. Режим доступа: <https://www.healthproblem.ru/ru/magazines?text=520> (дата обращения: 21.07.2024). Borozenceva V.A., Silyutina M.V., Korshun E.I., Fesenko E.V., Borozencev V.Yu., Matevosyan S.I. Features of oral fluid in age-related changes in the oral cavity. *Current Problems of Health Care and Medical Statistics*. 2020;(3):492–502. (In Russ.) Available at: <https://www.healthproblem.ru/ru/magazines?text=520> (accessed: 21.07.2024).
2. Nunes L.A., Mussavira S., Bindhu O.S. Clinical and diagnostic utility of saliva as a non-invasive diagnostic fluid: A systematic review. *Biochem Med*. 2015;25(2):177–192. <https://doi.org/10.11613/BM.2015.018>
3. Fatima S., Rehman A., Shakh K.U., Kamran M., Mashal S., Rustam S.A. et al. Composition and function of saliva: A review. *World J Pharm Pharmaceut Sci*. 2020;9(6):1552–1567. <https://doi.org/10.20959/wjpps20206-16334>
4. Uchida H., Ovitt C.E. Novel impacts of saliva with regard to oral health. *J Prosthet Dent*. 2022;127(3):383–391. <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2021.05.009>
5. Бельская Л.В., Сарф Е.А., Косенок В.К. Корреляционные взаимосвязи состава слюны и плазмы крови в норме. *Клиническая лабораторная диагностика*. 2018;63(8):477–482. Belskaya L.V., Sarf E.A., Kosenok V.K. Correlation interrelations between the composition of saliva and blood plasmain norm. *Russian Clinical Laboratory Diagnostics*. 2018;63(8):477–482. (In Russ.)
6. Тишков Д.С. Исследования состава слюны у больных сахарным диабетом. *Региональный вестник*. 2020;(2):7–8. Tishkov D.S. Studies the composition of the saliva beside patient with diabetes mellitus. *Regionalnyi Vestnik*. 2020;(2):7–8. (In Russ.)
7. Kaczor-Urbanowicz K.E., Martin Carreras-Prezas C., Aro K., Tu M., Garcia-Godoy F., Wong D.T. Saliva diagnostics – Current views and directions. *Exp Biol Med*. 2017;242(5):459–472. <https://doi.org/10.1177/1535370216681550>

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Ашуров Гаюр Гафурович – д.м.н., профессор, заведующий кафедрой терапевтической стоматологии, ГОУ «Институт последипломного образования в сфере здравоохранения Республики Таджикистан», 734026, Республика Таджикистан, г. Душанбе, пр. Сомони, 59; <https://orcid.org/0000-0002-1853-5682>

Шокиров Мирзоумар Кодирович – к.м.н., докторант кафедры терапевтической стоматологии, ГОУ «Институт последипломного образования в сфере здравоохранения Республики Таджикистан», 734026, Республика Таджикистан, г. Душанбе, пр. Сомони, 59; <https://orcid.org/0000-0002-5361-1725>

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Gayur G. Ashurov – Dr. Sci. (Med.), Head Department of Therapeutic Dentistry, Institute of Postgraduate Education in Health Sphere of the Republic of Tajikistan, 59 Somoni Ave, Dushanbe, 734026, Republic of Tajikistan; <https://orcid.org/0000-0002-1853-5682>

Mirzoumar K. Shokirov – Cand. Sci. (Med.), Doctorate of the Department of Therapeutic Dentistry, Institute of Postgraduate Education in Health Sphere of the Republic of Tajikistan, 59 Somoni Ave, Dushanbe, 734026, Republic of Tajikistan; <https://orcid.org/0000-0002-5361-1725>

ВКЛАД АВТОРОВ

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

М.К. Шокиров – сбор данных, анализ и интерпретация данных, подготовка статьи.

AUTHOR'S CONTRIBUTION

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

Mirzoumar K. Shokirov – has made a substantial contribution to the concept or design of the article; the acquisition, analysis, or interpretation of data for the article.



Evaluation of oral and dental health parameters in children with special care needs

Büşra Tekin , İsmet Rezani Toptancı

Dicle University, Sur Diyarbakir, Turkey

✉ ismettoptanci@gmail.com

Abstract

AIM. The aim of this study is to evaluate and raise awareness of the oral and dental health parameters in children aged 6 to 16 years with special care needs who are enrolled in special education institutions located in the central districts of Diyarbakir in Turkey. Specifically, the study examines the presence of caries, plaque, malocclusions, and molar-incisor hypomineralization.

METHODS. A total of 368 children with special care needs participated in the study, with ages ranging from 6 to 16 years and an average age of 9.61 years. Of the participants, 196 have intellectual disabilities, 51 have Down syndrome, and 121 have autism spectrum disorder. The clinical findings of our study include the DMFT/dmft index, plaque index, occlusal relationships, and the presence of molar-incisor hypomineralization (MIH). The data obtained were analyzed using the SPSS v21 software package.

