

МЕЖДУНАРОДНЫЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

СТОМАТОЛОГИЯ

ЭСТЕТИКА ИННОВАЦИИ

2025, том 9, № 3

Dentistry Aesthetic Innovations

International Scientific Journal

2025 Volume 9 Number 3



Рорайма – одна из самых известных столовых гор (тепуи) Южной Америки. Площадь ее вершины составляет примерно 34 км². Впервые была описана знаменитым фаворитом королевы Елизаветы I сэром Уолтером Рэли в 1596 г. На Рорайме обитают многие эндемичные для тепуи растения, а над горой постоянно нависает большое лентикулярное облако – также весьма редкое природное явление. Именно отчеты экспедиций в район горы вдохновили Артура Конан Дойла взяться за написание романа «Затерянный мир».

ISSN 2522-4670 (print)



9 772522 467005



ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ
ИЗДАНИЯ

СТОМАТОЛОГИЯ ЭСТЕТИКА ИННОВАЦИИ

International Scientific Journal

DENTISTRY AESTHETICS INNOVATIONS

STOMATOLOGIYA ESTETIKA INNOVATSII

dentis.recipe.by

2025, том 9, № 3

2025 Volume 9 Number 3

Основан в 2017 г.

Founded in 2017

Беларусь

Журнал зарегистрирован

Министерством информации Республики Беларусь
Регистрационное свидетельство № 1871 от 05.05.2017 г.

Учредители:

УП «Профессиональные издания»
Белорусское республиканское общественное объединение
специалистов стоматологии

Редакция:

Директор Л.А. Евтушенко

Выпускающий редактор Ю.В. Дроздов

Руководитель службы рекламы и маркетинга М.А. Коваль

Технический редактор С.В. Каулькин

Адрес:

220040, Республика Беларусь, г. Минск,
ул. Богдановича, 112, пом. 1Н, офис 35
Тел.: +375 17 322-16-59, 322-16-76
e-mail: dentis@recipe.by

Подписка

В каталоге РУП «Белпочта» (Беларусь): индивидуальный индекс – 75051; ведомственный индекс – 750512
В электронных каталогах на сайтах агентств:
ООО «Прессинформ», ООО «Криэтив Сервис Бэнд»,
ООО «Екатеринбург-ОПТ», ООО «Глобалпресс»

Электронная версия журнала доступна на сайтах venera.recipe.by,
в Научной электронной библиотеке dentis.ru, в базе данных
East View, в электронной библиотечной системе IPRbooks

По вопросам приобретения журнала обращайтесь в редакцию

Журнал выходит 1 раз в 3 месяца

Цена свободная

Подписано в печать: 30.09.2025

Формат 70x100 1/16 (165x240 mm)

Печать офсетная

Тираж 1000 экз.

Заказ №

Отпечатано в типографии

Производственное дочернее унитарное предприятие

«Типография Федерации профсоюзов Беларуси».

Свидетельство о государственной регистрации издателя,

изготовителя, распространителя печатных изданий

№2/18 от 26.11.2013.

пл. Свободы, 23-94, г. Минск. ЛП №38200000006490 от 12.08.2013.

© «Стоматология Эстетика Инновации»

Авторские права защищены. Любое воспроизведение материалов
издания возможно только с письменного разрешения редакции
с обязательной ссылкой на источник.

© УП «Профессиональные издания», 2025

© Оформление и дизайн УП «Профессиональные издания», 2025

The journal is registered

in the Ministry of information of the Republic of Belarus
Registration certificate № 1871 from May 05, 2017

Founders:

UE "Professional Editions";

The Public Association of Belorussian Stomatologists

Editorial office:

Director Evtushenko L.

Commissioning editor Drozdov Yu.

Head of advertising and marketing Koval M.

Technical editor Kaulkin S.

Address:

112 Bogdanovicha st., room 1N, office 3, Minsk,
220040, Republic of Belarus
Phones: +375 17 322-16-59, 322-16-76
e-mail: dentis@recipe.by

Subscription

In the catalogue of the Republican Unitary Enterprise "Belposhta":
individual index – 75051; departmental index – 750512

In the electronic catalogs on web-sites of agencies: LLC "Pressinform",
LLC "Kriativ Servis Bend", LLC "Ekaterinburg-OPT", LLC "Globalpress"

The electronic version of the journal is available on dentis.recipe.by,
on the Scientific electronic library elibrary.ru, in the East View database,
in the electronic library system IPRbooks

Concerning acquisition of the journal address to the editorial office

The frequency of the journal is 1 time in 3 months

The price is not fixed

Sent for the press 30.09.2025

Format 70x100 1/16 (165x240 mm)

Litho

Circulation is 1000 copies

Order №

Printed in printing house

© "Dentistry Aesthetics Innovations"

Copyright is protected. Any reproduction of materials of the edition
is possible only with an obligatory reference to the source.

© UE "Professional Editions", 2025

© Design and decor of UE "Professional Editions", 2025

Беларусь

Главный редактор

Рубникович Сергей Петрович, д.м.н., проф., член-корреспондент Национальной академии наук Беларуси, ректор, Белорусский государственный медицинский университет (Минск)

Редакционный совет:

Андреева В.А., к.м.н., доц., Белорусский государственный медицинский университет (Минск)
Артюшкевич А.С., д.м.н., проф., Институт повышения квалификации и переподготовки кадров здравоохранения УО «Белорусский государственный медицинский университет» (Минск)
Грищенко А.С., к.м.н., доц., Институт повышения квалификации и переподготовки кадров здравоохранения УО «Белорусский государственный медицинский университет» (Минск)
Гулько И.И., д.м.н., проф., Белорусский государственный медицинский университет (Минск)
Дедова Л.Н., д.м.н., проф., Белорусский государственный медицинский университет (Минск)
Денисова Ю.Л., д.м.н., проф., Белорусский государственный медицинский университет (Минск)
Карпук И.Ю., д.м.н., проф., Витебский государственный медицинский ордена Дружбы народов университет (Витебск)
Крушинина Т.В., к.м.н., доц., Белорусский государственный медицинский университет (Минск)
Ластовка А.С., д.м.н., проф., Белорусский государственный медицинский университет (Минск)
Новак Н.В., д.м.н., доц., Институт повышения квалификации и переподготовки кадров здравоохранения УО «Белорусский государственный медицинский университет» (Минск)
Попруженко Т.В., д.м.н., проф., Белорусский государственный медицинский университет (Минск)
Походенко-Чудакова И.О., д.м.н., проф., Белорусский государственный медицинский университет (Минск)
Шевела Т.Л., д.м.н., проф., Белорусский государственный медицинский университет (Минск)

Россия

Главный редактор

Сирак Сергей Владимирович, д.м.н., проф., Ставропольский государственный медицинский университет (Ставрополь)

Редакционная коллегия:

Аверьянов С.В., д.м.н., проф., Башкирский государственный медицинский университет (Уфа)
Адамчик А.А., д.м.н., доц., Кубанский государственный медицинский университет (Краснодар)
Арутюнов А.В., д.м.н., доц., Кубанский государственный медицинский университет (Краснодар)
Быков И.М., д.м.н., проф., Кубанский государственный медицинский университет (Краснодар)
Гайворонская Т.В., д.м.н., проф., Кубанский государственный медицинский университет (Краснодар)
Давыдов А.Б., д.м.н., проф., Тверской государственный медицинский университет (Тверь)
Иванов С.Ю., д.м.н., проф., Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова (Москва)
Кононенко В.И., д.м.н., проф., Ростовский государственный медицинский университет (Ростов-на-Дону)
Михальченко Д.В., д.м.н., проф., Волгоградский государственный медицинский университет (Волгоград)
Слетов А.А., д.м.н., проф., Пятигорский медико-фармацевтический институт (Пятигорск)
Степанов А.Г., д.м.н., проф., Российский университет дружбы народов (Москва)

Азербайджан

Главный редактор

Назим Адиль оглу Панахов, д.м.н., проф., Заслуженный врач Азербайджанской Республики, главный стоматолог МЗ, проректор по учебной работе Азербайджанского медицинского университета, заведующий кафедрой ортопедической стоматологии Азербайджанского медицинского университета (Баку)

Редакционный совет:

Агазаде А.Р., д.м.н., проф., Азербайджанский государственный институт усовершенствования врачей им. А. Алиева (Баку)
Алиева Р.Г., д.м.н., проф., Азербайджанский медицинский университет (Баку)
Ахмедов Э.Т., д.м.н., доц., Азербайджанский медицинский университет (Баку)
Джафаров Р.М., к.м.н., доц., Нахичеванский государственный университет (Нахичевань)
Гасанов В.М., к.м.н., доц., Азербайджанский медицинский университет (Баку)
Гусейнли Р.А., к.м.н., доц., Азербайджанский медицинский университет (Баку)
Мамедов Р.М., д.м.н., проф., Азербайджанский медицинский университет (Баку)
Пашаев А.Ч., д.м.н., проф., Азербайджанский медицинский университет (Баку)
Рагимов Ч.Р., д.м.н., проф., Азербайджанский медицинский университет (Баку)
Шадлинская Р.В., д.м.н., проф., Азербайджанский медицинский университет (Баку)

Молдова

Главный редактор

Соломон Олег Валентинович, профессор, д.м.н., декан стоматологического факультета, Государственный медицинский и фармацевтический университет им. Н. Тестемицану (Кишинев)

Редакционная коллегия:

Келе Н., д.м.н., проф., Государственный медицинский и фармацевтический университет им. Н. Тестемицану (Кишинев)
Мостовой А., д.м.н., доц., Государственный медицинский и фармацевтический университет им. Н. Тестемицану (Кишинев)
Раилеан С., д.м.н., проф., Государственный медицинский и фармацевтический университет им. Н. Тестемицану (Кишинев)
Спинеи А., д.м.н., проф., Государственный медицинский и фармацевтический университет им. Н. Тестемицану (Кишинев)
Топало В., д.м.н., проф., Государственный медицинский и фармацевтический университет им. Н. Тестемицану (Кишинев)
Трифан В., д.м.н., проф., Государственный медицинский и фармацевтический университет им. Н. Тестемицану (Кишинев)
Ункуца Д., д.м.н., проф., Государственный медицинский и фармацевтический университет им. Н. Тестемицану (Кишинев)
Фала В., д.м.н., проф., стоматологическая клиника «Fala-Dental» (Кишинев)
Чиобану С., д.м.н., проф., Государственный медицинский и фармацевтический университет им. Н. Тестемицану (Кишинев)

Узбекистан

Главный редактор

Ризаев Жасур Алимджанович, проф., д.м.н., ректор Самаркандского государственного медицинского университета (Самарканд)

Редакционная коллегия:

Дусмухамедов Д.М., д.м.н., проф., Ташкентский государственный стоматологический институт (Ташкент)
Кубаев А.С., д.м.н., проф., Самаркандский государственный медицинский университет (Самарканд)
Назарова Н.Ш., д.м.н., проф., Самаркандский государственный медицинский университет (Самарканд)
Ризаев Э.А., д.м.н., проф., Ташкентский государственный стоматологический институт (Ташкент)
Хазратов А.И., к.м.н., доц., Самаркандский государственный медицинский университет (Самарканд)
Хасанова Л.Э., д.м.н., проф., Самаркандский государственный медицинский университет (Самарканд)
Юлдашев А.А., д.м.н., проф., Ташкентский государственный стоматологический институт (Ташкент)

Рецензируемое издание

Журнал входит в перечень научных изданий, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией Республики Беларусь для опубликования результатов диссертационных исследований.

Журнал включен в базы данных Ulrich's Periodicals Directory, EBSCO, РИНЦ, CNKI.

Ответственность за точность приведенных фактов, цитат, собственных имен и прочих сведений, а также за разглашение закрытой информации несут авторы.

Редакция может публиковать статьи в порядке обсуждения, не разделяя точку зрения автора.

Ответственность за содержание рекламных материалов и публикаций с пометкой «На правах рекламы» несут рекламодатели.

2025, том 9, № 3

2025 Volume 9 Number 3

Основан в 2017 г.

Founded in 2017

Россия

Журнал зарегистрирован

Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор)
Реестровая запись ПИ № ФС77-86184 от 19 октября 2023 г.

Учредитель и издатель

ООО «Вилин – Профессиональные издания»

Редакция:

Директор А.В. Сакмаров

Главный редактор С.В. Сирак

Адрес редакции и издателя:

214522, Смоленская обл., Смоленский р-н,
с.п. Катинское, п. Авторемзавод, д. 1А, пом. 413
Тел.: +7 4812 51-59-23
e-mail: dentis@recipe.by

Подписка

В электронных каталогах на сайтах агентств: ООО «Прессинформ»,
ООО «Криэтив Сервис Бэнд», ООО «Екатеринбург-ОПТ»,
ООО «Глобалпресс»

Электронная версия журнала доступна на сайте dentis.recipe-russia.ru,
в Научной электронной библиотеке elibrary.ru, в базе данных
East View, в электронной библиотечной системе IPRbooks

Подписано в печать: 30.09.2025

Дата выхода в свет: 08.10.2025

Формат 70х100 1/16 (165х240 мм)

Печать офсетная

Тираж 3000 экз.

Заказ №

16+

Отпечатано в типографии

Производственное дочернее предприятие
«Типография Федерации профсоюзов Беларуси».
Свидетельство о государственной регистрации издателя,
изготовителя, распространителя печатных изданий
№2/18 от 26.11.2013.
пл. Свободы, 23-94, г. Минск. ЛП №3820000006490 от 12.08.2013.

Журнал выходит 1 раз в 3 месяца

Цена свободная

© «Стоматология Эстетика Инновации»

Авторские права защищены.

Любое воспроизведение материалов издания возможно только
с обязательной ссылкой на источник.

© ООО «Вилин – Профессиональные издания», 2025

Russia

The journal is registered by the Federal Service for Supervision
of Communications, Information Technology, and Mass Media
(Roskomnadzor) October 19, 2023
Registry entry ПИ № ФС77-86184

Founder and Publisher

LLC "Vilin – Professional Editions"

Editorial office:

Director A. Sakmarov

Editor-in-Chief S. Sirak

Editorial and publisher address:

214522, Smolensk region, Smolensk district,
rural settlement Katynskoye, Avtozemzavod village, 1A, office 413
phone: +7 4812 51-59-23
e-mail: dentis@recipe.by

Subscription

In the electronic catalogs on web-sites of agencies:
LLC "Pressinform", LLC "Kriativ Servis Bend", LLC "Ekaterinburg-OPT",
LLC "Globalpress"

The electronic version of the journal is available on dentis.recipe-russia.ru,
on the Scientific electronic library elibrary.ru, in the East View
database, in the electronic library system IPRbooks

Sent for the press: 30.09.2025

Release date: 08.10.2025

Format 70х100 1/16 (165х240 mm)

Litho

Circulation is 3000 copies

Order №

16+

Printed in printing house

The frequency of the journal is 1 time in 3 months

The price is not fixed

© "Dentistry Aesthetics Innovations"

Copyright is protected. Any reproduction of materials of the edition
is possible only with an obligatory reference to the source.

© LLC Vilin – Professional Editions, 2025

Belarus

Editor-in-chief

Sergey P. Rubnikovich, Doctor of Medical Sciences, Professor, Corresponding member of the National Academy of Sciences of Belarus, Rector, Belarusian State Medical University (Minsk)

Editorial council:

Vasilina A. Andreeva, Candidate of Medical Sciences, Associate Professor, Belarusian State Medical University (Minsk)
Alexander S. Artyushkevich, Doctor of Medical Sciences, Institute for Advanced Training and Retraining of Healthcare Personnel, Belarusian State Medical University (Minsk)
Lyudmila N. Dedova, Doctor of Medical Sciences, Professor, Belarusian State Medical University (Minsk)
Yulia L. Denisova, Doctor of Medical Sciences, Professor, Belarusian State Medical University (Minsk)
Arseniy S. Grishchenkov, Candidate of Medical Sciences, Associate Professor, Institute for Advanced Training and Retraining of Healthcare Personnel, Belarusian State Medical University (Minsk)
Ivan I. Gunko, Doctor of Medical Sciences, Professor, Belarusian State Medical University (Minsk)
Ivan Y. Karpuk, Doctor of Medical Sciences, Professor, Vitebsk State Order of Peoples' Friendship Medical University (Vitebsk)
Tatyana V. Krushinina, Candidate of Medical Sciences, Associate Professor, Belarusian State Medical University (Minsk)
Alexander S. Lastovka, Doctor of Medical Sciences, Professor, Belarusian State Medical University (Minsk)
Natalia V. Novak, Doctor of Medical Sciences, Associate Professor, Institute for Advanced Training and Retraining of Healthcare Personnel, Belarusian State Medical University (Minsk)
Irina O. Pokhodenko-Chudakova, Doctor of Medical Sciences, Professor, Belarusian State Medical University (Minsk)
Tatiana V. Popruzhenko, Doctor of Medical Sciences, Professor, Belarusian State Medical University (Minsk)
Tatyana L. Shevela, Doctor of Medical Sciences, Professor, Belarusian State Medical University (Minsk)

Russia

Editor-In-Chief

Sergei V. Sirak, Doctor of Medical Sciences, Professor, Stavropol State Medical University (Stavropol)

Editorial Board:

Sergei V. Averyanov, Doctor of Medical Sciences, Professor, Bashkir State Medical University (Ufa)
Anatoly A. Adamchik, Doctor of Medical Sciences, Associate Professor, Kuban State Medical University (Krasnodar)
Armenak V. Arutyunov, Doctor of Medical Sciences, Associate Professor, Kuban State Medical University (Krasnodar)
Iliia M. Bykov, Doctor of Medical Sciences, Professor, Kuban State Medical University (Krasnodar)
Tatyana V. Gayvoronskaya, Doctor of Medical Sciences, Professor, Kuban State Medical University (Krasnodar)
Alexey B. Davydov, Doctor of Medical Sciences, Associate Professor, Tver State Medical University (Tver)
Sergey U. Ivanov, Doctor of Medical Sciences, Associate Professor, Sechenov First Moscow State Medical University (Moscow)
Vladimir I. Kononenko, Doctor of Medical Sciences, Associate Professor, Rostov State Medical University (Rostov-on-Don)
Dmitriy V. Michalchenko, Doctor of Medical Sciences, Associate Professor, Volgograd State Medical University (Volgograd)
Aleksandr A. Sletov, Doctor of Medical Sciences, Associate Professor, Pyatigorsk Medical and Pharmaceutical Institute (Pyatigorsk)
Aleksandr G. Stepanov, Doctor of Medical Sciences, Associate Professor, Peoples' Friendship University of Russia (Moscow)

Azerbaijan

Editor-In-Chief

Nazim A. Panahov, Professor, Doctor of Medical Sciences, Honored Doctor of the Republic of Azerbaijan, Chief Dentist of the Ministry of Health, Vice-Rector for Academic Affairs of the Azerbaijan Medical University, Head of the Prosthodontics Department of Azerbaijan Medical University (Baku)

Editorial Board:

Afet R. Aghazade, Doctor of Medical Sciences, Professor, Azerbaijan State Institute for the Improvement of Doctors named after A. Aliyeva (Baku)
Rəna G. Aliyeva, Doctor of Medical Sciences, Professor, Azerbaijan Medical University (Baku)
Elçin T. Ahmadov, Doctor of Medical Sciences, Professor, Azerbaijan Medical University (Baku)
Gasanov V., PhD, Associate Professor, Azerbaijan Medical University (Baku)
Guseynli R., PhD, Associate Professor, Azerbaijan Medical University (Baku)
Rauf M. Jafarov, Candidate of Medical Sciences, Associate Professor, Nakhchivan State University (Nakhchivan)
Rizvan M. Mammadov, Doctor of Medical Sciences, Professor, Azerbaijan Medical University (Baku)
Ağa C. Pashayev, Doctor of Medical Sciences, Professor, Azerbaijan Medical University (Baku)
Çingiz R. Rahimov, Doctor of Medical Sciences, Professor, Azerbaijan Medical University (Baku)
Ramida V. Shadlinskaya, Doctor of Medical Sciences, Associate Professor, Azerbaijan Medical University (Baku)

Moldova

Editor-In-Chief

Oleg V. Solomon, Professor, Doctor of Medical Sciences, Dean of the Faculty of Dentistry of the Chisinau, Nicolae Testemițanu State University of Medicine and Pharmacy (Chisinau)

Editorial Board:

Sergey Ciobanu, Doctor of Medical Sciences, Professor, Nicolae Testemițanu State University of Medicine and Pharmacy (Chisinau)

Valery Fila, Doctor of Medical Sciences, Professor, Dental Clinic "Fala-Dental" (Chisinau)

Nikolay Kele, Doctor of Medical Sciences, Professor, Nicolae Testemițanu State University of Medicine and Pharmacy (Chisinau)

Andrei Mostovei, Doctor of Medical Sciences, Associate Professor, Nicolae Testemițanu State University of Medicine and Pharmacy (Chisinau)

Silvia Railean, Doctor of Medical Sciences, Professor, Nicolae Testemițanu State University of Medicine and Pharmacy (Chisinau)

Aurelia Spinei, Doctor of Medical Sciences, Professor, Nicolae Testemițanu State University of Medicine and Pharmacy (Chisinau)

Valentin Topalo, Doctor of Medical Sciences, Professor Nicolae Testemițanu State University of Medicine and Pharmacy (Chisinau)

Valentina Trifan, Doctor of Medical Sciences, Professor, Nicolae Testemițanu State University of Medicine and Pharmacy (Chisinau)

Diana Uncutsa, Doctor of Medical Sciences, Professor, Nicolae Testemițanu State University of Medicine and Pharmacy (Chisinau)

Uzbekistan

Editor-In-Chief

Jasur A. Rizaev, Professor, Doctor of Medical Sciences, Rector of Samarkand State Medical University (Samarkand)

Editorial Board:

Dilshod M. Dustmukhamedov, Doctor of Medical Sciences, Professor, Tashkent State Dental Institute (Tashkent)

Lola E. Khasanova, Doctor of Medical Sciences, Professor, Samarkand State Medical University (Samarkand)

Alisher I. Khazratov, Doctor of Medical Sciences, Associate Professor, Samarkand State Medical University (Samarkand)

Aziz S. Kubaev, Doctor of Medical Sciences, Professor, Samarkand State Medical University (Samarkand)

Nodira S. Nazarova, Doctor of Medical Sciences, Professor, Samarkand State Medical University (Samarkand)

Elyor A. Rizaev, Doctor of Medical Sciences, Professor, Tashkent State Dental Institute (Tashkent)

Abduazim A. Yuldashev, Doctor of Medical Sciences, Professor, Tashkent State Dental Institute (Tashkent)

Peer-reviewed edition

The journal is included into a List of scientific publications of the Republic of Belarus for the publication of the results of the dissertation research.

The magazine is included in the databases Ulrich's Periodicals Directory, EBSCO, RSCI, CNKI.

Responsibility for the accuracy of the given facts, quotes, own names and other data, and also for disclosure of the classified information authors bear.

Editorial staff can publish articles as discussion, without sharing the point of view of the author.

Responsibility for the content of advertising materials and publications with the mark "On the Rights of Advertising" are advertisers.

Экспериментальные исследования

Рубникович С.П., Прялкин С.В., Бусько В.Н.
Экспериментальное исследование
прочностных характеристик
цементно-винтовой фиксации
ортопедических конструкций
к дентальным имплантатам
с плоскостным и коническим типом
соединения233

Оригинальные исследования

*Флерьянович М.С.,
Походенько-Чудакова И.О.*
Сравнительная оценка
гормонального статуса пациентов
с фурункулами челюстно-лицевой
области и практически здоровых лиц ...248

Чебан В., Чебан М.
Влияние съемных частичных зубных
протезов на ткани пародонта
и психологическое состояние
пациентов255

Карпук Н.А., Самсонова И.В.
Экспрессия маркеров Ki-67, p53,
PCNA при лейкоплакии
и плоскоклеточном раке слизистой
оболочки рта265

Тимчук Я.И., Титкова В.В.
Оценка эффективности
модернизированного подхода
к лечению элайнерами
с использованием 3D-мониторинга
и референсных значений278

Бузук А.А., Кивачук М.А.
Инновационный консультативный
прием врача-стоматолога на основе
3D-рентгендиагностики
и искусственного интеллекта288

Карпук Н.А.
Эффективность использования
цитощетки стоматологической для
выявления интраэпителиальных
поражений методом диагностики
предопухолевых заболеваний
слизистой оболочки рта294

Эстетическая стоматология

Луцкая И.К., Лопатин О.А.
Эстетическое реставрирование зуба
при некариозном дефекте
в пришеечной области:
клинический случай308

Новак Н.В.
Лечение зубов со стираемостью314

Луцкая И.К.
Эстетическое реставрирование
премоляров светоотверждаемыми
композиционными материалами323

Experimental Research

Rubnikovich S., Pryalkin S., Busco V.
Experimental Study of the Strength
Characteristics of Cement-Screw
Fixation of Orthopedic Structures
to Dental Implants with Planar
and Conical Type of Connection234

Original Research

*Fleryanovich M.,
Pohodenko-Chudakova I.*
Comparative Assessment of Hormonal
Status of Patients with Maxillofacial
Boils and Practically
Healthy Individuals249

Ceban V., Ceban M.
The Impact of Removable Partial
Dentures on Periodontal Tissues
and the Psychological State
of Patients255

Karpuk N., Samsonova I.
Expression of Ki-67, p53, and PCNA
Markers in Leukoplakia and Squamous
Cell Carcinoma of the Oral Mucosa266

Timchuk Ya., Titkova V.
Evaluation of the Effectiveness
of a Modernized Approach
to Aligner Treatment Using
3D-Monitoring and Reference Values279

Buzuk A., Kivachuk M.
Innovative Dental Consultation
Based on 3D X-Ray Diagnostics
and Artificial Intelligence289

Karpuk N.
The Effectiveness of Using a Dental
Cytoscreener to Detect Intraepithelial
Lesions by Diagnosing Precancerous
Conditions of the Oral Mucosa295

Aesthetic Dentistry

Lutsкая I., Lopatin O.
Aesthetic Restoration of the Tooth
with Non-carious Cervical Lesion:
Clinical Case307

Novak N.
Treatment of Teeth with Erasure315

Lutsкая I.
Aesthetic Restoration of the Premolar
Light-Curing Composite Materials323



<https://doi.org/10.34883/PI.2025.9.3.001>
УДК 616.314-089.843-77:539.4



Рубникович С.П.¹✉, Прялкин С.В.¹, Бусько В.Н.²

¹ Белорусский государственный медицинский университет, Минск, Беларусь

² Институт прикладной физики Национальной академии наук Беларуси, Минск, Беларусь

Экспериментальное исследование прочностных характеристик цементно-винтовой фиксации ортопедических конструкций к дентальным имплантатам с плоскостным и коническим типом соединения

Конфликт интересов: не заявлен.

Вклад авторов: Рубникович С.П. – научное руководство, рецензирование, консультативная аналитическая поддержка; Прялкин С.В. – концепция и дизайн исследования, сбор и обработка данных, написание текста; Бусько В.Н. – обеспечение проведения экспериментального исследования.

Подана: 16.09.2025

Принята: 22.09.2025

Контакты: rubnikovichs@mail.ru

Резюме

Введение. В публикации приведены результаты исследования прочностных характеристик цементно-винтовой фиксации абатментов и дентальных имплантатов с плоскостным и коническим типом соединения в условиях эксперимента.

Цель. Разработать экспериментальную модель в системе «зубной протез – дентальный имплантат» и провести оценку прочностных характеристик цементно-винтовой фиксации абатментов к дентальным имплантатам с плоскостным и коническим типом соединения в экспериментальных условиях при циклических нагружениях, имитирующих функциональные нагрузки в ротовой полости.

Материалы и методы. Оценивали прочностные характеристики цементно-винтовой фиксации абатментов к дентальным имплантатам из сплава Ti-6Al-4V диаметром 3,75 мм и длиной 11,5 мм с коническим и плоскостным типом соединения. Всего в эксперимент было включено 48 дентальных имплантатов – 24 с плоскостным и 24 с коническим типом соединения. В свою очередь каждые 24 имплантата были распределены на шесть групп в зависимости от экспериментальных условий: три группы при угле нагружения 22,5° и силе воздействия 100 Н с количеством циклов нагружения 100 000, 150 000 и 200 000; три группы при угле нагружения 45° и силе воздействия 100 Н с количеством циклов нагружения 100 000, 150 000 и 200 000.

Результаты. При сравнительном анализе прочности экспериментальных образцов в условиях максимальной нагрузки (угол нагружения 45° и 200 000 циклов нагружения) во 2-м положении импланта, наиболее слабом элементе всей конструкции, выявлено, что при коническом типе глубина ЦВС снижается на 15%, а степень зажатия винтов – на 54% от изначального уровня до нагрузки, в то время как при плоскостном типе аналогичные параметры снижаются на 39% и 60% соответственно.

Выводы. Установлено, что конический тип соединения является наиболее надежным, его использование позволяет значительно повысить величину сопротивления нагрузкам, так как накопление усталости ортопедических конструкций при коническом типе соединения возрастает лишь в 1,2 раза, в то время как при плоскостном – в 1,7 раза. Новая цементно-винтовая ортопедическая конструкция с коническим типом соединения позволяет снизить величину эквивалентных жевательной нагрузке напряжений (по изменению глубины 2-го соединения, имитирующего проекцию 2-го премоляра) на 24% по сравнению с плоскостным типом соединения.

Ключевые слова: дентальный имплантат, циклические нагружения, цементно-винтовое соединение, ортопедическая конструкция, экспериментальная модель

Rubnikovich S.¹ ✉, Pryalkin S.¹, Busco V.²

¹ Belarusian State Medical University, Minsk, Belarus

² Institute of Applied Physics of the National Academy of Sciences of Belarus, Minsk, Belarus

Experimental Study of the Strength Characteristics of Cement-Screw Fixation of Orthopedic Structures to Dental Implants with Planar and Conical Type of Connection

Conflict of interest: nothing to declare.

Authors' contribution: Rubnikovich S. – scientific guidance, peer review, advisory analytical support; Pryalkin S. – study concept and design, data collection and processing, text writing; Busco V. – provision of experimental research.

Submitted: 16.09.2025

Accepted: 22.09.2025

Contacts: rubnikovichs@mail.ru

Abstract

Introduction. The publication presents the results of a study of the strength characteristics of cement-screw fixation of abutments and dental implants with a planar and conical type of connection under experimental conditions.

Purpose. To develop an experimental model in the "dental prosthesis-dental implant" system and evaluate the strength characteristics of cement-screw fixation of abutments to dental implants with a planar and conical type of connection under experimental conditions with cyclic loads simulating functional loads in the oral cavity.

Materials and methods. The strength characteristics of the cement-screw fixation of abutments to dental implants made of Ti-6Al-4V alloy with a diameter of 3.75 mm and a length of 11.5 mm with a conical and planar type of connection were evaluated. A total of 48 dental implants were included in the experiment – 24 with a planar and 24 with a conical type of connection. In turn, every 24 implants were divided into six groups depending on the experimental conditions: three groups with a loading angle of 22.50 and a force of 100 N with a number of loading cycles of 100,000, 150,000 and 200,000;



three groups at loading angle of 45° and impact force of 100 N with number of loading cycles of 100,000, 150,000 and 200,000.

Results. In comparative analysis of the strength of experimental samples under maximum load conditions (loading angle 45° and 200,000 loading cycles) in the 2nd position of the implant, as the weakest element of the entire structure, it was revealed that with a conical type, the depth of the CVS decreases by 15%, and the degree of screw clamping – by 54% from the initial level to the load, while with a planar type, similar parameters decrease by 39% and 60%, respectively.

Conclusion. It has been established that the conical type of connection is the most reliable, its use allows you to significantly increase the amount of resistance to loads, since the accumulation of fatigue of orthopedic structures with the conical type of connection increases only 1.2 times, while with the planar – 1.7 times. The new cement-screw orthopedic design with a conical type of connection allows reducing the value of stresses equivalent to chewing load (by changing the depth of the 2nd connection simulating the projection of the 2nd premolar) by 24% compared to the planar type of connection.

Keywords: dental implant, cyclic loadings, cement-screw joint, orthopedic construction, experimental model

■ ВВЕДЕНИЕ

В стоматологической практике конструктивно выделяют два основных типа винтового соединения абатмента и дентального имплантата: плоскостное и коническое. Как при плоскостном, так и при коническом типе соединения зубной протез к дентальному имплантату фиксируется при помощи винта с контролируемым механическим усилием, которое составляет от 20 до 40 Н/см [1]. При функционировании зубочелюстной системы происходит накопление биомеханической усталости ортопедических конструкций вследствие постоянного воздействия циклических нагрузок. Циклические нагрузки на ортопедические конструкции с опорой на дентальные имплантаты возникают при глотании, пережевывании пищи и при парафункциональной активности зубочелюстной системы. Так, при жевании у взрослого человека сила воздействия на пищевой комок составляет порядка 100–150 Н, а при возникновении парафункции величина нагрузки может увеличиваться в 10 раз [1].

Биомеханическая стабильность соединения ортопедических компонентов имплантационной системы является условием успешного протезирования на дентальных имплантатах [2]. Нестабильность винтового соединения и микроподвижность компонентов друг относительно друга могут быть связаны с неадекватной предварительной нагрузкой, неоптимальной геометрией винта, неплотной посадкой одного компонента на другом, микрошероховатостью сочленяющихся поверхностей, чрезмерной нагрузкой и/или эластичностью кости [3, 4]. Кроме того, к постоянным раскручиваниям и/или поломкам винта абатмента может приводить усталость, возникающая при циклической жевательной нагрузке, величина которой ниже предела прочности соединения на разрыв. При цементном методе фиксации зубных протезов также имеются определенные недостатки, оказывающие влияние на стабильность ортопедической конструкции, такие как высокая степень риска развития периимплантита с последующей рецессией десны, сложность

удаления остатков цемента при субгингивальном расположении цементного шва, а также риск нарушения герметичности ортопедической конструкции при использовании силиконового цемента с возможной расцементировкой и выпадением коронки [5].

В связи с вышеизложенным авторы приняли решение создать новую ортопедическую конструкцию несъемных зубных протезов с опорой на дентальные имплантаты, которая объединяет преимущества двух типов фиксации. На экспериментальном этапе работы была разработана и апробирована новая модель ортопедической конструкции с гибридным цементно-винтовым соединением (ЦВС).

■ ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ

Разработать экспериментальную модель в системе «зубной протез – дентальный имплантат» и провести оценку прочностных характеристик цементно-винтовой фиксации абатментов к дентальным имплантатам с плоскостным и коническим типом соединения в экспериментальных условиях при циклических нагружениях, имитирующих функциональные нагрузки в ротовой полости.

■ МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Экспериментальное исследование ЦВС в системе «зубной протез – дентальный имплантат» проводили на компактной лабораторной установке для изучения прочностных характеристик испытуемых образцов при механических циклических воздействиях в Институте прикладной физики Национальной академии наук Беларуси [6].

Величину воздействуемой силовой нагрузки установки на испытуемый образец определяли при помощи метода грузиков. По данной методике измеряли величину общего прогиба дистально конца консоли металлического основания, закрепленного в горизонтальных пластинах под действием закрепленного груза величиной 10 кг, что соответствует силе в 100 Н и величине прогиба консоли в 100 мкм. Прогиб дистального конца консоли измеряли цифровым глубиномером, который закрепляли на штативе перпендикулярно испытуемой конструкции. Количество циклов нагружения конструкции определяли при помощи электронного счетчика частоты вращения вала электродвигателя.