RESULTS. The mean DMFT/dmft value was found to be 5.64, and the mean plaque index value was 1.37. The occlusal relationships of the participants were as followed: 78.26% had Class I, 11.14% had Class II, and 10.6% had Class III. Additionally, 98.64% of the participants did not have molar-incisor hypomineralization (MIH), while 1.36% did have MIH.

CONCLUSION. In our study, it was found that children with special care needs generally have poor oral hygiene, their parents/caregivers lack sufficient awareness, and the prevalence of caries and plaque index is high in the examined population.

Keywords: DMFT index, plaque index, molar-incisor hypomineralization, Down syndrome, autism spectrum disorder

Article info: received – 17.05.2024; revised – 30.06.2024; accepted – 01.07.2024

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

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

For citation: Tekin B., Toptancı İ.R. Evaluation of oral and dental health parameters in children with special care needs. *Endodontics Today*. 2024;22(3):308–314. <https://doi.org/10.36377/ET-0028>

Оценка параметров здоровья полости рта и зубов у детей с особыми потребностями

Бюшра Теки , Исмет Резани Топтанчи

Университет Дидже, Сур Диярбакыр, Турция

✉ ismettoptanci@gmail.com

Резюме

ЦЕЛЬ. Оценить и повысить осведомленность о параметрах здоровья полости рта и зубов у детей в возрасте от 6 до 16 лет с особыми потребностями, которые обучаются в специальных учебных заведениях, расположенных в центральных районах Диярбакыра в Турции. В частности, исследование рассматривает наличие кариеса, налета, аномалий прикуса и гипоминерализации моляров и резцов.

МЕТОДЫ. В исследовании приняли участие 368 детей с особыми потребностями в возрасте от 6 до 16 лет, средний возраст которых составил 9,61 года. Из участников 196 имеют интеллектуальные нарушения, 51 ребенок имеет синдром Дауна, и 121 ребенок имеет расстройство аутистического спектра. Клинические результаты нашего исследования включают индекс КПУ/кпу, индекс налета, окклюзионные отношения и наличие гипоминерализации моляров и резцов (МИН). Полученные данные были проанализированы с использованием программного пакета SPSS v21.

РЕЗУЛЬТАТЫ. Среднее значение индекса КПУ/кпу составило 5,64, среднее значение индекса налета – 1,37. Окклюзионные отношения участников распределились следующим образом: 78,26 % имели класс I, 11,14 % имели класс II, и 10,6 % имели класс III. Кроме того, 98,64 % участников не имели гипоминерализации моляров и резцов (МИН), тогда как 1,36 % имели МИН.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ. В нашем исследовании было установлено, что дети с особыми потребностями в целом имеют плохую гигиену полости рта, их родители/опекуны недостаточно осведомлены, и в изученной популяции высока распространенность кариеса и индекс налета.

Ключевые слова: индекс КПУ, индекс налета, гипоминерализация моляров и резцов, синдром Дауна, расстройство аутистического спектра

Информация о статье: поступила – 17.05.2024; исправлена – 30.06.2024; принята – 1.07.2024

Конфликт интересов: Авторы сообщают об отсутствии конфликта интересов.

Благодарности: Финансирование и индивидуальные благодарности для декларирования отсутствуют.

Для цитирования: Текин Б., Топтанчи И.Р. Оценка параметров здоровья полости рта и зубов у детей с особыми потребностями. *Эндодонтия Today*. 2024;22(3):308–314. (На англ. яз.) <https://doi.org/10.36377/ET-0028>

INTRODUCTION

In children with disabilities, physical and intellectual impairments, biting disorders, inadequate chewing, and swallowing difficulties lead to oral and dental health problems. When inadequate oral care, excessive consumption of soft, cariogenic foods, and poor oral hygiene are added to this situation, the problem is observed to become even more severe. Dental treatments for children with disabilities are challenging due to the cooperation issues of the children [1]. Therefore, studies have reported that the rate of untreated caries in children with disabilities is higher compared to healthy children. There are numerous reasons explaining the differences in caries incidence between children with disabilities and healthy children. These include differences in the frequency of carbohydrate intake and salivary flow rate, impaired cooperation, inadequate oral hygiene due to muscle and joint problems, and chewing difficulties [2].

It is expected that individuals with special care needs may experience fear during treatment [3]. Creating a positive communication environment with these individuals will facilitate the management of the process and help identify the needs of disabled individuals. Furthermore, it should not be forgotten that a good communication environment can enhance the ability of disabled individuals to understand the instructions of healthcare personnel during the treatment process [4; 5].

Individuals with disabilities who have difficulty cooperating and therefore require special oral and dental care practices experience much greater challenges in accessing services. In addition to these challenges, the low awareness of oral health among disabled parents/caregivers leads to the lack of preventive measures and the neglect of oral health in individuals with special care needs due to various chronic illnesses, further adversely affecting their oral health. In this regard, the health issues of individuals with special care needs are an important consideration for the management of dental services. [5].

In our study, we aim to evaluate the oral and dental health parameters of children aged 6–16 with special care needs who are attending Special Education Institutions located in the central districts of Diyarbakır province, Turkey, and to raise awareness about oral hygiene.

METHODS

Our study included individuals aged 6–16 who are enrolled in special education institutions and have any of the following conditions: mental retardation, autism, or Down syndrome. The individuals' examinations were conducted using a mirror-sonde in daylight, and oral and dental health parameters (DMFT, plaque index, MIH, malocclusion) were assessed. Our study is a descriptive cross-sectional field study. Our study obtained ethical approval with protocol number 2022-41 at the meeting of the Local Ethics Committee of the Faculty of Dentistry, Dicle University, held on November 30, 2022. Before visiting special education institutions for screening, the necessary permissions were obtained from the Diyarbakır Provincial Directorate of National Education After obtaining the permissions, contact was made with the responsible individuals in randomly selected institutions to make appropriate planning, and our study began. Our study was conducted between March 2023 and June 2023.

STATISTICAL ANALYSIS

During the period of the study, there were approximately 9,000 children aged 6–16 who met the study criteria. The study sample was calculated using the formula commonly employed when the population parameters are known. According to the sample calculation, considering a 5% significance level, 95% confidence level, and a 5% margin of error, the required minimum sample size calculated from the 9,000 individuals aged 6–16 with special care needs in the central districts of Diyarbakır province was targeted as 368 observations for the study. In this study, the obtained data were analyzed using the licensed IBM SPSS v21 software package. Due to the large number of observations, Shapiro-Wilk's and/or Kolmogorov-Smirnov tests were used to investigate whether the variables came from a normal distribution. A significance level of 0.05 was used when interpreting the results. When examining the differences between the groups, Mann Whitney U and Kruskal Wallis-H Tests were used in intergroup comparisons because the variables were not normally distributed. If significant differences were observed in the Kruskal-Wallis H test, the groups with differences were determined using Post-Hoc Multiple Comparison Test. When examining the relationships between the groups of nominal variables, Chi-Square analysis was applied. Pearson Chi-Square analysis was applied to RxC tables using Monte Carlo Simulation. Since more than 20% of the expected values in cells were less than 5, Chi-Square analysis was conducted using Monte Carlo Simulation. Results were interpreted using a significance level of 0.05; if $p < 0.05$, it indicates a significant relationship, whereas if $p > 0.05$, it indicates no significant relationship.

RESULTS

53.26% of the children participating in the study have intellectual disabilities, 32.88% have autism, and 13.86% have Down syndrome. 55.43% of the children participating in the study are male, and 44.57% are female. The 78.26% of the children participating in the study are in Class I, 11.14% are in Class II, and 10.6% are in Class III (Table 1). The average age of the children participating in the study was found to be 9.61. As a result of the examination, the average DMFT/dmft value is 5.64, and the average plaque index value is 1.37. There is a statistically significant difference between the DMFT/dmft value and the types of diseases. The DMFT/dmft values of individuals with autism and intellectual disabilities are significantly lower compared to those with Down syndrome (Table 3). There is also a statistically significant difference between the plaque index (Silness-Löe) value and the types of diseases. Individuals with autism and intellectual disabilities have significantly lower plaque index values compared to those with Down syndrome (Table 4). In the conducted study, there is a statistically significant relationship between the type of disease and occlusion. 56.86% of individuals with Down syndrome, 80.61% of those with intellectual disabilities, and 83.47% of those with autism have Class I occlusion, while 33.33% of individuals with Down syndrome, 7.14% of those with intellectual disabilities, and 6.61% of those with autism have Class III occlusion (Table 5). In the conducted study, there is no

Table 1. Frequency Distribution Table

Indicator		n	%
Type of Disease	Down Syndrome	51	13.86
	Mental retardation	196	53.26
	Autism	121	32.88
	Total	368	100.00
Sex	Male	204	55.43
	Female	164	44.57
	Total	368	100.00
Occlusion	Class I	288	78.26
	Class II	41	11.14
	Class III	39	10.60
	Total	368	100.00

Table 2. Distribution table for values

Indicator	n	Mean	Median	Min	Max	Sd
Age	368	9.61	9	6	16	2.97
DMFT/dmft	368	5.64	5	0	16	3.91
Plaque Index	368	1.37	1	0	3	0.81

statistically significant relationship between the type of disease and molar-incisor hypomineralization (MIH). In the children participating in the study, 98.64% do not have MIH, while 1.36% have MIH (Table 6).

DISCUSSION

Studies on the oral and dental health of children with special care needs have observed that these children have poor oral hygiene and frequently encounter gum diseases such as gingivitis and periodontitis, which are associated with oral hygiene, compared to healthy children [6].

In literature studies, some indicate that the prevalence of dental caries in children with Down syndrome is less common compared to healthy individuals [7], while other studies show that caries lesions occur with similar or even greater frequency in individuals with Down syndrome compared to healthy individuals [8; 9]. The reasons for the lower frequency of dental caries in individuals with Down syndrome include the presence of diastema in the teeth, delayed tooth eruption, different salivary chemistry, microdontia, oligodontia, hypodontia, and the flattening of tooth surfaces due to bruxism [10]. In this study, the average DMFT value for individuals with Down syndrome was found to be 7.76 (Table 3).