В экспериментальных условиях оценивали прочностные характеристики цементно-винтовой фиксации абатментов к дентальным имплантатам из сплава Ti-6Al-4V диаметром 3,75 мм и длиной 11,5 мм с коническим и плоскостным типом соединения. Всего в эксперимент было включено 48 дентальных имплантатов – 24 с плоскостным и 24 с коническим типом соединения. В свою очередь каждые 24 имплантата были распределены на шесть групп в зависимости от экспериментальных условий (угла нагружения и длительности воздействия): три группы при угле нагружения 22,5° и силе воздействия 100 Н с количеством циклов нагружения 100 000, 150 000 и 200 000; три группы при угле нагружения 45° и силе воздействия 100 Н с количеством циклов нагружения 100 000, 150 000 и 200 000. В каждой группе испытуемый образец состоял из 4 имплантов, нумерацию которых проводили от начала свободного торца металлического основания с 1-го до 4-го номера соответственно (номер винтового соединения). Силовое воздействие осуществляли на середину



ортопедической конструкции между 2-м и 3-м винтовым соединением, что соответствует проекции области 2-го премоляра и 1-го моляра как функционального центра жевания человека. Проводили по 5 экспериментальных серий ($n=5$) во всех соединениях каждой группы.

Осуществляли анализ следующих прочностных параметров ортопедической конструкции экспериментальной модели: момент зажатия и последующего ослабления фиксирующих винтов, который контролировали динамометрическим ключом типа MT-R1040 (в Н/см) с точно заданным крутящим моментом зажатия M (сила первоначального зажатия винтов составила 35 Н/см для абатментов цементируемых конструкций); глубину винтового соединения. Глубину винтового соединения определяли по расстоянию от основания шестигранника фиксирующего винта до окклюзионной поверхности ортопедической конструкции испытуемого образца, измеренного при помощи модифицированного цифрового глубиномера.

■ РЕЗУЛЬТАТЫ

Конструкция экспериментальной модели в форме шестнадцатигранника и ортопедической конструкции овальной формы, а также направление действия нагрузки P на ортопедическую конструкцию представлены в двух проекциях на рис. 1А, В. При этом форма жевательной поверхности ортопедической конструкции (испытуемого образца), на которую воздействует под углом нагрузка P , имеет вид овала в сечении.

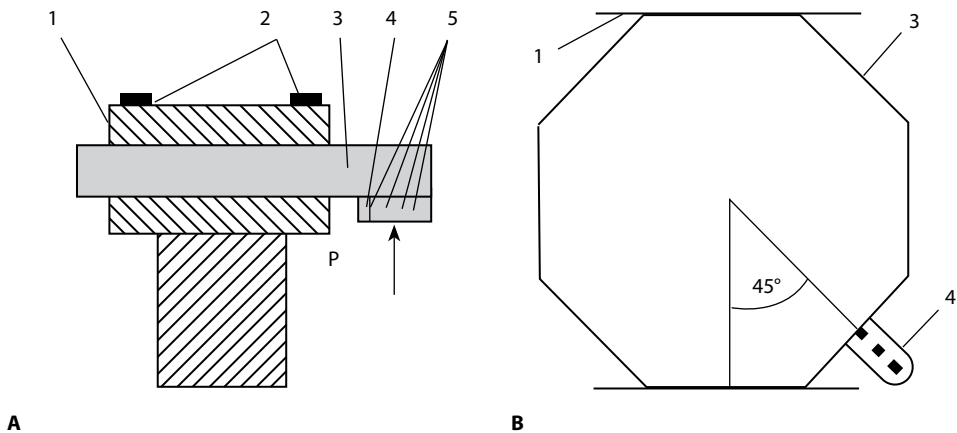


Рис. 1. Конструкция экспериментальной модели (схема строения узла закрепления (А): 1 – горизонтальные металлические пластины узла закрепления, 2 – болты крепления горизонтальных пластин, 3 – металлическое основание с дентальными имплантами, 4 и 5 – ортопедическая конструкция овальной формы (испытуемый образец), P – направление действия нагрузки силового возбуждателя установки на испытуемый образец (ортопедическую конструкцию); схема восьмигранного металлического основания с закрепленной на металлическом основании ортопедической конструкцией (В) (испытуемый образец))
Fig. 1. Experimental model design (structure diagram of the fastening unit (A): 1 – horizontal metal plates of the fastening unit, 2 – bolts for fastening horizontal plates, 3 – metal base with dental implants, 4 and 5 – oval orthopedic structure (test sample), P – direction of action of the force exciter load on the test sample (orthopedic structure); diagram of an octagonal metal base with an orthopedic structure (B) fixed on the metal base (test sample))

Этапы разработки новой экспериментальной модели:

1. Изготовление металлических оснований экспериментальной модели, имеющих в сечении форму шестнадцатигранника. Длина оснований составила 120 мм, а ширина каждой грани составила 15 мм соответственно. На одной из граней основания с одного торца были сделаны глухие отверстия при помощи фрезерного станка с целью размещения дентальных имплантатов.
2. Помещение в сформированные ложа четырех дентальных имплантатов размера 3,75×11,5 мм с коническим или плоскостным типом соединения абатментов. Расстояние между шейками дентальных имплантатов составляло 4 мм (рис. 2А).
3. Фиксация дентальных имплантатов в металлическом основании при помощи композитного цемента химического отверждения (рис. 2В). После фиксации дентальных имплантатов в основании с уровня платформы имплантатов получали оттиски с трансферами для открытой ложки.
4. В зуботехнической лаборатории к имплантатам экспериментальной модели фиксировали абатменты с высотой шейки 1 мм (рис. 3А). Далее проводили фрезерование абатментов и изготавливали металлическую ортопедическую конструкцию с жевательной (окклюзионной) поверхностью овальной формы размером 25×10×12 мм из кобальт-хромовой стали с отверстиями на окклюзионной поверхности, которая имитировала несъемный цементируемый зубной протез, состоящий из 4 жевательных зубов (рис. 3В).
5. После припасовки, пескоструйной обработки и полировки ортопедическую конструкцию фиксировали к абатментам на полимерный цемент после предварительного закрытия винтовых шахт тефлоновым уплотнителем. Затем после отверждения цемента уплотнитель извлекался из винтовых шахт для доступа к фиксирующим винтам абатментов (рис. 4А). Данная особенность изготовленной ортопедической конструкции давала возможность беспрепятственного доступа к шахтам фиксирующих винтов без необходимости снятия самой конструкции с абатментов (рис. 4В).

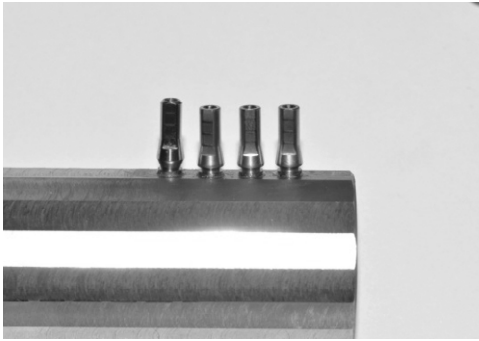


А

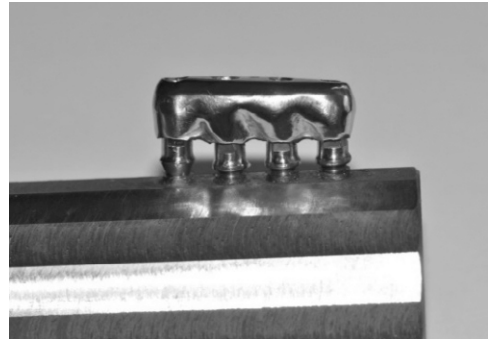


В

Рис. 2. Металлический носитель и дентальные имплантаты на пластмассовом позиционере (А). Этап фиксации дентальных имплантатов на композитный цемент в металлическом носителе (В)
Fig. 2. Metal carrier and dental implants on a plastic positioner (A). Stage of fixation of dental implants on composite cement in a metal carrier (B)



A

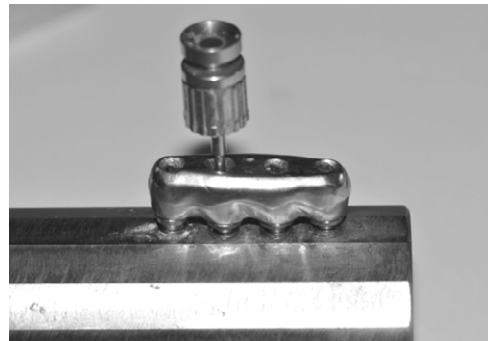


B

Рис. 3. Этап установки прямых абатментов для цементируемых конструкций на экспериментальную модель (А). Этап припасовки ортопедической конструкции на отфрезерованных абатментах экспериментальной модели (В)
Fig. 3. Stage of installation of straight abutments for cemented structures on the experimental model (A). Stage of fitting the orthopedic structure on milled abutments of the experimental model (B)



A



B

Рис. 4. Вид ортопедической конструкции экспериментальной модели с окклюзионной поверхностью (А). Этап контроля затяжки винтов абатментов экспериментальной модели (В)
Fig. 4. View of the orthopedic structure of the experimental model from the occlusal surface (A). Stage of control of tightening of the screws of the abutments of the experimental model (B)

В результате циклического воздействия силовозбудителя на ортопедическую конструкцию экспериментальной модели возникает прогиб Δ (в мкм), измерив который с помощью индикатора, можно рассчитать величину нагрузки P , соответствующей необходимому усилию, равному 100 Н. Конструкционные особенности изготовленной экспериментальной модели позволили нам изменять угол нагрузки ортопедической конструкции подшипником качения от прямого угла действия силы (действие силы параллельно длинной оси имплантата) до воздействия силы под острым углом к длинной оси имплантата (воздействие силы по касательной при боковых нагрузках). При этом угол нагрузки на ортопедическую конструкцию составлял 22,5° или 45°.

Проведена серия экспериментов с различными количеством циклов и силой нагружения, а также с разными углами действия нагрузки на испытуемые ортопедические конструкции с плоскостным типом ЦВС, результаты которых приведены в табл. 1–4. До и после нагружения оценивали глубину ЦВС и степень зажатия винтов. В ходе эксперимента при испытании плоскостного соединения с углом нагружения 45°, силой воздействия 100 Н и количеством циклов нагружения 100 000 установлено достоверное снижение среднего значения глубины ЦВС ортопедической конструкции 2-го ($p=0,034$) и 3-го ($p=0,037$) испытуемых образцов после нагружения (табл. 1). Также после нагружения отмечалось уменьшение степени зажатия винтов до $27,0 \pm 0,26$ Н/см, которое наиболее значимо было выражено во 2-м и 3-м соединениях – в 1,3 раза ниже ($p=0,011$) по сравнению с аналогичными показателями до нагружения, а также отличалось от значений 1-го и 4-го ЦВС в 1,0 ($p=0,044$) и 1,1 ($p=0,039$) раза соответственно.

При испытании плоскостного соединения с углом нагружения 45°, силой воздействия 100 Н и количеством циклов нагружения 150 000 установлены достоверные изменения среднего значения глубины ЦВС ортопедической конструкции испытуемых образцов под номером 2 и 3 после нагружения в сторону снижения, аналогично изменялись уровни степени зажатия винтов – во 2-м и 3-м соединениях выявлено снижение в 1,4 раза ($p=0,013$) и 1,75 раза ($p=0,001$) соответственно по сравнению с уровнями до нагружения. С увеличением количества циклов нагружения до 200 000 наблюдалось снижение среднего значения глубины ЦВС ортопедической конструкции испытуемых образцов после нагружения во всех номерах, однако достоверно этот показатель изменялся во 2-м, 3-м и 4-м положениях (табл. 2). Наиболее выраженное снижение этого показателя отмечалось во 2-м положении – в 1,65 раза ниже в сравнении с аналогичным уровнем до нагрузки ($p=0,001$). Также отмечалось значимое снижение степени зажатия винтов после нагружения, наиболее выраженное во 2-м и 3-м соединениях, что было ниже аналогичных значений до нагружения в 2,5 раза ($p=0,001$) и в 2,3 раза ($p=0,001$) соответственно. В 1-м и 4-м винтовых соединениях установлено достоверное снижение показателя степени зажатия винтов после нагружения в 1,6 раза ($p=0,014$) и в 1,8 раза ($p=0,030$) соответственно по сравнению с

Таблица 1
Плоскостное соединение, угол нагружения 45°, сила воздействия 100 Н, количество циклов нагружения 100 000, $M \pm SD$
Table 1
Plane connection, loading angle 45°, impact force 100 Н, number of loading cycles 100 000, $M \pm SD$

№ п/п ЦВС, n=5	Глубина ЦВС, мм		Степень зажатия винтов, Н/см	
	до нагружения	после нагружения, n=5	до нагружения, n=5	после нагружения, n=5
1	5,67 $\pm$ 0,09	5,65 $\pm$ 0,06	35,0 $\pm$ 0,10	29,50 $\pm$ 0,43
2	5,70 $\pm$ 0,11	5,69 $\pm$ 0,05 $p=0,034$	35,0 $\pm$ 0,10	27,0 $\pm$ 0,26 $p=0,011$
3	5,62 $\pm$ 0,08	5,52 $\pm$ 0,02 $p=0,037$	35,0 $\pm$ 0,10	27,0 $\pm$ 0,36 $p=0,011$
4	5,78 $\pm$ 0,04	5,72 $\pm$ 0,04	35,0 $\pm$ 0,10	30,0 $\pm$ 0,25

Примечание: здесь и далее: p – статистически значимые различия между показателями до и после нагружения при $p < 0,05$ по t -критерию Стьюдента.



Таблица 2

Плоскостное соединение, угол нагружения 45°, сила воздействия 100 Н, количество циклов нагружения 200 000, М±SD

Table 2

Plane connection, loading angle 45°, impact force 100 Н, number of loading cycles 200 000, М±SD

№ п/п ЦВС, n=5	Глубина ЦВС, мм		Степень зажатия винтов, Н/см	
	до нагружения	после нагружения	до нагружения	после нагружения
1	5,67±0,07	5,42±0,07	35,0±0,10	22,0±0,28 p=0,014
2	5,63±0,04	3,41±0,09 p=0,001	35,0±0,10	14,0±0,36 p=0,001
3	5,69±0,06	4,46±0,10 p=0,011	35,0±0,10	15,0±0,41 p=0,011
4	5,72±0,03	5,34±0,05 p=0,032	35,0±0,10	20,0±0,29 p=0,030

аналогичными уровнями до нагружения. Полученные результаты свидетельствуют о том, что с увеличением количества циклов нагружения сохраняется перераспределение основной нагрузки на 2-й и 3-й элементы ортопедической конструкции испытываемых образцов с эпицентром во 2-м соединении.

В табл. 3 представлены данные по изучению влияния постоянного воздействия циклических нагрузок с углом нагружения 22,5°, силой воздействия 100 Н и количеством циклов нагружения 100 000. После нагружения обнаружены значимые изменения среднего значения глубины и степени зажатия винтов 2-го соединения ортопедической конструкции испытываемых образцов в сторону снижения по сравнению с соответствующими уровнями до нагружения: в 1,0 раза (p=0,034) и в 1,5 раза (p=0,031) соответственно.

Полученные в эксперименте данные при увеличении количества циклов нагружения до 150 000 указывают на значимые изменения как среднего значения глубины, так и степени зажатия винтов ортопедической конструкции 2-го и 3-го номеров соединения испытываемых образцов после нагружения в сторону снижения по сравнению с аналогичными уровнями до нагружения. С увеличением количества циклов нагружения до 200 000 происходит достоверно значимое снижение среднего значения глубины ЦВС ортопедической конструкции испытываемых образцов с 1-го по 3-й номер соединения (табл. 4). В то время как снижение степени зажатия винтов после

Таблица 3

Плоскостное соединение, угол нагружения 22,5°, сила воздействия 100 Н, количество циклов нагружения 100 000, М±SD

Table 3

Plane connection, loading angle 22,5°, impact force 100 Н, number of loading cycles 100000, М±SD

№ п/п ЦВС, n=5	Глубина ЦВС, мм		Степень зажатия винтов, Н/см	
	до нагружения	после нагружения	до нагружения	после нагружения
1	8,54±0,07	8,49±0,08	35,0±0,10	27,0±0,26
2	8,61±0,06	8,51±0,10 p=0,034	35,0±0,10	23,0±0,35 p=0,031
3	8,72±0,04	8,71±0,09	35,0±0,10	25,0±0,31
4	8,41±0,08	8,39±0,09	35,0±0,10	28,0±0,29

Таблица 4

Плоскостное соединение, угол нагружения 22,5°, сила воздействия 100 Н, количество циклов нагружения 200 000, М±SD

Table 4

Plane connection, loading angle 22,5°, impact force 100 Н, number of loading cycles 200 000, М±SD

№ п/п ЦВС, n=5	Глубина ЦВС, мм		Степень зажатия винтов, Н/см	
	до нагружения	после нагружения	до нагружения	после нагружения
1	8,62±0,07	8,52±0,08 p=0,029	35,0±0,10	23,0±0,32
2	8,63±0,02	8,50±0,11 p=0,024	35,0±0,10	21,0±0,38 p=0,013
3	8,75±0,05	8,61±0,08 p=0,015	35,0±0,10	19,0±0,40 p=0,018
4	8,39±0,04	8,30±0,07	35,0±0,10	24,5±0,36

нагружения наблюдается только во 2-м и 3-м винтовых соединениях – в 1,7 раза (p=0,013) и в 1,8 раза (p=0,018) соответственно по сравнению с данными до нагружения, что связано с максимальным приложением силы воздействия в этих положениях.

Необходимо отметить, что при угле 45° с увеличением количества циклов нагружения до 200 000 во 2-м соединении накопление усталости ортопедических конструкций с плоскостным типом соединения максимально возрастает, что проявляется снижением степени зажатия винтов и глубины ЦВС в 2,5 раза (p=0,001) и в 1,65 (p=0,001) раза соответственно по сравнению с донагрузочным уровнем.