Table 3. Differences between types of diseases in terms of DMFT/dmft values

Indicator		Type of Disease						Kruskal Wallis H Test		
		n	Mean	Median	Min	Max	Sd	Mean Rank	H	p
DMFT/dmft	Down Syndrome	51	7.76	9	0	14	4.03	241.09	19.368	0.001
	Mental retardation	196	5.55	5	0	15	3.83	182.77		
	Autism	121	4.89	4	0	16	3.69	163.45		
	Total	368	5.64	5	0	16	3.91			

Table 4. Differences between types of diseases in terms of plaque index (Sillnes-Löe) values

Indicator		Type of Disease						Kruskal Wallis H Test		
		n	Mean	Median	Min	Max	Sd	Mean Rank	H	p
Plaque index	Down Syndrome	51	1.73	2	0	3	0.80	231.14	17.085	0.001
	Mental retardation	196	1.39	1	0	3	0.79	185.80		
	Autism	121	1.20	1	0	3	0.80	162.74		
	Total	368	1.37	1	0	3	0.81			

Table 5. Relationships between occlusion and types of diseases

Indicator		Type of Disease								Chi-Square Test	
		Down Syndrome		Mental retardation		Autism		Total		Chi-Square	p
		n	%	n	%	n	%	n	%		
Occlusion	Class I	29	56.86	158	80.61	101	83.47	288	78.26	32.898	0.001
	Class II	5	9.8	24	12.24	12	9.92	41	11.14		
	Class III	17	33.33	14	7.14	8	6.61	39	10.60		
	Total	51	100.00	196	100.00	121	100.00	368	100.00		

Table 6. Relationships between MIH and types of diseases

Indicator		Type of Disease								Chi-Square Test	
		Down Syndrome		Mental retardation		Autism		Total		Chi-Square	p
		n	%	n	%	n	%	n	%		
MIH	Absent	51	100	191	97.45	121	100	363	98.64	*	0.111
	Present	0	0	5	2.55	0	0	5	1.36		
	Total	51	100	196	100	121	100	368	100		

The value obtained is significantly higher than the values reported by Ghaith et al. [11] (2.73 ± 0.22) and significantly lower than the values reported by Jaber et al. [9] (13.2 ± 0.84). Contrary to the results of the study conducted by Robertson et al. [12] in 2019 on individuals with Down syndrome, intellectual disabilities, and autism, in this study, the DMFT/dmft value of individuals with Down syndrome was found to be significantly higher than those of other groups with learning difficulties. In this study, it was concluded that the oral hygiene of patients with Down syndrome is lower than that of patients with intellectual disabilities and autism. Additionally, based on these results, it was determined that children with Down syndrome in our study group have treatment needs that need to be addressed.

It has been shown that children with intellectual disabilities have poorer oral hygiene compared to the general population and have a large number of untreated dental caries [13]. The reason for this is reported to be their inability to adequately perform oral hygiene habits due to lack of muscle coordination, low grasping capacity, and difficulty in following instructions [14]. In our study, the DMFT/dmft score of children with intellectual disabilities (5.5) was found to be higher compared to the study conducted by Makkar et al. in 152 children with intellectual disabilities (1.51 ± 1.161) [15]. In the case-control study conducted by Aşıcı et al., comparing the oral and dental health of 30 individuals with intellectual disabilities and 30 healthy individuals aged between 4 and 18 years, the average DMFT value of individuals with intellectual disabilities in the 12–18 age group was found to be 6.4, which is 3.7 higher than the DMFT value of the control group [16]. Although the DMFT/dmft value in individuals with intellectual disabilities found in our study is similar to some literature, there are differences found in other studies. In our study, there is a statistically significant difference between the types of diseases in terms of DMFT/dmft values ($p < 0.05$). The DMFT/dmft value of individuals with autism and intellectual disabilities is significantly lower than those with Down syndrome. Although there are differences in DMFT/dmft values among the groups, the highest score was found in children with Down syndrome, while the lowest was found in children with autism. Looking at these results, we believe that prioritizing preventive treatments, especially in disabled children, and educating parents and educators about oral and dental health habits are essential.

Children with autism spectrum disorder are at high risk of dental caries because they tend to be selective in their food choices, exhibit food retention behaviors in the mouth, resist tooth brushing, and have difficulty cooperating during dental examinations and treatments. However, it is noted that the evidence regarding the increased risk of dental caries in individuals with autism spectrum disorder has conflicting results [17]. Some studies have shown that the levels of dental caries in children with autism are similar to or lower than those in healthy children [18; 19]. In our study, the DMFT/dmft value found in children with autism, which is 4.89, was higher compared to the examined cross-sectional studies [20–23]. These differences are thought to arise from methodological variations in the studies, socioeconomic status, differences in the amount of support provided to

disabled individuals in different developed countries, the knowledge and approach of dentists, and the control of the diet of children with autism by the family.

In our study, the plaque index (Silness-Löe) was used for the assessment of oral hygiene. The reason for using the plaque index is that it allows for the recording of plaque scores by inspecting the teeth visually without the need for any staining agent. Among the disadvantages of plaque staining agents are the potential to leave a bad taste in the mouth and to cause allergic reactions [24]. In a cross-sectional study conducted by Al-Sufyani et al., 101 children with Down syndrome aged 6–16 years were examined, and the plaque index value was found to be 1.45 ± 0.57 . This finding indicates that children with Down syndrome have poor oral hygiene [25]. The study conducted by Goud et al. found a plaque index of 1.76 ± 0.78 in 100 children with Down syndrome aged 6–16 years [26]. In a study conducted by Shyama et al. in Kuwait, the plaque index value was found to be 1.93 in 112 children with Down syndrome. These findings suggest that children with Down syndrome have poor oral hygiene [27]. There may not be a large number of studies on this topic, but in our study, we found a plaque index value of 1.73, which is similar to the studies conducted by Al-Sufyani et al., Goud et al., and Shyama et al. In our study, it was observed that children with Down syndrome also had poor oral hygiene. Furthermore, these results indicate the need for additional treatment requirements for oral hygiene in children with Down syndrome in our study group.

In a cross-sectional study conducted by Özkul et al. on 105 mentally retarded patients, the oral health and periodontal status of the patients were evaluated, and the plaque index score was found to be 1.71 ± 0.9 [28]. In a study conducted by Al-Maweri et al., where they evaluated the oral health of a total of 401 disabled individuals, including 150 mentally retarded individuals aged 6–14 years, the plaque index value for mentally retarded individuals was found to be 1.41 ± 0.6 [25]. In our study, the plaque index value was found to be 1.39 to determine the oral hygiene of mentally retarded individuals. This result, in line with other literature studies, indicates that individuals diagnosed with mental retardation generally have poor oral hygiene. Our findings show that the plaque index value is lower than the plaque index value of patients with Down syndrome but higher than the plaque index value of patients with autism. Furthermore, the presence of mental retardation in individuals with Down syndrome may suggest that oral hygiene deficiency in these patients may be more severe than in patients with autism.

In our study, the plaque index value of autistic children was found to be 1.2. While this value is quite close to some literature [29–31], it is considerably different from others [31; 32]. We believe that the reason for this difference could be attributed to the cross-sectional nature of our study, the random selection of the samples, and the possible reflection of inadequate dental awareness and access to dental health services among families of autistic children in the region.

Dentofacial anomalies are commonly encountered in individuals with Down syndrome. Class III malocclusions, developmental delays in the midface, mandibular prognathism, and a large, protruding tongue are

among the more common conditions seen in children with Down syndrome [10]. Although the number of individuals with Down syndrome included in the study by Kasımoğlu et al. was small, Class III malocclusion was the most common among them [33]. In a cross-sectional study conducted by Alkawari with 23 children with Down syndrome aged 10–14 years, Class I malocclusion was observed in 36.4%, while Class III malocclusion was observed in 59.1% according to the Angle classification [34]. In our study, however, Class I malocclusion was more frequently observed among individuals with Down syndrome (56.86%). We believe this is due to the small number of individuals with Down syndrome included in our study and the cross-sectional nature of the study. However, despite the small number of individuals with Down syndrome, the rate of Class III malocclusion was found to be higher in individuals with Down syndrome (33.33%) compared to those with MR (7.14%) and Autism (6.61%) in our study. The result we found is consistent with the existing literature findings.

Malocclusion in individuals with mental retardation impedes their social acceptance in terms of aesthetics and also disrupts oral functions such as chewing and swallowing for these individuals. Studies that thoroughly evaluate the orthodontic treatment needs of individuals with mental retardation are needed [35]. In the study conducted by Kasımoğlu et al., it was found that individuals with mental retardation exhibit Class I, Class II, and Class III occlusion relationships, respectively [33]. Similarly, in our study, the most common occlusal relationship observed in individuals with mental retardation was Class I, while the least common was Class III. Literature studies on occlusal relationships in individuals with mental retardation are quite limited, and more research is needed on this topic.

Studies examining malocclusions in autistic children have not yielded definitive results. Many cross-sectional studies have found a high prevalence of Class I occlusion in autistic children [30; 33; 36–38]. In our study, consistent with the existing literature, Class I occlusion was found to be high in autistic children.

Molar incisor hypomineralization (MIH) is a commonly encountered developmental dental problem in chil-

dren worldwide [39]. There is insufficient research available on molar incisor hypomineralization (MIH) in children with special care needs. R.N. Mohamed in a study conducted by et al., the frequency of molar incisor hypomineralization (MIH) and associated factors were investigated in 400 children with special care needs, including 123 with mental retardation, 107 with autism and 70 with Down syndrome. In this study, the children were between 6 and 16 years old, and the prevalence of molar incisor hypomineralization (MIH) was found to be slightly higher in children with special care needs aged 6 to 11 compared to those aged 12 to 16. This finding has led to the assumption that the possibility of masking MIH by carious lesions may be higher among older children. The current result has shown that the prevalence of MIH among children with multiple disabilities is significantly higher than in other children. It has not been possible to compare the current result with previous studies due to the lack of similar studies [40]. In our study, the presence of Molar Incisor Hypomineralization (MIH) was found in only 1.36% of patients with special care needs. This result was not found to be statistically significant.