Проведен корреляционный анализ взаимосвязей между накоплением усталости ортопедических конструкций и углом нагружения, а также количеством нагрузочных циклов при плоскостном типе соединения во 2-м, наиболее уязвимом положении, что представлено на рис. 5 и 6. Наиболее выраженная зависимость установлена при угле нагружения 45° (r=0,73, p=0,021) и 200 000 циклов нагружения (r=0,91, p=0,001), когда глубина ЦВС снижается в 1,7 раза в сравнении с аналогичным значением до нагрузки (p=0,001) и в 1,7 раза при 100 000 циклов нагружения (p=0,000), что отражает выраженное накопление усталости ортопедической конструкции.

Проведена серия экспериментов с различным количеством циклов и силой нагружения, а также с разными углами действия нагрузки на испытываемые ортопедические конструкции с коническим типом ЦВС, результаты которых приведены в табл. 5–8. В процессе эксперимента при испытании конического соединения с углом нагружения 45°, силой воздействия 100 Н и количеством циклов нагружения 100 000 установлено достоверное снижение среднего значения степени зажатия винтов в испытываемых образцах с 1-го по 4-й номер соединения, что представлено в табл. 5. Причем наиболее значимые изменения данного показателя отмечались во 2-м и 3-м соединениях: снизился в 1,7 раза (p=0,014) и в 1,8 раза (p=0,011) соответственно по сравнению с таковым до нагружения. При этом изменения уровней глубины ЦВС после нагружения были незначительны.

В экспериментальных условиях увеличения циклической нагрузки выявлены значимые изменения среднего значения глубины ЦВС ортопедической конструкции испытываемых образцов в 3-м номере, а именно ее снижение до 8,90±0,06 мм, что было меньше в 1,0 раза (p=0,029) по сравнению с исходным уровнем до нагрузки. Степень

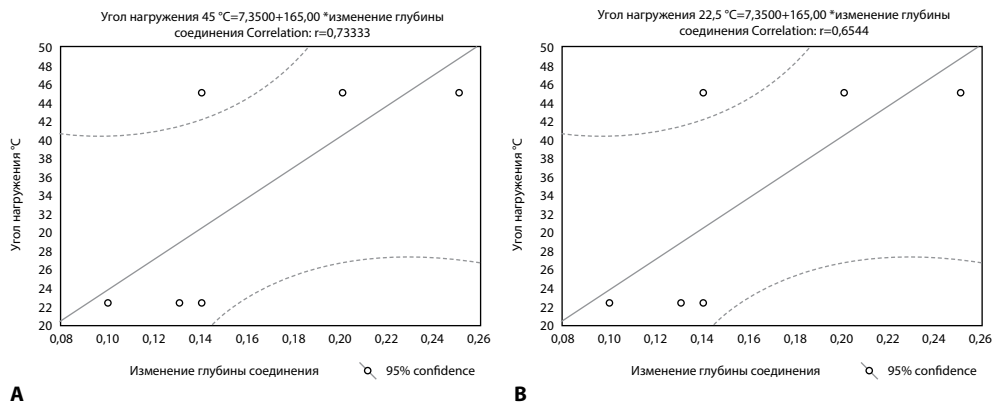


Рис. 5. Корреляционная зависимость между изменением глубины ЦВС и углом нагружения 45° (А), 22,5° (В) при плоскостном типе соединения
Fig. 5. Correlation between variation of CVS depth and loading angle of 45° (A), 22.5° (B) at planar type of connection

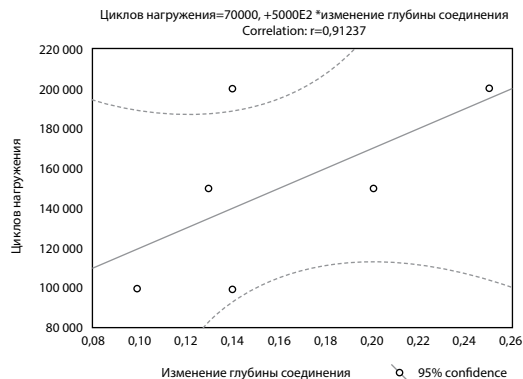


Рис. 6. Корреляционная зависимость между количеством циклов нагружения и изменением глубины ЦВС при плоскостном типе соединения
Fig. 6. Correlation between the number of loading cycles and the change in the depth of the CVS with a planar type of connection

Таблица 5
Коническое соединение, угол нагружения 45°, сила воздействия 100 Н, количество циклов нагружения 100 000, M±SD
Table 5
Conical joint, loading angle 450, impact force 100 Н, number of loading cycles 100 000, M±SD

№ п/п ЦВС, n=5	Глубина ЦВС, мм		Степень зажатия винтов, Н/см	
	до нагружения	после нагружения	до нагружения	после нагружения
1	8,99±0,11	8,96±0,07	35,0±0,10	25,0±0,21 p=0,029
2	9,10±0,12	9,00±0,13	35,0±0,10	21,0±0,58 p=0,014
3	9,03±0,10	8,92±0,12	35,0±0,10	20,2±0,62 p=0,011
4	8,91±0,09	8,87±0,10	35,0±0,10	26,0±0,15 p=0,032

зажатия винтов значительно снижалась во всех номерах ЦВС, причем максимально это проявлялось также в 3-м номере, где разница уровня до и после нагрузки составила 18 Н/см ($p=0,001$). С увеличением количества циклов нагружения до 200 000 происходит выраженное снижение среднего значения глубины ЦВС ортопедической конструкции испытуемых образцов во 2-м и 3-м номерах соединений, что приведено в табл. 6. Максимальное снижение глубины ЦВС зафиксировано во 2-м положении – в 1,2 раза в сравнении с донагрузочным уровнем ($p=0,001$). Отмечается снижение степени зажатия винтов после нагружения, наиболее выраженное во 2-м и 3-м соединениях, что было ниже аналогичных значений до нагружения в 2,2 раза ($p=0,001$) и в 2,1 раза ($p=0,001$) соответственно. С увеличением количества циклов нагружения происходит распределение основной нагрузки на все элементы ортопедической конструкции испытуемых образцов с коническим типом соединения, однако 2-е ЦВС испытывает максимальную нагрузку.

Полученные результаты экспериментального исследования влияния постоянно-го воздействия циклических нагрузок при угле нагружения $22,5^\circ$ указывают на значимое снижение степени зажатия 2-го и 3-го соединения ортопедической конструкции испытуемых образцов (табл. 7). Однако изменения при угле нагружения $22,5^\circ$ выражены в меньшей степени, чем при аналогичных условиях (сила воздействия 100 Н, количество циклов нагружения 100 000), но при угле нагружения в 45° .

С увеличением количества циклов нагружения до 150 000 происходит снижение показателей степени зажатия винтов ортопедической конструкции испытуемых образцов уже с 1-го по 3-й номер, наиболее значимо оно выражено во 2-м соединении – в 1,6 раза ($p=0,013$) ниже по сравнению с таковым до нагружения. В этом же соединении установлено значимое снижение среднего значения глубины винтового соединения, разница которого с исходным уровнем составила 0,11 мм ($p=0,047$). При достижении в эксперименте максимального количества циклов нагружения до 200 000 установлены значительные изменения степени зажатия винтов и глубины их соединения, что представлено в табл. 8. Происходит более выраженное снижение степени зажатия винтов ортопедической конструкции испытуемых образцов уже во всех номерах, причем наиболее значимо оно выражено во 2-м и 3-м соединениях – 1,8 раза ($p=0,001$) и в 1,6 раза ($p=0,014$) соответственно ниже по сравнению с

Таблица 6
Коническое соединение, угол нагружения 45° , сила воздействия 100 Н, количество циклов нагружения 200 000, $M \pm SD$

Table 6
Conical joint, loading angle 45° , impact force 100 Н, number of loading cycles 200 000, $M \pm SD$

№ п/п ЦВС, n= 5	Глубина ЦВС, мм		Степень зажатия винтов, Н/см	
	до нагружения	после нагружения	до нагружения	после нагружения
1	9,02 $\pm$ 0,07	8,96 $\pm$ 0,06	35,0 $\pm$ 0,10	23,0 $\pm$ 0,28 $p=0,011$
2	9,10 $\pm$ 0,10	7,68 $\pm$ 0,09 $p=0,001$	35,0 $\pm$ 0,10	16,0 $\pm$ 0,79 $p=0,001$
3	9,07 $\pm$ 0,09	8,92 $\pm$ 0,10 $p=0,002$	35,0 $\pm$ 0,10	17,0 $\pm$ 0,58 $p=0,001$
4	9,01 $\pm$ 0,12	8,95 $\pm$ 0,13	35,0 $\pm$ 0,10	24,0 $\pm$ 0,57 $p=0,016$



Таблица 7

Коническое соединение, угол нагружения 22,5°, сила воздействия 100 Н, количество циклов нагружения 100 000, М±SD

Table 7

Conical joint, loading angle 22,5°, impact force 100 Н, number of loading cycles 100 000, М±SD

№ п/п ЦВС, n= 5	Глубина ЦВС, мм		Степень зажатия винтов, Н/см	
	до нагружения	после нагружения	до нагружения	после нагружения
1	8,86±0,08	8,84±0,07	35,0±0,10	27,0±0,31
2	9,18±0,11	9,09±0,12	35,0±0,10	24,0±0,37 p=0,031
3	8,74±0,07	8,66±0,10	35,0±0,10	25,0±0,44 p=0,029
4	8,63±0,09	8,62±0,10	35,0±0,10	29,0±0,25

такowymi до нагружения. Также в этих соединениях значимо снижается их глубина, что объясняется расположением в зоне максимального приложения силы и, соответственно, уменьшением прочности соединения.

Проведен корреляционный анализ взаимосвязей между накоплением усталости ортопедических конструкций и углом нагружения, а также количеством нагрузочных циклов при коническом типе соединения во 2-м положении, что представлено на рис. 7. Наиболее выраженная прямая зависимость установлена при угле нагружения 45° ($r=0,98$, $p=0,000$) и 200 000 циклов нагружения ($r=0,94$, $p=0,001$), когда глубина ЦВС снижается в 1,2 раза в сравнении с аналогичным значением до нагрузки ($p=0,001$) и в 1,2 раза при 100 000 циклов нагружения ($p=0,000$), что отражает определенное накопление усталости ортопедической конструкции.

Таким образом, можно заключить, что конический тип соединения является наиболее надежным, его использование позволяет значительно повысить величину сопротивления нагрузкам, так как накопление усталости ортопедических конструкций при коническом типе соединения возрастает лишь в 1,2 раза, в то время как при плоскостном – в 1,7 раза. Кроме того, при сравнительном анализе прочности экспериментальных образцов в условиях максимальной нагрузки (угол нагружения 45° и 200 000 циклов нагружения) во 2-м положении импланта, наиболее слабым элементе

Таблица 8

Коническое соединение, угол нагружения 22,5°, сила воздействия 100 Н, количество циклов нагружения 200 000, М±SD

Table 8

Conical joint, loading angle 22,5°, impact force 100 Н, number of loading cycles 200 000, М±SD

№ п/п ЦВС, n=5	Глубина ЦВС, мм		Степень зажатия винтов, Н/см	
	до нагружения	после нагружения	до нагружения	после нагружения
1	8,89±0,10	8,84±0,08	35,0±0,10	23,0±0,28 p=0,035
2	9,21±0,07	9,08±0,07 p=0,029	35,0±0,10	20,0±0,44 p=0,001
3	8,79±0,11	8,68±0,06 p=0,033	35,0±0,10	22,0±0,48 p=0,014
4	8,67±0,09	8,63±0,10	35,0±0,10	24,0±0,26 p=0,037

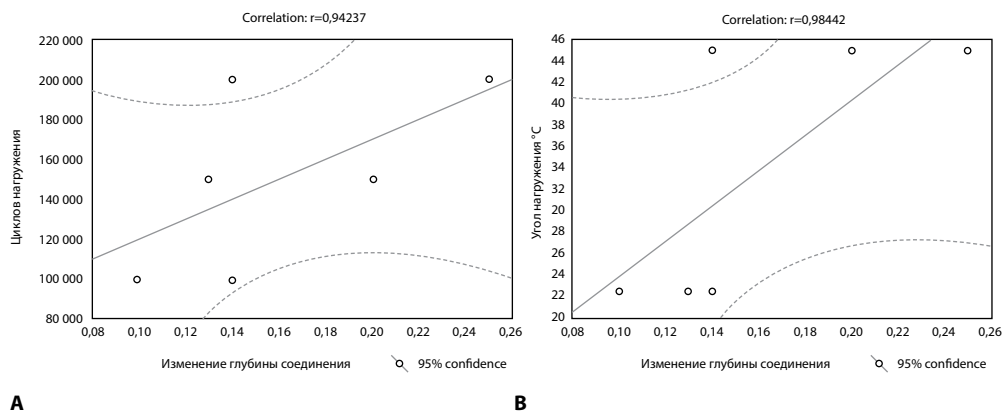


Рис. 7. Корреляционная зависимость между изменением глубины ЦВС и количеством циклов нагружения (А) и увеличением угла нагружения (В) при коническом типе соединения
Fig. 7. Correlation between the change in the CVS depth and the number of loading cycles (A) and the increase in the loading angle (B) with a conical type of connection

всей конструкции, выявлено, что при коническом типе глубина ЦВС снижается на 15%, а степень зажатия винтов – на 54% от изначального уровня до нагрузки, в то время как при плоскостном типе аналогичные параметры снижаются на 39% и 60% соответственно. Следовательно, использование ЦВС конического типа позволяет снизить величину эквивалентных жевательной нагрузке напряжений (по изменению глубины 2-го соединения, имитирующего проекцию 2-го премоляра) на 24% по сравнению с плоскостным типом соединения.

■ ВЫВОДЫ

1. Разработана, изготовлена и апробирована новая экспериментальная модель в системе «зубной протез – дентальный имплантат» для оценки распределения напряжения величиной 100 Н, возникающего под действием разнонаправленных нагрузок по углу нагружения (22,5° и 45°) и количеству циклов нагружения (от 100 000 до 200 000) в четырех соединениях ортопедической конструкции, имитирующих проекции области 1-го и 2-го премоляров, 1-го и 2-го моляров. Проведены испытания на усталостную прочность экспериментальной модели ортопедической конструкции, и установлена взаимосвязь между прочностными характеристиками цементно-винтовой фиксации ортопедических компонентов к дентальным имплантатам (глубина соединения и степень зажатия ортопедических винтов) и углом, а также количеством циклов нагружения. Установлено, что прочностные характеристики соединения зубного протеза и дентального имплантата являются объективными маркерами полноценного функционирования ортопедической конструкции в ротовой полости, с увеличением количества циклов нагружения происходит перераспределение нагрузки преимущественно на 2-й и 3-й элементы ортопедической конструкции с максимальным напряжением во 2-м соединении.



2. При плоскостном типе присоединения абатментов к денальным имплантам изменения прочностных характеристик ортопедической конструкции при угле нагружения $22,5^\circ$ выражены в меньшей степени, чем при 45° и аналогичных условиях по силе воздействия и количеству циклов нагружения. Выявлено значимое снижение глубины ЦВС и степени зажатия ортопедических винтов после экспериментального нагружения с максимальным уменьшением во 2-м и 3-м соединениях экспериментальной модели при 45° и 200 000 циклов нагружения. Установлена прямая корреляционная взаимосвязь между глубиной соединения и углом нагружения ($r=0,73$, $p=0,021$), а также количеством циклов нагружения ($r=0,91$, $p=0,001$). При увеличении угла до 45° и количества циклов нагружения до 200 000 накопление усталости ортопедических конструкций при плоскостном типе соединения по глубине ЦВС возрастает в 1,7 раза во 2-м соединении экспериментальной модели.
3. При коническом типе присоединения абатментов к денальным имплантам изменения прочностных характеристик ортопедической конструкции при угле нагружения $22,5^\circ$ выражены в меньшей степени, чем при 45° и аналогичных условиях по силе воздействия и количеству циклов нагружения. Установлено значимое снижение степени зажатия ортопедических винтов и глубины их соединения после экспериментального нагружения, с увеличением количества циклов нагружения оно постепенно возрастает и наиболее значимо выражено во 2-м и 3-м соединениях экспериментальной модели. Выявлена прямая корреляционная зависимость между глубиной соединения и увеличением угла нагружения ($r=0,98$, $p=0,000$), а также количеством циклов нагружения ($r=0,94$, $p=0,001$). При увеличении угла нагружения до 45° и количества циклов нагружения до 200 000 накопление усталости ортопедических конструкций при коническом типе соединения по глубине ЦВС возрастает в 1,2 раза во 2-м соединении экспериментальной модели.
4. Установлено, что цементно-винтовая ортопедическая конструкция с коническим типом соединения позволяет снизить величину эквивалентных жевательной нагрузке напряжений (по изменению глубины 2-го соединения, имитирующего проекцию 2-го премоляра) на 24% по сравнению с плоскостным типом соединения.

■ ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Rubnikov S., Fisyunov A., Busko V. Methods of fatigue tests of composite-reinforced stump pin tabs with a different number of reinforcing elements. *Dentist*. 2017;2(25):14–18. (in Russian)
2. Rozhnov S., Lomakin M. The teeth and implant consistence: the morphometric characteristics in comparison with design features. *Russian Journal of Stomatology*. 2015;8(2):49–57. (in Russian)
3. Warreth A., Ibieyou N., O'Leary R.B. et al. Dental implants: an overview. *Dent Update*. 2017;44:596–620.
4. Renvert S., Persson G.R., Pirih F.Q., Camargo P.M. Peri-implant health, peri-implant mucositis and peri-implantitis: case definitions and diagnostic considerations. *Journal Periodontol*. 2018;89(1):304–312.
5. Ravidà A., Tattan M., Askar H. et al. Comparison of three different types of implant-supported fixed dental prostheses: A long-term retrospective study of clinical outcomes and cost-effectiveness. *Clinical Oral Implants Res*. 2019;30(4):295–305. doi: 10.1111/clr.13415
6. Busko V. Laboratory installation for the study of fatigue damage of flat ferromagnetic samples. *Instruments and experimental techniques*. 2011;1:165–167. (in Russian)



Флерьянович М.С.¹, Походенько-Чудакова И.О.² ✉

¹ Витебский государственный ордена Дружбы народов медицинский университет, Витебск, Беларусь

² Белорусский государственный медицинский университет, Минск, Беларусь

Сравнительная оценка гормонального статуса пациентов с фурункулами челюстно-лицевой области и практически здоровых лиц

Конфликт интересов: не заявлен.

Вклад авторов: сбор материала, статистическая обработка первичных данных и их интерпретация, подготовка первичного текста статьи – Флерьянович М.С.; разработка концепции и дизайна исследования, редактирование и подготовка окончательного текста статьи – Походенько-Чудакова И.О.

Подана: 01.07.2025

Принята: 22.09.2025

Контакты: ip-c@yandex.ru

Резюме

Цель. Осуществить сравнительную оценку уровня содержания половых гормонов сыворотки крови у пациентов с фурункулами челюстно-лицевой области и практически здоровых лиц.

Материалы и методы. В исследовании участвовали 40 человек в возрасте 18–48 лет (20 мужчин и 20 женщин). Для исследований кровь забирали при помощи пункции в утренние часы, натощак. Определение уровня содержания половых гормонов (тестостерона, прогестерона, пролактина, эстрадиола, кортизола, фолликулостимулирующего гормона (ФСГ), лютеинизирующего гормона (ЛГ)) выполняли радиоиммунологическим методом. У всех пациентов определяли соотношение ЛГ/ФСГ. Полученные данные обрабатывали статистически.

Результаты. Уровни содержания ФСГ и ЛГ сыворотки крови увеличены у 30,0% мужчин. Соотношение ЛГ и ФСГ было ниже нормы у 100,0% обследованных. Остальные показатели находились в пределах нормы.

Уровень содержания прогестерона у женщин в 65,0% был выше нормы, а в 35,0% – ниже ее значений. При этом уровни содержания ФСГ и ЛГ сыворотки крови у них находились в пределах нормы. Однако показатель соотношения ЛГ/ФСГ у всех пациентов имел значимые отклонения: в 65,0% он был меньше 1,5, а в 35,0% – выше 2,0.

Заключение. Результаты свидетельствуют о нарушениях гормонального фона у абсолютного большинства пациентов с фурункулами челюстно-лицевой области, что позволяет рассматривать данные дискорреляции как один из наиболее значимых факторов риска возникновения и развития указанного заболевания. Статистически значимые результаты сравнения ЛГ/ФСГ, выявленные у мужчин и женщин по отношению к норме, являются основанием для рекомендации этого показателя в качестве одного из основных при обследовании пациентов с фурункулом челюстно-лицевой области, что представляет собой принципиально новые данные.



Ключевые слова: инфекционно-воспалительный процесс, фурункул, челюстно-лицевая область, уровень содержания андрогенов, патогенез, гормональный статус

Fleryanovich M.¹, Pohodenko-Chudakova I.² ✉

¹ Vitebsk State Order of People's Friendship Medical University, Vitebsk, Belarus

² Belarusian State Medical University, Minsk, Belarus

Comparative Assessment of Hormonal Status of Patients with Maxillofacial Boils and Practically Healthy Individuals

Conflict of interest: nothing to declare.

Authors' contribution: collection of material, statistical processing of primary data and their interpretation, preparation of the primary text of the article – Fleryanovich M.; development of the concept and design of the study, editing and preparation of the final text of the article – Pokhodenko-Chudakova I.

Submitted: 01.07.2025

Accepted: 22.09.2025

Contacts: ip-c@yandex.ru

Abstract

Purpose. To carry out a comparative assessment of the level of sex hormones in blood serum in patients with maxillofacial boils and practically healthy individuals.

Materials and methods. The study involved 40 people aged 18–48 years (20 men and 20 women). For research, blood was taken by puncture in the morning, on an empty stomach. Determination of the level of sex hormones (testosterone, progesterone, prolactin, estradiol, cortisol, follicle-stimulating hormone (FSH), luteinizing hormone (LH)) was performed by radioimmunological method. The LH/FSH ratio was determined in all patients. The data obtained was processed statistically.

Results. Serum FSH and LH levels were increased in 30.0% of men. The ratio of LH and FSH was below normal in 100.0% of the examined patients. The rest of the indicators were within the normal range. The level of progesterone in women was 65.0% higher than normal, and 35.0% lower than normal. At the same time, their serum levels of FSH and LH were within the normal range. However, the LH/FSH ratio in all patients had significant deviations: in 65.0% it was less than 1.5, and in 35.0% it was higher than 2.0.

Conclusion. The results indicate hormonal disorders in the vast majority of patients with maxillofacial furuncle, which allows us to consider these discorrelations as one of the most significant risk factors for the occurrence and development of this disease. The statistically significant results of the LH/FSH comparison found in men and women relative to the norm are the basis for recommending this indicator as one of the main ones in the examination of patients with maxillofacial furuncle, which is fundamentally new data.

Keywords: infectious and inflammatory process, furuncle, maxillofacial region, androgen content, pathogenesis, hormonal status

■ ВВЕДЕНИЕ

Влияние гормонального статуса пациентов на развитие патологии кожных покровов неоднократно отмечено в специальной литературе [1, 2]. Ряд исследований указывает на зависимость изменений гормонального статуса у лиц с инфекционно-воспалительными заболеваниями кожи (пиодермии, абсцесс, фурункул, карбункул, акне и т. д.) [3, 4].

Доказанным является факт участия сальных желез кожных покровов в развитии и течении фурункулов [5–7]. Известно, что сальные железы мужчин вырабатывают большее количество секрета (себума – кожного сала), чем аналогичные железы женщин. Уровень содержания свободных ненасыщенных жирных кислот в себуме мужчин также выше, чем у женщин, а показатель мононенасыщенных жирных кислот и стеаринов значительно меньше, чем у представительниц слабого пола. Снижение уровня содержания линолевой кислоты способствует повышению уровня pH себума, что ведет к изменению проницаемости эпителия фолликулов и, как следствие, к нарушению барьерной функции эпителия и созданию благоприятных условий для развития бактериальной флоры при увеличенной секреции кожного сала [8, 9].

При этом секреторная активность сальных желез коррелируется уровнем половых гормонов [10]. В специальной литературе имеются данные о том, что в результате повышения уровня свободного тестостерона в сыворотке крови изменяется количество и состав себума. Происходит смещение pH кожи в щелочную сторону, что ведет к уменьшению количества резидентной микрофлоры и вызывает значительный рост патогенных микроорганизмов [11].

В то же время целенаправленному исследованию уровня содержания половых гормонов с фурункулами челюстно-лицевой области не уделялось должного внимания, и данной теме посвящены единичные работы в анналах специальной литературы [12]. Сведения, представленные в них, разрозненны, что обусловлено значительными временными интервалами проведения исследований, а следовательно, существенными различиями в методиках биохимических исследований и статистической обработки первичных данных.

Все перечисленные аргументы в совокупности обосновывают актуальность и целесообразность проведенного исследования.

■ ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ

Осуществить сравнительную оценку уровня содержания половых гормонов сыворотки крови пациентов с фурункулами челюстно-лицевой области и практически здоровых лиц.

■ МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Клинико-лабораторное исследование проводили после одобрения комиссии по биоэтике при учреждении образования «Белорусский государственный медицинский университет» и получения личного письменного информированного согласия каждого из его участников.

При проведении работы руководствовались базовыми принципами биоэтических норм Хельсинкской декларации Всемирной медицинской ассоциации об этике



научно-медицинских исследований с обеспечением анонимности всех участвующих пациентов [13].

В исследовании приняли участие 40 человек, проходивших стационарное лечение в учреждении здравоохранения «Витебская областная клиническая больница», возраст которых варьировал в пределах от 18 до 48 лет. В их числе было 20 мужчин (50,0%) и 20 женщин (50,0%).

У всех участников исследования был верифицирован диагноз «фурункул челюстно-лицевой области» [14, 15].

Диагностические и лечебные мероприятия данной категории пациентов осуществлялись на основании клинического протокола «Диагностика и лечение пациентов (взрослое население) с инфекционно-воспалительными заболеваниями мягких тканей челюстно-лицевой области», утвержденного постановлением № 66 Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 02.05.2023 [16].

Критериями включения в исследование являлись: возраст пациентов старше 18 лет и младше 48 лет, что было обусловлено данными специальной литературы о стабильности гормонального статуса в связи с возрастными особенностями [17]; диагноз «фурункул челюстно-лицевой области в стадии абсцедирования»; отсутствие у пациентов соматической патологии, требующей медицинской реабилитации и декомпенсированных состояний; отсутствие дисфункции или патологии эндокринной системы и/или репродуктивных органов; у женщин была учтена возможность влияния фазы менструального цикла на полученный результат.

Критериями исключения были: возраст пациентов младше 18 и старше 48 лет; диагнозы, соответствующие другим инфекционно-воспалительным процессам кожных покровов (пиодермии, абсцесс, карбункул, акне и т. д.); дисфункция или патология эндокринной системы и/или репродуктивных органов; отсутствие письменного информированного согласия на участие в исследовании.

Частота локализации фурункулов в челюстно-лицевой области у наблюдаемых пациентов в зависимости от половой принадлежности представлена в табл. 1.

Таблица 1
Распределение локализации фурункулов в челюстно-лицевой области у наблюдаемых пациентов в зависимости от их принадлежности к полу

Table 1
Distribution of furuncle locations in the maxillofacial region in the observed patients by gender

Зоны челюстно-лицевой области	Распределение обследованных пациентов по полу			
	Мужчины		Женщины	
	Абсолютное число	Доля (%)	Абсолютное число	Доля (%)
Щечная	7	17,5	6	15,0
Верхняя губа, угол рта и носогубная складка	4	10,0	4	10,0
Подбородок	3	7,5	4	10,0
Нижняя губа	2	5,0	1	2,5
Лоб и надбровная дуга	2	5,0	3	7,5
Подглазничная	1	2,5	1	2,5
Скуловая	1	2,5	1	2,5

Примечание: за 100% было принято общее число обследованных пациентов – 40 человек.

Материал, представленный в табл. 1, свидетельствует о сопоставимости выделенных групп сравнения по частоте наблюдения фурункулов челюстно-лицевой области в зависимости от их локализации.

Для биохимических исследований кровь забирали при помощи пункции из локтевой вены в утренние часы суток до приема пищи [18]. До проведения исследований пробы находились в морозильнике для хранения крови при –70 °С. Далее пробы крови размораживали, центрифугировали в течение 10 мин при 3000 об/мин, разделяя на надосадочную (сыворотку крови (СК)) и осадочную фракции [19].

Определение уровня содержания половых гормонов в сыворотке крови (тестостерона, нг/мл; прогестерона, нмоль/л; пролактина, мкМЕ/мл; эстрадиола, нмоль/л; кортизола, нмоль/л; фолликулостимулирующего гормона (ФСГ), МЕ/л; лютеинизирующего гормона (ЛГ), МЕ/л) пациентов выполняли радиоиммунологическим методом [20]. Кроме того, у всех обследованных анализировали соотношение ЛГ/ФСГ с учетом того, что уровни ФСГ и ЛГ достаточно вариабельны в зависимости как от эндогенных, так и от экзогенных причин, а уровень соотношения ЛГ/ФСГ является наиболее стабильным показателем [21]. Данные нормы уровня содержания в СК перечисленных выше половых гормонов у мужчин и женщин взяты из источников специальной литературы [20–22], которые представлены в табл. 2.

Данные, полученные при клиничко-лабораторных исследованиях, обрабатывали на персональном компьютере с помощью пакета прикладных программ Statistica 10.0 (Version 10-Index, лицензия № СТАФ999К347156W, StatSoft Inc., США). Тип распределения количественных признаков определяли по критерию Колмогорова – Смирнова. При распределении количественных данных, отличном от нормального, выполняли расчет медианы (Me), 25% (LQ) и 75% (UQ). Анализ статистической значимости различий между зависимыми группами осуществляли на основании критерия Манна – Уитни (U-test). Результаты определяли как статистически значимые при $p < 0,05$ [23, 24].

Таблица 2
Показатели нормы уровня содержания половых гормонов в сыворотке крови, представленные в зависимости от пола, по данным специальной литературы [20–22]
Table 2

Normal serum sex hormone levels, presented by gender, based on literature [20–22]

Анализируемые биохимические показатели СК	Распределение по полу			
	Мужчины	Женщины		
Уровень тестостерона, нг/мл	2,8–11,58	менее 1,81		
Уровень прогестерона, нмоль/л	0,4–4,0			
Уровень пролактина, мкМЕ/мл	81,8–484,8	118–839		
Уровень эстрадиола, нмоль/л	0,07–0,25			
Уровень кортизола, нмоль/л	170–720			
Уровень ФСГ, МЕ/л	1,8–10,5	в зависимости от фазы менструального цикла	фолликулярная	2,45–9,47
			овуляции	4,97–15,67
			лютеиновая	1,01–6,4
Уровень ЛГ, МЕ/л	1,0–9,0	в зависимости от фазы менструального цикла	фолликулярная	1,84–26,97
			овуляции	34,21–114,93
			лютеиновая	0,61–15,94
ЛГ/ФСГ	1,5–2,0	1,5–2,0		

■ РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Анализ уровня содержания гормонов у мужчин продемонстрировал следующие результаты. Медиана уровня содержания тестостерона составила 5,87 (5,10–6,91) нг/мл; медиана прогестерона – 1,96 (1,60–5,33) нмоль/л; показатель пролактина – 219,37 (154,53–342,69) мкМЕ/мл; медиана эстрадиола – 0,08 (0,05–0,09) нмоль/л; показатель кортизола – 383,81 (344,04–437,89) нмоль/л; медиана ФСГ – 4,79 (2,49–6,17) МЕ/л, показатель ЛГ – 5,74 (3,54–6,50) МЕ/л, соотношение ЛГ/ФСГ – 1,07 (0,73–1,57).

Уровни содержания ФСГ и ЛГ сыворотки крови увеличены у 30,0% (6) исследуемых пациентов-мужчин. При этом соотношение ЛГ и ФСГ оказалось ниже нормы у 100,0% (20) обследованных лиц мужского пола. Остальные показатели находились в пределах нормы.

У пациентов мужского пола с диагнозом «фурункул челюстно-лицевой области» имеются отклонения от нормы по уровню содержания половых гормонов в СК, что свидетельствует об определенной роли гормонального фона для возникновения и развития указанного заболевания. Следовательно, факт выявленных изменений гормонального статуса мужчин может рассматриваться как один из факторов риска в связи с рассматриваемым патологическим процессом у мужчин.

Результаты определения уровня содержания гормонов в сыворотке крови у женщин с фурункулами челюстно-лицевой области демонстрировали, что медиана содержания тестостерона была 0,62 (0,52–1,10) нг/мл; показатель прогестерона равнялся 55,46 (2,74–55,46) нмоль/л; медиана пролактина составляла 271,79 (258,76–487,22) мкМЕ/мл; показатель эстрадиола – 0,25 (0,09–0,45) нмоль/л; медиана кортизола – 429,26 (395,56–512,19) нмоль/л; показатель ФСГ – 5,36 (3,0–8,14) МЕ/л; медиана ЛГ составляла 2,67 (1,67–6,53) МЕ/л; соотношение ЛГ/ФСГ было 0,5 (0,31–1,78).

Изложенное позволяет заключить, что уровень содержания прогестерона в сыворотке крови пациентов в 65,0% (13) был выше пределов нормы, а в 35,0% (7) наблюдений – ниже этих значений.

Обращает на себя внимание тот факт, что уровни содержания ФСГ и ЛГ сыворотки крови у женщин с фурункулами челюстно-лицевой области находились в пределах нормы. Однако показатель соотношения ЛГ/ФСГ у всех обследованных пациенток имел значимые отклонения: в 65,0% (13) он был меньше 1,5, а в 35,0% (7) наблюдений – выше 2,0.

Кроме того, у 35,0% (7) пациенток уровень содержания в СК пролактина в крови был ниже нормальных значений. Остальные показатели гормонального статуса обследованных женщин находились в пределах нормы.

Таблица 3
Сравнительная оценка соотношений ЛГ/ФСГ у мужчин и женщин с диагнозом «фурункул челюстно-лицевой области» на основании критерия Манна – Уитни (U)

Table 3
Comparative assessment of LH/FSH ratios in men and women diagnosed with furuncles of the maxillofacial region, based on the Mann-Whitney U test

Сравниваемые показатели групп пациентов	Значения нормы	Значения у пациентов с фурункулом челюстно-лицевой области	Статистическая значимость различий (критерий Манна – Уитни)
ЛГ/ФСГ у мужчин	1,70 (1,50–2,00)	1,07 (0,73–1,57)	U=45,0; p=0,0043*
ЛГ/ФСГ у женщин	1,70 (1,50–2,00)	0,50 (0,31–1,78)	U=60,0; p=0,029*

Примечание: * значения статистически значимы.

Таким образом, у всех пациентов как мужского, так и женского пола с диагнозом «фурункул челюстно-лицевой области» имеются нарушения гормонального фона, что подтверждают данные специальной литературы [12].

Сравнительная оценка соотношений ЛГ/ФСГ у мужчин и женщин с диагнозом «фурункул челюстно-лицевой области» представлена в табл. 3.

■ ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Нарушения гормонального фона присутствуют у абсолютного большинства пациентов с фурункулами челюстно-лицевой области, как у женщин, так и у мужчин, что позволяет рассматривать данные дискорреляции как один из наиболее значимых факторов риска возникновения и развития данного инфекционно-воспалительного процесса. Кроме того, статистически значимые результаты сравнительной оценки ЛГ/ФСГ, выявленные у мужчин и женщин, по отношению к значениям нормы являются основанием для рекомендации этого показателя в качестве одного из основных при обследовании пациентов с фурункулом челюстно-лицевой области, что представляет собой принципиально новые данные.

■ ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Gazdanova A.A., Gorodetskaya G.I., Perkov A.V., Starodub M.V., Urtaev S.R., Prokopenko D.V., Minakova L.A. Cutaneous manifestations of endocrine disorders. *Russian Journal of Clinical Dermatology and Venereology*. 2022;21(2):230–237. doi: 10.17116/klinderm202221021230. (in Russian)
2. Gomes L.L.A., Werth A.J., Thomas P., Werth V.P. The impact of hormones in autoimmune cutaneous diseases. *J. Dermatol. Treat.* 2024;35(1):2312241. doi: 10.1080/09546634.2024.2312241
3. Elkin V.D., Kobernik M.Yu., Sedova T.G., Kuznetsov I.D. Features of changes in hormonal homeostasis among patients with acne. *Perm Medical Journal*. 2022;39(2):24–28. doi: 10.17816/pmj39224-28. (in Russian)
4. Albanova V.I., Petrova S.Yu. Catamenal dermatoses. *Russian Journal of Clinical Dermatology and Venereology*. 2023;22(1):84–91. doi: 10.17116/klinderm20232201184. (in Russian)
5. Petrova T.V., Borodulina I.I., Tegza N.V. Etiopathogenetic aspects of the boil of the maxillofacial region (literature review). *Modern Science: actual problems of theory and practice. Series: Natural and technical Sciences*. 2021;(12):209–216. doi: 10.37882/2223-2966/2021/12/25. (in Russian)
6. Ikramov G.A., Halmanov B.A., Abdurahmonova L.Sh. Modern methods of diagnosis and treatment of patients with maxillofacial boils. *Internauka*. 2021;21(1):27–29. (in Russian)
7. Andersen M.S., Hannezo E., Ulyanchenko S., Estrach S., Antoku Y., Pisano S., Boonekamp K.E., Sendrup S., Maimets M., Pedersen M. T., Johansen J.V., Clement D.L., Feral Ch.C., Simons B.D., Jensen K.B. Tracing the cellular dynamics of sebaceous gland development in normal and perturbed states. *Nat. Cell Biol.* 2019;21(8): 924–932. doi: 10.1038/s41556-019-0362-x
8. Kalinina O.V., Stepanova I.P. Development, structure and regulation of sebaceous glands present stage (literature review). *Acta Medica Eurasica*. 2025;(1):80–91. doi: 10.47026/2413-4864-2025-1-80-91. (in Russian)
9. Hou X., Wei Z., Zouboulis C.C., Qiang J. Aging in the sebaceous gland. *Front. Cell. Dev. Biol.* 2022;10:909694. doi: 10.3389/fcell.2022.909694
10. Azmahani A., Nakamura Y., Felizola S.J., Yohei Ozawa Y., Ise K., Inoue T., McNamara K.M., Doi M., Okamura H., Ch.C., Aiba S., Sasano H. Steroidogenic enzymes, their related transcription factors and nuclear receptors in human sebaceous glands under normal and pathological conditions. *J. Steroid. Biochem. Mol. Biol.* 2014;144:268–279. doi: 10.1016/j.jsbmb.2014.07.010
11. Silina L.V., Bilicheva T.V., Mjatenko N.I., Pereverzeva I.V. Structure, functions and significance of the skin microbiome in normal and pathological conditions. *Russian Medical Journal*. 2018;8(2):92–96. (in Russian)
12. Klimova I.S., Borodulina I.I., Pisarevsky U.L. The role of giperandrogenemia in development of chronic furunculosis and single furuncle of oral-facial region. *Siberian Scientific Medical Journal*. 2009;(3):46–50. (in Russian)
13. Kotljarov I.I., Kozlova A.A. International legal regulation of the protection of human rights in the field of biomedicine within the council of Europe. *Vestnik of Moscow University of the Ministry of Internal Affairs of Russia*. 2020;(7):200–204. doi: 10.24411/2073-0454-2020-10415. (in Russian)
14. Tarasenko S.V. *Oral Surgery*. Moscow: GEOTAR-Media; 2020. 672 p. (in Russian)
15. Ting J.S.T., Wong K.S.H., Periyasamy P., Ramli R. Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA) infection of the temple region of the face: Case report. *Medicine (Baltimore)*. 2025;104(24):e28284. doi: 10.1097/MD.00000000000042824
16. Clinical protocol "Diagnosis and treatment of patients (adult population) with infectious and inflammatory diseases of the soft tissues of the maxillofacial region" approved by Resolution No. 66 of the Ministry of Health of the Republic of Belarus dated 05.02.2023. Available at: <https://minzdrav.gov.by/ru/dlya-spesialistov/standarty-issledovaniya-i-lecheniya/stomatologiya.php> (accessed 28.06.2025). (in Russian)
17. Zhu D., Chung H.-F., Dobson A.J., Pandeya N., Giles G.G., Bruinsma F., Brunner E.J., Kuh D., Hardy R., Avis N.E., Gold E.B., Derby C.A., Karen A Matthews K.A., Cade J.C., Greenwood D.C., Demakakos P., Brown D.E., Sievert L.L., Anderson D., Hayashi K., Mishra G.D. Age at natural menopause and risk of incident cardiovascular disease: a pooled analysis of individual patient data. *Lancet Public Health*. 2019;4(11):e553–e564. doi: 10.1016/S2468-2667(19)30155-0
18. Marshall V.Dzh., Bangert S.K. *Clinical Biochemistry*. Moscow: Binom Publishing House; 2023. 408 p. (in Russian)
19. Novikova I.A. *Fundamentals of clinical laboratory analysis*. Minsk: Education and upbringing; 2025. 352 p. (in Russian)
20. Ingerlejb M.B. *Medical tests. The most comprehensive reference guide*. Moscow: AST Publishing House; 2024. 320 p. (in Russian)
21. Anan'ev O.L., Anan'eva O.V., Gerasina E.V., Kolokolov G.R., Poljanina A.Ju., Shashlova S.Ju., Shilov V.N., Aleshina L.V., Gamova I.V., Dvornikov S.V., Molchanov M.P., Pivovarov A.I., Eliseev Ju.Ju. *Up-to-date information on laboratory tests is at hand*. Moscow: Eksmo; 2024. 672 p. (in Russian)
22. Ishmanov M.Ju., Sertakov A.V., Solov'ev A.M. *250 health indicators*. Universal Reference Book. Moscow: Scientific Book; 2017. 602 p. (in Russian)
23. Petri A., Sjebin K. *Visual medical statistics*. Moscow: GEOTAR-Media; 2021. 232 p. (in Russian)
24. Mamaev A.N., Kudlaj D.A. *Statistical methods in medicine*. Moscow: Practical Medicine; 2021. 136 p. (in Russian)



<https://doi.org/10.34883/PI.2025.9.3.003>



Ceban V., Ceban M. ✉

Nicolae Testemitanu State University of Medicine and Pharmacy, Chisinau, Moldova

The Impact of Removable Partial Dentures on Periodontal Tissues and the Psychological State of Patients

Conflict of interest: nothing to declare.

Authors' contribution: all authors have made an essential contribution to the creation of the article.

Submitted: 22.09.2025

Accepted: 26.09.2025

Contacts: mariana.ceban@usmf.md

Abstract

Removable partial dentures, used in the treatment of partial edentulism, allow the restoration of the integrity of the dental arch, improvement of masticatory efficiency, aesthetic appearance, phonetic function, and prevention of tooth migration, functional disorders of the TMJ, masticatory and facial muscles, metabolic and psychological disorders. At the same time, they can represent a significant danger to the remaining teeth and their periodontium, the alveolar bone, the mucosa that covers it and the mucosa of the oral cavity, can increase the manifestations of gingivitis and periodontitis, favor the mobility not only of the supporting teeth, but also of the teeth of the opposing dental arch, increase the incidence of dental caries and represent a negative impact on the psychological state of patients.

Keywords: removable partial dentures, periodontal tissues, psychological state of patients

Чебан В., Чебан М. ✉

Государственный университет медицины и фармакологии
имени Николае Тестемицану, Кишинев, Молдова

Влияние съемных частичных зубных протезов на ткани пародонта и психологическое состояние пациентов

Конфликт интересов: не заявлен.

Вклад авторов: все авторы внесли существенный вклад в создание статьи.

Подана: 22.09.2025

Принята: 26.09.2025

Контакты: mariana.ceban@usmf.md

Резюме

Съемные частичные зубные протезы, применяемые при лечении частичной адентии, позволяют восстановить целостность зубной дуги, улучшить жевательную эффективность, эстетический вид, фонетическую функцию, а также предотвратить миграцию

зубов, функциональные нарушения височно-нижнечелюстного сустава, жевательных и мимических мышц, метаболические и психологические нарушения. В то же время они могут представлять значительную опасность для оставшихся зубов и их пародонта, альвеолярной кости, слизистой оболочки, покрывающей ее, и слизистой оболочки полости рта, усиливать проявления гингивита и пародонтита, влиять на подвижность не только опорных зубов, но и зубов противоположной зубной дуги, повышать заболеваемость кариесом и оказывать негативное влияние на психологическое состояние пациентов.

Ключевые слова: частичные съемные протезы, ткани пародонта, психологическое состояние пациентов

■ INTRODUCTION

Being a chronic disease, marginal periodontitis manifests by periodontal pockets, teeth migration, gum recession, discomfort or pain during mastication, aesthetic disturbances due to the disappearance of interdental papillae, and the appearance of teeth mobility [9, 10]. Treatment and prognosis of the disease depend on the degree of its development, the presence and success of previous treatment, clinical and technical capabilities, etc. [9, 12, 16, 17].

Partial edentulism is a wide spread pathology which most often occurs due to complications of dental caries, periodontal problems, traumatic injuries, tooth retention, tumors and cystic lesions, etc. [15]. Clinically, it can lead to teeth migration, phonetic changes, changes in appearance, and disorders of the temporomandibular joint, masticatory and facial muscles. Also, it can lead to dietary restrictions, leading to weight loss, self-doubt, and limited social activity, which can negatively impact quality of life and lead to psychological dissatisfaction [1]. Removable partial dentures are used to replace missing teeth and, in some clinical situations, lost bone support, to improve chewing efficiency, aesthetic appearance, phonetic function, prevent teeth migration, functional disorders of the temporomandibular joint and masticatory muscles, and metabolic disorders that may occur due to malnutrition due to chewing disorders. They may be preferable to fixed dentures for several reasons, including financial constraints, to facilitate hygienic access, or to overcome biomechanical problems associated with dental implants [11]. While being an excellent means of replacing missing teeth, removable partial dentures can also pose a significant risk to the remaining teeth and their periodontium, alveolar bone, the overlying mucosa, and the oral mucosa, and may even have a negative impact on the whole body [4, 6, 7, 13, 15]. Excessive functional loads on the remaining natural teeth can lead to additional mobility and their loss [1, 6]. According to some authors, the support elements of a removable partial denture promote the growth or alteration of oral bacterial flora and the formation of bacterial plaque, which can have a negative impact on oral comfort. It has been proven that PRP can increase the manifestations of gingivitis and periodontitis, promote the mobility of not only the supporting teeth but also the teeth of the opposite dental arch, and increase the incidence of dental caries [1, 5, 13]. These changes are explained by poor oral hygiene, increased accumulation of bacterial plaque and tartar, and the transmission of excessive forces to the periodontal structures from the occlusal surfaces of the PRP base [12]. The basic material of the removable denture



can also have a critical effect on the supporting tissues. Removable partial dentures with an acrylic base, being mechanically less rigid and, therefore, prone to fractures, have a more pronounced negative impact on the supporting teeth compared to dentures with a metal base. Metal-based removable partial dentures, with their significantly smaller volume, offer certain advantages over acrylic dentures, providing a stable base for the denture and more effective and easier oral hygiene maintenance. The higher rate of bone atrophy beneath the base of a nylon removable partial denture compared to an acrylic or skeletonized denture with a more limited base often limits the indications for their use. Research also shows that PRAPs cause more inflammation of the gingival tissue than skeletonized PRPs. Consequently, treatment with PRAPs may lead to more rapid loss of remaining natural teeth and may pose a higher risk of complete edentulism compared to other types of removable dentures. However, proper PRP design can significantly reduce the incidence of such problems [6, 7, 12, 19]. Adaptation to removable dentures is a complex and lengthy process that includes a range of adaptive responses to an active stimulus – the denture – and depends on its parameters, the nature and duration of its impact, the patient's personality type, gender, age, and mental and functional state [11, 14, 18, 20, 22]. Psychological dissatisfaction in patients after treatment of partial edentia with removable partial dentures, associated with the occurrence of injuries and ulcers on the oral mucosa during the adaptation period, increased salivation, pain and discomfort, lack of stability and retention, problems with chewing, diction or aesthetics, and depression, can affect the service life of the denture [2, 8, 12, 14, 18, 21, 23].

■ PURPOSE OF THE STUDY

Analysis of the impact of removable partial dentures on periodontal tissues and the psychological status of patients.

■ MATERIALS AND METHODS

To achieve the proposed goal, the analysis of the frequency and forms of manifestation of the so-called prosthetic periodontitis was carried out in 52 patients' clinical cases (28 m., 24 f.), aged between 47 and 86 years, residents of urban areas (57%) and rural areas (43%), with partial edentulism of different types according to the Kennedy classification, restored only with removable partial dentures made of different materials and designs, clinically and para-clinically examined with determination of the dento-periodontal status, referred to the University Dental Clinic No. 1 during the period March 2017 – March 2024 in their opinion with the aim of improving the quality of the previous treatment and the opportunity to change it. The inclusion of patients in the study was possible after obtaining their informed consent. The status of the opposing dental arch was noted and classified as: a) complete dental arch with natural teeth with or without fixed prosthetic treatment; b) partially edentulous dental arch with or without removable dentures; and c) completely edentulous dental arch with or without total removable dentures.

In addition to the quality assessment (fixation, stabilization, maintenance of the partially removable prosthesis, restoration of occlusal contacts, number and placement of fixation, stabilization and maintenance elements of the prosthesis, space between the base of the prosthesis and the mucosa of the prosthetic field), duration of wearing (2->8 years), attention was also paid to studying the wearing experience (permanently, only during the day, during eating, only for the time necessary to restore aesthetics), problems

related to the accumulation of food under the base of the prosthesis or on its external surface and on the external surface of the remaining teeth after eating (without retention of food, insignificant retention of food, significant retention of food, very pronounced retention of food with the creation of psychological problems) and the degree of patient satisfaction with these prostheses (satisfied, partially satisfied, dissatisfied).

The analysis of the correlation between age, sex, bad habits (smoking), design, age and type of wear (gradual or permanent) of removable partial dentures and the degree of accumulation of food debris on the denture was performed by comparing the data of the plaque index (PI), gingival index (GI), calculus index (CI). The condition of the periodontal tissues and their degree of damaging were determined by the appreciation of the depth of periodontal pockets (PD), tooth mobility (MD) according to Miller classification and the degree of gingival recession (GR) on both the supporting teeth and the remaining non-supporting teeth, the content of the periodontal pockets of the remaining teeth and the oral mucosa. The psychological impact of removable partial dentures on the psychological state of the patients was also evaluated by proposing to the patients to complete a questionnaire developed by us. The patient interrogation was conducted to clarify the patient's satisfaction with the fabricated prostheses and changes in quality of life after the application of the prostheses was carried out using special questionnaires by self-questioning the patient during the initial examination. The "Questionnaire of satisfaction with dental prostheses and their possible impact on the patient's psychological state" was developed for the purpose of this study to assess the degree of patient satisfaction with removable prostheses. It included 5 main evaluation criteria: 1) whether an aesthetic result was achieved; 2) efficiency of the act of mastication; 3) comfort of the gums during and outside the act of mastication; 4) fixation of the prosthesis; 5) stabilization of the prosthesis during the functions of mastication, speech and smiling. Each question was evaluated using three levels of satisfaction (1, 2, 3 points: 3 – satisfied; 2 – satisfied partially; 1 – unsatisfied).

■ RESULTS AND DISCUSSION

From 52 patients (28 m., 24 f.), aged between 47 and 86 years, more than 65% were patients over 65 years of age (table 1).

Were examined 32 PRPs made for the upper and 48 PRPs made for the lower jaw, used for treatment of partial edentulism classified according to Kennedy classification (table 2), from which were: a) partial removable prostheses with acrylic base (PRAP) – 32; b) partial removable skeletonized prostheses (PRSP) – 24 and c) partial removable nylon prostheses (PRNP) – 24.

Interrogation of patients showed that 46% of them were smokers (with experience between 12–36 years) and 54% were non-smokers.

All patients had different experiences with PPM fabrication (table 3).

Table 1
Distribution of patients by age and gender

	47–50	51–55	56–60	61–65	66–70	71–75	76–80	81–86	total
Man	2	2	2	4	5	6	5	2	28
Woman	1	1	3	3	5	5	4	2	24



Table 2
Distribution of PRPs number according to Kennedy classification

	Partial edentulism cl. I Kennedy			Partial edentulism cl. II Kennedy			Partial edentulism cl. III Kennedy			Partial edentulism cl. IV Kennedy		
	PRAP	PRSP	PRNP	PRAP	PRSP	PRNP	PRAP	PRSP	PRNP	PRAP	PRSP	PRNP
Maxillae 32	6	5	6	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Totally	17			6			6			6		
Mandible 48	10	7	6	4	2	2	4	2	2	2	2	2
Totally	23			8			8			6		

Table 3
Experience of PRP fabrication

For the first time	For the second time	For the third time
48%	40%	12%

The rate of removable partial dentures on the maxilla and mandible, including their duration of using and their characteristics, are shown in the table 4.