CONCLUSION

Among the participants in the study, different developmental disorders such as mental retardation, autism, and Down syndrome have significant effects on oral and dental health. It was determined that individuals with autism and mental retardation have lower DMFT/dmft values and plaque indices compared to individuals with Down syndrome. There are significant differences in the frequency of different occlusion types among individuals with Down syndrome, mental retardation, and autism. There was no statistically significant relationship between disease type and MIH. These results indicate that the impact of MIH on the oral and dental health plans for individuals with special care needs is uncertain. However, it is important to consider specific conditions like MIH when evaluating the overall oral and dental health status of an individual. This way, individualized care plans can be developed more effectively.

This study needs to be supported by larger samples and long-term follow-up studies.

REFERENCES

1. Sarı D.M.E., Kalyoncuoğlu D.E., Çankaya D.S. Evaluation of oral and dental health in physically disabled children. *Journal of Atatürk University Faculty of Dentistry*. 2012;2012(1):7–13. (In Turkish)
2. Çokpekin F., Köymen G., Başak F., Akbulut E., Altun C. The evaluation of oral health of children attending the school of handicapped children. *Gülhane Medical Journal*. 2003;45(3):228–232. (In Turkish)
3. Byrappagari D., Jung Y., Chen K. Oral health care for patients with developmental disabilities: A survey of Michigan general dentists. *Spec Care Dentist*. 2018;38(5):281–290. <https://doi.org/10.1111/scd.12303>
4. Leal Rocha L., Vieira de Lima Saintrain M., Pimentel Gomes Fernandes Vieira-Mey A. Access to dental public services by disabled persons. *BMC Oral Health*. 2015;15(1):35. <https://doi.org/10.1186/s12903-015-0022-x>
5. Wilson N.J., Lin Z., Villarosa A., Lewis P., Philip P., Sumar B., George A. Countering the poor oral health of people with intellectual and developmental disability: a scoping literature review. *BMC Public Health*. 2019;19(1):1530. <https://doi.org/10.1186/s12889-019-7863-1>
6. Demiralp S., Sönmez H. General anesthesia application in children with dental problems. *Gazi University Faculty of Dentistry Journal*. 1987;4(1):121–126. (In Turkish)
7. Deps T.D., Angelo G.L., Martins C.C., Paiva S.M., Pordeus I.A., Borges-Oliveira A.C. Association between dental caries and down syndrome: A systematic review and meta-analysis. *PLoS ONE*. 2015;10(6):e0127484. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0127484>
8. Corder J.P., Al Ahbabi F.J.S., Al Dhaheri H.S., Chedid F. Demographics and co-occurring conditions in a clinic-based cohort with Down syndrome in the United Arab Emirates. *Am J Med Genet A*. 2017;173(9):2395–2407. <https://doi.org/10.1002/ajmg.a.38338>
9. Jaber M. Oral health condition and treatment needs of a group of UAE children with down syndrome. *Ibnosina J Med Bio Sci*. 2010;2(2):62–71. <https://doi.org/10.4103/1947-489X.210972>