The analysis of the duration of partially removable dentures wearing is reported in table 5.

Table 4
Rate of removable partial dentures and duration of their using

The jaw	Up to one year	1–3 years	4–5 years	6–7 years	More than 8 years
Maxillae	18%	22%	34%	12%	14%
Mandible	16%	23%	36%	13%	12%
Fixation satisfied/unsatisfied	78%/22%	72%/28%	56%/44%	26%/74%	18%/72%
Stabilization satisfied/unsatisfied	72%/28%	70%/30%	62%/38%	36%/64%	16%/84%
Maintaining satisfied/unsatisfied	76%/24%	72%/28%	58%/42%	48%/52%	32%/68%
Indemnity of the PRP base with the mucosa of the prosthetic field satisfied/unsatisfied	86%/14%	78%/22%	57%/43%	25%/75%	12%/78%
Restoring occlusal contacts satisfied/unsatisfied	88%/12%	72%/28%	58%/42%	26%/74%	18%/72%
Vertical dimension of occlusion kept/decreased	96%/4%	78%/22%	58%/42%	28%/72%	8%/92%

Table 5
Duration of wearing of the denture

Denture wearing only in the daytime	Permanent denture wearing	Wearing the prosthesis only during meals	Wearing the prosthesis only for aesthetic reasons
58%	20%	18%	4%

Table 6
Food debris accumulation

	Absent	Minor	Moderate	Significant
Under the denture base	22%	28%	38%	12%
On all surfaces of the denture	38%	26%	18%	18%
On external surface of remaining teeth (without contact with the denture elements)	40%	14%	26%	20%

Data about food debris under the denture base accumulation, on the external surface of the removable denture and on the remaining teeth are shown in table 6.

Among the denture design features: most acrylic removable partial dentures (48%) had in their construction 2 open cervico-occlusal dental clasps made of Wipla wire with diameter of 0.6–0.8 mm, 12% – with 2 open cervico-alveolar dental clasps, 16% – with three open cervico-occlusal dental clasps made of Wipla wire with a diameter of 0.6–0.8 mm, 6% – with 4 open cervico-occlusal dental clasps made of Wipla wire with a diameter of 0.8mm. From PRSP: 68% had dental support using Acker clasps; 12% – dental support using Acker clasps in combination with Bonwill clasps; 18% – dental support using a semi-elastic attachment system and 2% – dental support using two telescopic crowns on the lower canines.

Among all partially removable dentures, was determined the following type of support – dental-periodontal – 36%, mucosal-bone – 42%, mixed dental-periodontal and mucosal-bone – 22%.

Knowing the etiological factors and risk factors of periodontal disease, the clinical data present in periodontal disease and based on the purpose of our detailed study, we studied the factors that could be related to the appearance of bacterial plaque and the accumulation of dental tartar (DT); gingival inflammation (GI); bleeding on probing (BP); changes in the depth of periodontal pockets (DPP), pathological tooth mobility (PTM) and gingival recessions (GR) on the supporting teeth and non-supporting teeth of the PRP as well as the accumulation of bacterial plaque on the partial removable denture itself (on the internal or mucosal surface; on the external surface). The difference in the data obtained on the supporting teeth and non-supporting teeth was also studied (table 7).

Table 7
Comparative clinical examination data

	Dental tartar (DT)	gingival inflammation (GI)	Bleeding on probing (BP)	average depth of periodontal pockets (DPP)	pathological tooth mobility (PTM) by Miller	gingival recession (GR)/class by Miller (1985)
Support teeth	Pronounced on external surfaces	Medium pronunciation	Appear easy	2–7 mm	Grade I–III	1–6 mm/cl. 1–4
Non-support teeth	Partially, on the external surfaces of the teeth close situated to the supporting teeth	Pronounced partially-medium	Selective on some teeth	1–3 mm	Grade 0–II	0–2 mm/cl. 1–2



Average DPP was measured from the gingival margin to the base of the periodontal pocket using a periodontal probe (PCP, UNC-15 and Hu-Friedy):

- for the determination of bacterial plaque, the Loe and Silness PLAQ plaque index (Löe & Silness, 1963) was used;
- pathological tooth mobility was assessed using the Miller classification (1985);
- gingival recession was assessed visually (type: narrow, wide) and using the periodontal probe (depth). The class of recession was also assessed using the Miller classification (1985);
- bleeding on probing (BP) was assessed using the periodontal probe, paying attention to the presence of possible contraindications (diabetes, thin fixed gingiva, risk of bleeding).

All clinical periodontal parameters were recorded at six measurement points (mesio-buccal, buccal, disto-buccal, mesio-lingual, lingual and disto-lingual) and introduced into periodontal chart of each patient.

It was observed that the abutment teeth showed a higher degree of dental calculus (DT), gingival inflammation (GI), periodontal pocket depth (DPP), pathological tooth mobility (PTM), gingival recession (GR) and pronounced bleeding on probing in patients wearing older removable dentures and in patients wearing permanent dentures than in patients wearing fractionally removable dentures. Similarly, the accumulation of food debris was observed on the external surfaces of the PRP, more noticeable in acrylic based dentures and elastic dentures with a fabrication time of more than 6 months, and on the surface of the metal frame of the PRSP located lingual ally on the abutment teeth, the gingival margin with the transition to the mucosal surface.

Microbiological analysis of periodontal pockets of patients in our study revealed a very wide diversity of present microorganisms, the quantity and quality of which was significantly changed after professional hygiene with the inclusion of rigorous hygiene measures at home – a fact that was demonstrated to patients and was a significant reason for observing oral hygiene subsequently. Table 8 presents the highest and lowest data of microbiological examinations and data of the Parodontoscreen examination (data from the MedExpert laboratory) of the patients included in the study.

Some Examples of the result of one of clinical case:

The removable partial denture remains one of the most frequently used in the treatment of partial edentulism, especially in severely compromised dentition. The main purpose of this prosthetic device is to restore the aesthetics and function of the oral cavity

Table 8
Data of microbiological exam and Parodontoscreen

	Streptococcus pyogenes	Staphylococcus aureus	Candida spp.	Veillonella parvula	Haemophilus parainfluenzae	Actinomyces oris
At the first visit	10 ⁹ UFC/ml)	10 ⁸ UFC/ml)	10 ⁵ UFC/ml)	10 ⁵ UFC/ml)	10 ⁶ UFC/ml)	10 ⁶ UFC/ml)
After hygienic procedures and local conservative treatment	10 ⁶ UFC/ml)	10 ⁵ UFC/ml)	10 ³ UFC/ml)	10 ⁴ UFC/ml)	10 ⁴ UFC/ml)	10 ³ UFC/ml)

Table 9**At the first visit****Paradontoscreen (Cantitatea microorganismelor in depunerile dentare moi si lichidul gingival)**

Denumirea	Rezultat cantitativ	Norma
Masa bacteriana totala	$10^8.1$	$<10^6.5$
Actinobacillus actinomycetemcomitans	Nu sunt decelati	$<10^4.0$
Porphyromorans gingivalis	$10^7.6$	$<10^5.0$
Prevotella intermedia	$10^6.4$	$<10^4.5$
Tannerella forsythensis	$10^6.6$	$<10^5.0$
Treponema denticola	$10^6.6$	$<10^3.5$
Candida albicans	Nu sunt decelati	$<10^4.5$

Table 10**After Gigienic procedures and conservative treatment****Paradontoscreen (Cantitatea microorganismelor in depunerile dentare moi si lichidul gingival)**

Denumirea	Rezultat cantitativ	Norma
Masa bacteriana totala	$10^8.0$	$<10^6.5$
Actinobacillus actinomycetemcomitans	Nu sunt decelati	$<10^4.0$
Porphyromorans gingivalis	$10^2.2$	$<10^5.0$
Prevotella intermedia	Nu sunt decelati	$<10^4.5$
Tannerella forsythensis	$10^3.4$	$<10^5.0$
Treponema denticola	$10^2.3$	$<10^3.5$
Candida albicans	Nu sunt decelati	$<10^4.5$

without further damage to the oral tissues. The data of our study showed that the shape, extension and material of the prosthesis base, the constructive features and especially the number, shape and positioning of the constructive parts also influence the periodontal condition. The negative impact of removable partial dentures on the periodontal tissue may be reduced by: reducing the volume of the prosthesis and as a result, reducing the surface area for colonization of microorganisms; careful selection of the prosthesis base material (with so-called anti-stick and anti-porous qualities); individual choice for each clinical case the type of prosthesis support, correct placement of the supporting, stabilizing and maintaining elements and mandatory ensuring good oral hygiene, including regular professional oral hygiene.

From discussions with patients, it was observed that they had difficulties in informing about the major importance of oral hygiene for preventing or progressing periodontal diseases. A very small part of the patients respected instructions to come regularly for professional hygiene after the application of PRP.

All patients noted that tooth loss significantly affected their psychological state, especially in the case of anterior tooth loss, which worried more than 80% of patients with this location of partial edentulousness, who were significantly concerned about their appearance; over 92% felt embarrassed about wearing removable dentures and found it difficult to take care of them; almost 90% of the patients prefer to see more education regarding oral care, prevention of periodontal disease, lack of pain during dental treatment, problems related to their remaining natural teeth and their desire to



avoid necessity for complete dentures, as well as questions that would help to reduce the level of anxiety associated with visiting the dentist.

Our study confirmed that most patients may still have emotional, social and practical needs, which should not only be strictly taken into account by the dentist at prescribing a PPM treatment, but also well, simply and accessible to the individual level of understanding explained to the patient. But we want to mention that the dentist should also be given the opportunity to include certain categories of patients in various social programs, which would allow providing dental care to patients who do not have sufficient financial resources, with the inclusion of more students and residents in the development of these programs, who would also have the opportunity to participate more actively in the dental health of the population.

■ CONCLUSIONS

1. The use of PRP can lead to harmful changes in the quality and quantity of bacterial plaque. The implementation of rigorous hygiene of both the oral cavity and the denture can compensate for these changes.
2. The design of the PRP and the material from which it is made is in direct correlation with the degree of damage of the periodontal health of the remaining teeth.
3. The negative effect on gingival health apparently due to the covering of the gingival margin with the denture base requires recommending, if possible, to place the denture margins away from the gingival margin with preferably dento-periodontal support using.
4. Patients wearing PRP remain under the influence of continuous psychological impact and require more information about oral hygiene and hygiene of removable dentures.

■ REFERENCES

1. Adriana da Fonte Porto Carreiro PhD, Kassia de Carvalho Dias PhD. Periodontal Conditions of Abutments and Non-Abutments in Removable Partial Dentures over 7 Years of Use. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/jopr.12449>
2. Akeel RF. Effect of the quality of removable prostheses on patient satisfaction. *J Contemp Dent Pract.* 2009;10:E057-64.
3. Al-Rafee Mohammed A. The epidemiology of edentulism and the associated factors. A literature Review. *Journal of Family Medicine and Primary Care.* 2020;9(4):1841-1843. doi: 10.4103/jfmpc.jfmpc_1181_19
4. Avetisyan A, Markaryan M, Rokaya D, Tovani-Palone MR, Zafar MS, Khurshid Z, Vardanyan A, Heboyan A. Characteristics of Periodontal Tissues in Prosthetic Treatment with Fixed Dental Prostheses. *Molecules.* 2021 Mar 2;26(5):1331. doi: 10.3390/molecules26051331. PMID: 33801337; PMCID: PMC7958327.
5. Bazirgan MK, Bates JF. Effect of clasp design on gingival health. *J Oral Rehabil.* 1987;14:271-281.
6. Bergman B. Periodontal reactions related to removable partial dentures: a literature review. *J Prosthet Dent.* 1987 Oct;58(4):454-8. doi: 10.1016/0022-3913(87)90275-7. PMID: 3312584.
7. Bissada N.F., Ibrahim S.J., Barsoum W.M. Gingival response to various types of removable partial dentures. *Journal of Periodontology,* 1974;45:651-659. <https://doi.org/10.1902/jop.1974.45.9.651>
8. Bilhan H, Erdogan O, Ergin S, et al. Complication rates and patient satisfaction with removable dentures. *J Adv Prosthodont.* 2012;4:109-15.
9. Carranza FA, Bernard GW. Carranza's Clinical Periodontology, ed 9, WB Saunders Philadelphia (pp 36-57). Newman MG. *Carranza's clinical periodontology.* 11th ed. Elsevier; 2011.
10. Christersson LA, Zambon JJ, Genco RJ. Dental bacterial plaques: Nature and role in periodontal disease. *J Clin Periodontol.* 1991;18:441-446.
11. Cosme DC, Baldisserotto SM, Fernandes Ede L, et al. Functional evaluation of oral rehabilitation with removable partial dentures after five years. *J Appl Oral Sci.* 2006;14:111-6.
12. Daniela Garcia Ribeiro, Ana C. Pavarina, Eunice Teresinha Giampaolo, et al. Effect of oral hygiene education and motivation on removable partial denture wearers: longitudinal study. *J Gerodontology.* 2009 Jun;26(2):150-6.
13. Dubravka Knezovic Zlataric, Asja Celebic, Melisa Valentic-Peruzovic. The effect of Removable Partial Dentures on Periodontal Health of Abutment and Non-Abutment Teeth. *Journal of Periodontology,* feb. 2002.
14. Geramipana F, Asadi G. Post insertion problems of removable prosthesis: Causes, diagnosis, and treatment. *J Islam Dent Assoc Iran.* 2006;18:34-43.
15. Ismoilov I. Changes in the oral cavity of patients with partial secondary edentulism. *Ethiopian International Journal of Multidisciplinary Research.* 2024;11(06).

16. Karasneh, J.A., Al Habashneh, R.A., Marzouka, N.A.S. *et al.* Effect of cigarette smoking on subgingival bacteria in healthy subjects and patients with chronic periodontitis. *BMC Oral Health* **17**, 64 (2017). <https://doi.org/10.1186/s12903-017-0359-4>
17. Mine K, Fueki K, Igarashi Y. Microbiological risk for periodontitis of abutment teeth in patients with removable partial dentures. *J Oral Rehabil.* 2009 Sep;36(9):696-702. doi: 10.1111/j.1365-2842.2009.01982.x. Epub 2009 Jul 23. PMID: 19650858.
18. Koyama S, Sasaki K, Yokoyama M, et al. Evaluation of factors affecting the continuing use and patient satisfaction with removable partial dentures over 5 years. *J Prosthodont Res.* 2010;54:97-101.
19. McCord JF, Grey NJ, Winstanley RB, Johnson A. A clinical overview of removable prostheses:3. Principles of design for removable partial dentures. *Dent Update.* 2002;29:474-81.
20. Mojon P, Reuntsch A, Butz-Jorgensen E. Relationship between prosthodontic status, caries and periodontal disease in a geriatric population. *Int J Prosthodont.* 1995;8:564-571.
21. De Siqueira GP, dos Santos MB, dos Santos JF, Marchini L. Patients' expectation and satisfaction with removable dental prosthesis therapy and correlation with patients' evaluation of the dentists. *Acta Odontol Scand.* 2013;71:210-4.
22. Jeyapalan V, Krishnan CS. Partial Edentulism and its Correlation to Age, Gender, Socio-economic Status and Incidence of Various Kennedy's Classes- A Literature Review. *J Clin Diagn Res.* 2015 Jun;9(6):ZE14-7. doi: 10.7860/JCDR/2015/13776.6124. Epub 2015 Jun 1. PMID: 26266237; PMCID: PMC4525628.
23. Zlataric DK, Celebic A. Factors related to patients' general satisfaction with removable partial dentures: A stepwise multiple regression analysis. *Int J Prosthodont.* 2008;21:86-8.



<https://doi.org/10.34883/PI.2025.9.3.004>
УДК 616.311-002-006.6-071



Карпук Н.А. ✉, Самсонова И.В.

Витебский государственный ордена Дружбы народов медицинский университет,
Витебск, Беларусь

Экспрессия маркеров Ki-67, p53, PCNA при лейкоплакии и плоскоклеточном раке слизистой оболочки рта

Конфликт интересов: не заявлен.

Вклад авторов: все авторы внесли существенный вклад в написание статьи.

Подана: 10.09.2025

Принята: 22.09.2025

Контакты: ikarpuk@mail.ru

Резюме

Целью исследования явилась оценка экспрессии иммуногистохимических маркеров p53, Ki-67, PCNA при лейкоплакии (ЛСОР) с плоскоклеточными интраэпителиальными поражениями низкой степени и плоскоклеточном раке слизистой оболочки рта. После иммуногистохимической обработки гистологических образцов экспрессия маркеров анализировалась по распределению в слоях эпителия, интенсивности и площади окрашивания. Цифровые изображения анализировались в программе Image J ver.1.52. Статистическая обработка проводилась с помощью Microsoft Excel для Windows.

Установлена прямая связь увеличения площади экспрессии Ki-67 с нарастанием неопластической трансформации клеток. Площадь окрашивания была достоверно больше при ЛСОР с плоскоклеточными интраэпителиальными поражениями низкой степени и РСОР, чем при ЛСОР без интраэпителиальных поражений.

Выявление Ki-67 позволило четко разграничить нормальный эпителий, лейкоплакию без атипии и дисплазию различной степени по выявлению пролиферативной активности в базальном, парабазальном и шиповатом слоях соответственно.

Распределение PCNA и p53 не имело дифференциальной диагностической значимости в разграничении вышеперечисленных состояний, так как маркеры выявлялись в ядрах клеток всех слоев эпителия.

В хорошо дифференцированных опухолях с ороговением экспрессия Ki-67, PCNA и p53 была в основном ограничена периферическими слоями опухолевых очагов и отсутствовала в раковых жемчужинах, в то время как в менее дифференцированных поражениях наблюдалось диффузное распределение иммунопозитивных клеток.