10. Macho V., Coelho A., Areias C., Macedo P., Andrade D. Craniofacial features and specific oral characteristics of Down syndrome children. *Oral Health Dent Manag.* 2014;13(2):408–411.
11. Ghaith B., Al Halabi M., Khamis A.H., Kowash M. Oral health status among children with Down syndrome in Dubai, United Arab Emirates. *J Int Soc Prev Community Dent.* 2019;9(3):232–239. https://doi.org/10.4103/jispcd.JISPCD_396_18
12. Robertson M.D., Schwendicke F., de Araujo M.P., Radford J.R., Harris J.C., McGregor S., Innes N.P.T. Dental caries experience, care index and restorative index in children with learning disabilities and children without learning disabilities; a systematic review and meta-analysis. *BMC Oral Health.* 2019;19(1):146. <https://doi.org/10.1186/s12903-019-0795-4>
13. Seirawan H., Schneiderman J., Greene V., Mulligan R. Interdisciplinary approach to oral health for persons with developmental disabilities. *Spec Care Dentist.* 2008;28(2):43–52. <https://doi.org/10.1111/j.1754-4505.2008.00010.x>
14. Chiurazzi P., Pirozzi F. Advances in understanding – genetic basis of intellectual disability. *F1000Research.* 2016;5:599. <https://doi.org/10.12688/f1000research.7134.1>
15. Makkar A., Indushekar K.R., Saraf B.G., Sardana D., Sheoran N. A cross sectional study to evaluate the oral health status of children with intellectual disabilities in the National Capital Region of India (Delhi-NCR). *J Intellect Disabil Res.* 2019;63(1):31–39. <https://doi.org/10.1111/jir.12553>
16. Aşıcı N., Doğan C., Odabaş M.E., Alaçam A. Dental erosion and DMFT evaluation in mentally handicapped children-pilot study. *Journal of Gazi University Faculty of Dentistry.* 2003;20(2):15–20. (In Turkish)
17. Altun C., Guven G., Akgun O.M., Akkurt M.D., Basak F., Akbulut E. Oral health status of disabled individuals attending special schools. *Eur J Dent.* 2010;4(4):361–366.
18. Du R.Y., Yiu C.K.Y., King N.M., Wong V.C.N., McGrath C.P.J. Oral health among preschool children with autism spectrum disorders: A case-control study. *Autism.* 2015;19(6):746–751. <https://doi.org/10.1177/1362361314553439>
19. Fakroon S., Arheiam A., Omar S. Dental caries experience and periodontal treatment needs of children with autistic spectrum disorder. *Eur Arch Paediatr Dent.* 2015;16(2):205–209. <https://doi.org/10.1007/s40368-014-0156-6>
20. Kuter B., Guler N. Caries experience, oral disorders, oral hygiene practices and socio-demographic characteristics of autistic children. *Eur J Paediatr Dent.* 2019;20(3):237–241. <https://doi.org/10.23804/ejpd.2019.20.03.13>
21. Naidoo M., Singh S. The Oral health status of children with autism Spectrum disorder in KwaZulu-Nata, South Africa. *BMC Oral Health.* 2018;18(1):165. <https://doi.org/10.1186/s12903-018-0632-1>
22. Richa Y.R., Puranik M.P. Oral health status and parental perception of child oral health related quality-of-life of children with autism in Bangalore, India. *J Indian Soc Pedod Prev Dent.* 2014;32(2):135–139. <https://doi.org/10.4103/0970-4388.130967>
23. El Khatib A.A., El Tekeya M.M., El Tantawi M.A., Omar T. Oral health status and behaviours of children with Autism Spectrum Disorder: A case-control study. *Int J Paediatr Dent.* 2014;24(4):314–323. <https://doi.org/10.1111/ipd.12067>
24. Pretty I.A., Edgar W.M., Smith P.W., Higham S.M. Quantification of dental plaque in the research environment. *J Dent.* 2005;33(3):193–207. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2004.10.017>
25. Al-Sufyani G.A., Al-Maweri S., Al-Ghashm A.A., Al-Soneidar W.A. Oral hygiene and gingival health status of children with Down syndrome in Yemen: A cross-sectional study. *J Int Soc Prev Community Dent.* 2014;4(2):82–86. <https://doi.org/10.4103/2231-0762.139429>
26. Goud E.V.S.S., Gulati S., Agrawal A., Pani P., Nishant K., Pattnaik S.J., Gupta S. Implications of Down's syndrome on oral health status in patients: A prevalence-based study. *J Family Med Prim Care.* 2021;10(11):4247–4252. https://doi.org/10.4103/jfmpc.jfmpc_885_21
27. Shyama M, Al-Mutawa S.A., Honkala S., Honkala E. Supervised toothbrushing and oral health education program in Kuwait for children and young adults with Down syndrome. *Spec Care Dentist.* 2003;23(3):94–99. <https://doi.org/10.1111/j.1754-4505.2003.tb01668.x>
28. Ozgul O., Dursun E., Ozgul B.M., Kartal Y., Coskunes F.M., Kocyigit I.D., Tözüm T.F. The impact of handicap severity on oral and periodontal status of patients with mental retardation. *J Contemp Dent Pract.* 2014;15(2):218–222. <https://doi.org/10.5005/jp-journals-10024-1518>
29. Al-Maweri S., Halboub E.S., Al-Soneidar W.A., Al-Sufyani G.A. Oral lesions and dental status of autistic children in Yemen: A case-control study. *J Int Soc Prev Community Dent.* 2014;4(Suppl 3):S199–S203. <https://doi.org/10.4103/2231-0762.149040>
30. Bagattoni S., Lardani L., D'Alessandro G., Piana G. Oral health status of Italian children with Autism Spectrum Disorder. *Eur J Paediatr Dent.* 2021;22(3):243–247. <https://doi.org/10.23804/ejpd.2021.22.03.12>
31. Diab H.M., Motlaq S.S., Alsharare A., Alshammery A., Alshammery N., Khawja S.G., Shah A.H. Comparison of gingival health and salivary parameters among autistic and non-autistic school children in Riyadh. *J Clin Diagn Res.* 2016;10(10):ZC110–ZC113. <https://doi.org/10.7860/JCDR/2016/23373.8692>
32. Carli E., Pasini M., Pardossi F., Capotosti I., Narzisi A., Lardani L. Oral health preventive program in patients with autism spectrum disorder. *Children.* 2022;9(4):535. <https://doi.org/10.3390/children9040535>
33. Kasımoğlu Y., Akay C., Çaynak Ö., Aytepe Z., Koruyucu M. Evaluation of oral-dental findings in individuals with special care needs. *Journal of Düzce Institute of Health Sciences.* (In Turkish) 2020;10(3):331–337. <https://doi.org/10.33631/duzcesbed.678638>
34. Alkawari H. Down syndrome children, malocclusion characteristics and the need for orthodontic treatment needs (IOTN): A cross-sectional study. *Children.* 2021;8(10):888. <https://doi.org/10.3390/children8100888>
35. Rao D., Hegde S., Naik S., Shetty P. Malocclusion in individuals with mental subnormality – a review. *Oral Health Dent Manag.* 2014;13(3):786–791.
36. Farmani S., Ajami S., Babanouri N. Prevalence of malocclusion and occlusal traits in children with autism spectrum disorders. *Clin Cosmet Investig Dent.* 2020;12:343–349. <https://doi.org/10.2147/CCIDE.S262679>
37. Leiva-García B., Planells E., Planells del Pozo P., Molina-López J. Association between feeding problems and oral health status in children with autism spectrum disorder. *J Autism Dev Disord.* 2019;49(12):4997–5008. <https://doi.org/10.1007/s10803-019-04211-w>
38. Onol S., Kırzioğlu Z. Evaluation of oral health status and influential factors in children with autism. *Niger J Clin*

- Pract.* 2018;21(4):429–435. https://doi.org/10.4103/njcp.njcp_41_17
39. Silva M.J., Scurrah K.J., Craig J.M., Manton D.J., Kilpatrick N. Etiology of molar incisor hypomineralization – A systematic review. *Community Dent Oral Epidemiol.* 2016;44(4):342–353. <https://doi.org/10.1111/cdoe.12229>
40. Mohamed R.N., Basha S., Al-Thomali Y., Al Zahrani F.S., Ashour A.A., Al Shamrani A.S., Almutair N.E. Frequency of molar incisor hypomineralization and associated factors among children with special health care needs. *Ann Saudi Med.* 2021;41(4):238–245. <https://doi.org/10.5144/0256-4947.2021.238>

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

İsmet Rezani Toptancı – Assistant Professor, Dr. Sci. (Med.), Faculty of Dentistry, Department of Pediatric Dentistry, Dicle University, Sur Diyarbakir, 21280, Turkey, <https://orcid.org/0000-0003-2298-9617>

Büşra Tekin – Assistant, Medical Sciences Candidate, Dicle University Faculty of Dentistry, Department of Pediatric Dentistry, Sur Diyarbakir, 21280, Turkey, <https://orcid.org/0009-0006-5619-1987>

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Исмет Резани Топтанчи – д.м.н., ассистент профессор, стоматологический факультет, кафедра детской стоматологии, Университет Дидже, 21280, Турция, г. Диярбакыр; <https://orcid.org/0000-0003-2298-9617>

Бюшра Текин – к.м.н., ассистент, стоматологический факультет, кафедра детской стоматологии, Университета Дидже, 21280, Турция, г. Диярбакыр; <https://orcid.org/0009-0006-5619-1987>

AUTHOR'S CONTRIBUTION

İsmet Rezani Toptancı – research concept and design, collection and/or assembly of data, critical revision of the article, final approval of the article.

Büşra Tekin – research concept and design, data analysis and interpretation, collection and/or assembly of data, writing the article, critical revision of the article, final approval of the article.

ВКЛАД АВТОРОВ

Исмет Резани Топтанчи – концепция и дизайн исследования, сбор и/или обработка данных, критическое рецензирование статьи, окончательное утверждение статьи.

Бюшра Текин – концепция и дизайн исследования, анализ и интерпретация данных, сбор и/или обработка данных, написание статьи, критическое рецензирование статьи, окончательное утверждение статьи.

“Стань врачом международного уровня!”



Лечебное дело

Стоматология

Фармация

Сестринское дело

Менеджмент в
здравоохранении

Биология
(Биомедицина)

Специалитет

Бакалавриат

Магистратура

Ординатура

Аспирантура

Более
9000
обучающихся

47
кафедр

Более
1100
преподавателей

20
иностраннх
вузов-партнеров

2400
кв.м. центра
симуляционного обучения

Представители
138
стран

Более
160
баз практик



ENAMEL^{plus} HRi[®] BIO FUNCTION

гарантирует
оптимальный баланс,
гармонию организма



БИОСОВМЕСТИМОСТЬ

- + UDMA, TCDDMDMA мономеры
- + Нет bis Gma - нет бисфенол-А
- + Без выделения токсичных веществ
- + Агломерированные наночастицы
- + Отсутствие свободных наночастиц
- + Без проникновения в мембрану клетки

ЕСТЕСТВЕННАЯ СТИРАЕМОСТЬ

ИСКЛЮЧИТЕЛЬНЫЕ МЕХАНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

ВЫСОКАЯ РЕНТГЕНОКОНТРАСТНОСТЬ

ИДЕАЛЬНАЯ ПОЛИРУЕМОСТЬ

Доступная гениальность