При оценке интенсивности окрашивания p53 и PCNA отмечалось ее нарастание от нормы к неоплазии, что может свидетельствовать о нарушениях в гене-онкосупрессоре p53 и избыточной пролиферации на фоне нарушенного апоптоза. Анализ результатов цитологической диагностики и пролиферативной активности эпителия, определяемой иммуногистохимически, показал наличие сильной корреляции между ЯЦО эпителиоцитов при раке СОР и экспрессией Ki-67 ($R_{\text{Spearman}} = 0,8$; $p < 0,05$)

и между ЯЦО эпителиоцитов при ЛСОР с плоскоклеточными интраэпителиальными поражениями низкой степени и Ki-67 ($R_{\text{Spearman}}=0,78$; $p<0,05$).

Ключевые слова: иммуногистохимия, лейкоплакия, плоскоклеточные интраэпителиальные поражения низкой степени, плоскоклеточный рак, слизистая оболочка рта, Ki-67, PCNA, p53

Karpuk N. ✉, Samsonova I.

Vitebsk State Order of People's Friendship Medical University, Vitebsk, Belarus

Expression of Ki-67, p53, and PCNA Markers in Leukoplakia and Squamous Cell Carcinoma of the Oral Mucosa

Conflict of interest: nothing to declare.

Authors' contribution: all authors made a significant contribution to writing the article.

Submitted: 10.09.2025

Accepted: 22.09.2025

Contacts: ikarpuk@mail.ru

Abstract

The purpose of the study was to evaluate the expression of immunohistochemical markers p53, Ki-67, PCNA in leukoplakia (LOM) and squamous cell carcinoma of the oral mucosa (SCCOR).

After immunohistochemical processing of histological samples, the expression of markers was analyzed by distribution in the epithelial layers, intensity and area of staining. Digital images were analyzed in Image J ver.1.52. Statistical processing was performed using Microsoft Excel for Windows.

A direct relationship was established between an increase in the area of Ki-67 expression and an increase in neoplastic transformation of cells. The staining area was significantly larger in LSOR with low-grade squamous intraepithelial lesions and SCCOR than in LOM without intraepithelial lesions.

The detection of Ki-67 allowed us to clearly differentiate between normal epithelium, leukoplakia without atypia, and dysplasia of varying degrees based on the detection of proliferative activity in the basal, parabasal, and spinous layers, respectively.

The distribution of PCNA and p53 had no differential diagnostic significance in distinguishing the above-mentioned conditions, since the markers were detected in the nuclei of cells of all epithelial layers.

In well-differentiated tumors with keratinization, the expression of Ki-67, PCNA and p53 was mainly limited to the peripheral layers of tumor foci and was absent in cancer pearls, while in less differentiated lesions, a diffuse distribution of immunopositive cells was observed.

When assessing the intensity of p53 and PCNA staining, an increase from the norm to neoplasia was noted, which may indicate disturbances in the p53 tumor suppressor gene and excessive proliferation against the background of impaired apoptosis. Analysis of the



results of cytological diagnostics and proliferative activity of the epithelium, determined by immunohistochemistry, showed a strong correlation between the NCR of epithelial cells in OM cancer and the expression of Ki-67 ($R_{\text{Spearman}}=0.8$; $p<0.05$) and a moderate correlation between the NCR of epithelial cells in LOM with low-grade squamous intraepithelial lesions and Ki-67 ($R_{\text{Spearman}}=0.78$; $p<0.05$).

Keywords: immunohistochemistry, leukoplakia, low-grade squamous intraepithelial lesions, squamous cell carcinoma, oral mucosa, Ki-67, PCNA, p53

■ ВВЕДЕНИЕ

Своевременная диагностика неопластических заболеваний слизистой оболочки рта (СОР) по-прежнему остается актуальной проблемой стоматологии, так как опухоли челюстно-лицевой области отличаются большим разнообразием как морфологического строения, так и клинических проявлений [1].

Одним из патогенетических звеньев злокачественной трансформации СОР являются нарушения пролиферации и дифференцировки эпителия с развитием дисплазии [2].

С точки зрения оценки стадийности злокачественной трансформации наиболее целесообразно использование классификации ВОЗ, принятой в 2005 г., в которой вводится понятие «эпителиальный предрак», к нему относятся ЛСОР и эритроплакия СОР. Согласно этой классификации лейкоплакия СОР делится на несколько видов: плоскоклеточная гиперплазия (лейкоплакия без атипии), лейкоплакия с низкой степенью дисплазии, лейкоплакия со средней степенью дисплазии и лейкоплакия с высокой степенью дисплазии. Для последних 3 видов лейкоплакии было введено понятие плоскоклеточной внутриэпителиальной неоплазии (Squamous Intraepithelial Neoplasia – SIN) или дисплазии от I до III степени в зависимости от тяжести [3].

Отклонения от нормы принято обозначать латинскими буквами, а именно: если поражения эпителия выражены не явно, то это обозначается как плоскоклеточная внутриэпителиальная неоплазия низкой степени (ПВННС), или Low-Grade, или LSIL (Low-Grade Squamous Intraepithelial Lesions), а атипию клеток эпителиальной ткани высокой степени обозначают как HSIL (High-Grade Squamous Intraepithelial Lesions) [4].

Однако даже при наличии клинических и гистологических данных оценить степень дисплазии эпителия и/или стадию малигнизации на практике бывает сложно. Особенно это относится к дифференциальной диагностике SIN III и рака *in situ*. Поэтому необходим поиск дополнительных диагностических критериев, позволяющих более точно определить степень дисплазии при ЛСОР и малигнизацию [5, 6].

Экспрессия Ki-67 позволяет выделить опухолевые клетки, находящиеся в активной фазе клеточного цикла на всем его протяжении (G1-, S-, G2- и M-фазы). На заключительных стадиях митоза выработка Ki-67 резко снижается, а в G0-периоде падает до неопределяемого уровня. Таким образом, демонстрация Ki-67 указывает на стадию пролиферации клетки, а не является просто остаточным свидетельством того, что клетка поделилась. В репарации ДНК Ki-67 не участвует [7].

Маркер Ki-67 довольно широко изучен при дисплазии эпителия СОР. Было продемонстрировано, что ген Ki-67 подвергается избыточной экспрессии в эпителиальных клетках предраковых и злокачественных поражений полости рта. При этом доля

клеток, позитивных по Ki-67, часто коррелирует с клиническим течением заболевания [20]. Многие исследования показали, что повышенный Ki-67 указывает на плохой прогноз при ПКР СОР и имеет существенную положительную связь с гистологической оценкой злокачественности [8].

PCNA – ядерный антиген пролиферирующих клеток, который играет важную роль в метаболизме нуклеиновых кислот, принимает участие в процессе репликации и репарации [3]. Он образует гомотримерное кольцо, которое охватывает ДНК и скользит вдоль нее, закрепляя ДНК-полимеразы и другие ферменты, редактирующие ДНК [28]. Кроме того, было показано, что PCNA взаимодействует с клеточными белками, участвующими в регуляции клеточного цикла и прохождении контрольных точек [9].

Несмотря на свое название, PCNA не специфичен для пролиферации [20]. Более того, хотя PCNA и является в основном ядерным белком, часть его все-таки может присутствовать и в цитоплазме. Роль PCNA в процессах, происходящих в хроматине, хорошо известна и интенсивно изучается, а в цитоплазме PCNA чаще рассматривается в лучшем случае как артефакт, несмотря на то что имеется много публикаций, касающихся внеядерной локализации [10].

Накоплено достаточно данных, подтверждающих функциональный вклад цитоплазматического PCNA, а именно: его участие в регуляции апоптоза путем связывания с прокаспазами и в регуляции активных форм кислорода; ингибирование активации естественных клеток-киллеров в раковых клетках, тем самым помогая им избежать воздействия иммунной системы; стимуляция гликолиза. В исследованиях на клеточных культурах опухолевые клетки имели значительно более высокий уровень PCNA, чем нормальные, даже в случае одинаковой скорости деления, поэтому предполагается, что это повышение может быть связано не с усилением пролиферации, а с метаболическим перепрограммированием, облегчая инвазию, метастазирование раковых клеток и их уклонение от клеток иммунной системы [11, 12].

Таким образом, до настоящего времени степень выраженности процессов апоптоза и пролиферации при дисплазиях эпителия СОР окончательно не определена, а имеющиеся в литературе данные немногочисленны и противоречивы [13], что обуславливает необходимость исследования выраженности и прогностической информативности различных патоморфологических и иммуногистохимических признаков в многослойном плоском эпителии на примере ЛСОР.

■ ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ

Оценка экспрессии иммуногистохимических маркеров p53, Ki-67, PCNA при лейкоплакии (ЛСОР) с плоскоклеточными интраэпителиальными поражениями низкой степени и плоскоклеточном раке слизистой оболочки рта (ПРСОР).

■ МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследовались биоптаты СОР пациентов с гистологически верифицированными лейкоплакией (с плоскоклеточными интраэпителиальными поражениями низкой степени и без) и плоскоклеточным раком. Серийные срезы окрашивали иммуногистохимически с использованием моноклональных антител к Ki-67, p53 и PCNA. В качестве контроля для сравнения использовались образцы с нормальным эпителием СОР.



Группировку опытных образцов осуществляли в зависимости от гистологического диагноза с учетом патоморфологической классификации ВОЗ (2005 г.), согласно которой при клиническом диагнозе «лейкоплакия» можно выявить очаговую эпителиальную гиперплазию без атипии либо с ПВННС.

Для оценки экспрессии маркеров были выделены следующие морфологические группы: лейкоплакия без атипии (ЛСОР без ПВННС), включая базальную и парабазальную гиперплазию, акантоз, гиперкератоз, лейкоплакия с плоскоклеточными интраэпителиальными поражениями низкой степени (ЛСОР с ПВННС), ПРСОР различной степени дифференцировки.

Для оценки результатов окрашивания использовали систему компьютерного анализа изображений (микроскоп Leica DM2000 с цифровой камерой и лицензионной программой Leica application Suite ver.3.6.0). Дальнейшую обработку цифровых изображений и количественную оценку ИГХ-окрашивания проводили в программе Image J ver.1.52.

Показатели экспрессии маркеров изучали на 5–20 наиболее репрезентативных полях зрения при увеличении $\times 400$. Учитывались все позитивно окрашенные ядра любой степени интенсивности. Для анализа экспрессии маркеров использовали следующие параметры:

1. Распределение маркеров в слоях эпителия.
2. Интенсивность окрашивания в каждом образце (для PCNA и p53).
3. Площадь окрашивания (ПО) (%), все поле зрения принимались за 100% (для Ki-67).

Распределение маркера оценивалось по наличию окрашивания в базальном, парабазальном, шиповатом слоях эпителия, на периферии и в центре опухолевых комплексов.

Интенсивность окрашивания характеризовали на основе субъективной оценки как слабую (светло-коричневое), умеренную (коричневое) или высокую (темно-коричневое).

Статистическая обработка результатов исследования проводилась с помощью программы Microsoft Excel для Windows. Критическое значение уровня значимости при проверке статистических гипотез принималось равным 5%, $p < 0,05$.

■ РЕЗУЛЬТАТЫ

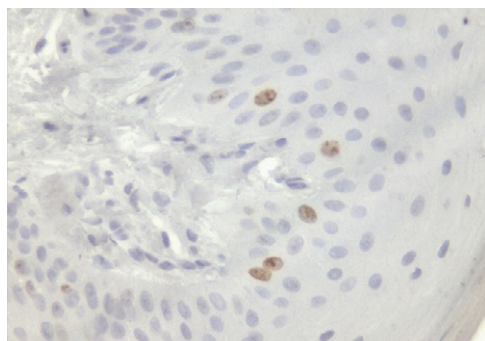
В ходе исследования гистологический диагноз сопоставляли с результатами количественной и качественной оценки иммуногистохимического окрашивания.

Экспрессию белка Ki-67 в виде ядерного окрашивания различной интенсивности в неизмененном эпителии СОР выявляли преимущественно в базальном слое (рис. 1), а ПО составляла $M=0,66$ [0,25; 1,0].

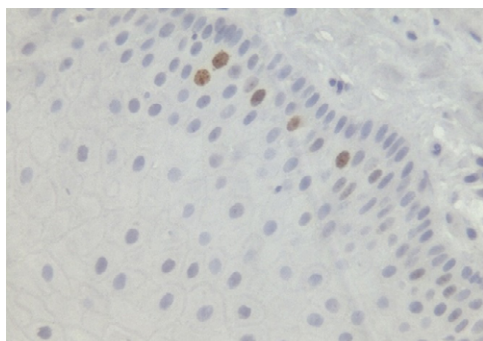
При лейкоплакии без атипии значительная пролиферативная активность отмечалась и в парабазальном слое (рис. 2), $M=1,56$ [0,63; 1,9].

В группе образцов с ЛСОР с ПВННС иммунопозитивные клетки располагались дополнительно в шиповатом слое эпителия (рис. 3), $M=5,27$ [4,71; 5,9].

При ПРСОР архитектура ткани была значительно нарушена и пролиферирующие клетки присутствовали во всех слоях эпителия, а также на периферии раковых комплексов в случаях с орогованием (рис. 4) либо диффузно (в центре и на периферии) в случае неороговевающего рака (рис. 5), $M=6,8$ [3,8; 10,05].



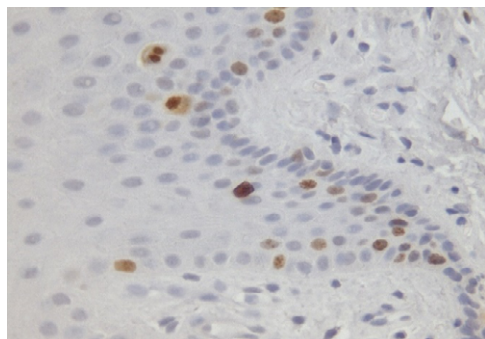
A



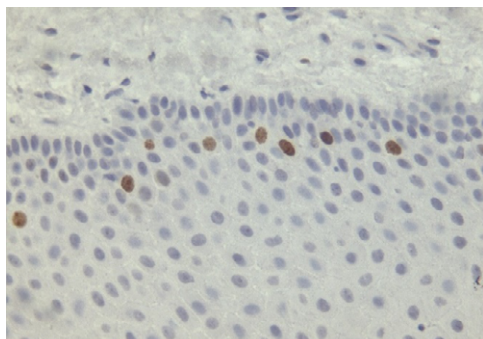
B

**Рис. 1. ИГХ-исследование экспрессии Ki-67 в нормальном эпителии СОР. Увеличение $\times 400$:
А – ПО=0,75%; В – ПО=0,42%**

Fig. 1. IHC study of Ki-67 expression in normal epithelium of the gastrointestinal tract. Magnification $\times 400$: A – PO=0.75%; B – PO=0.42%



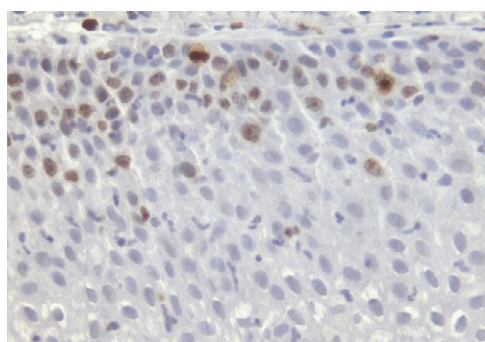
A



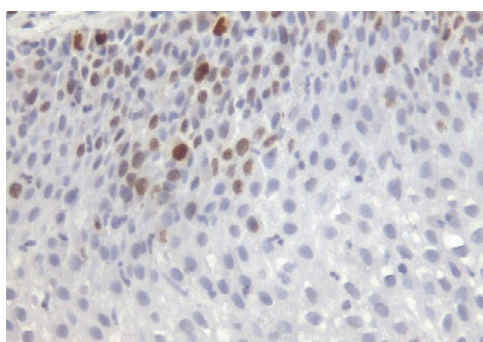
B

**Рис. 2. ИГХ-исследование экспрессии Ki-67 при ЛСОР без ПВННС. Увеличение $\times 400$: А – ПО=1,66%;
В – ПО=0,79%**

Fig. 2. IHC study of Ki-67 expression in LOM without LSIL. Magnification $\times 400$: A – PO=1.66%; B – PB=0.79%



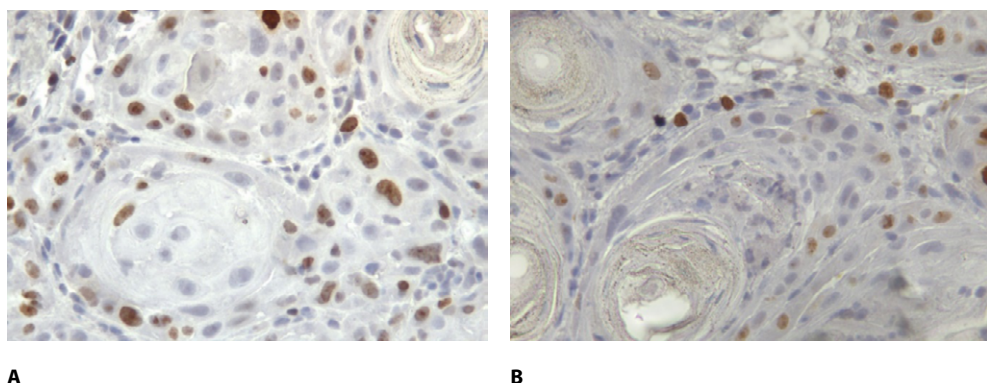
A



B

**Рис. 3. ИГХ-исследование экспрессии Ki-67 при ЛСОР с ПВННС. Увеличение $\times 400$: А – ПО=5,66%;
В – ПО=4,87%**

Fig. 3. IHC study of Ki-67 expression in LOM with LSIL. Magnification $\times 400$: A – PO=5.66%; B – PO=4.87%



A

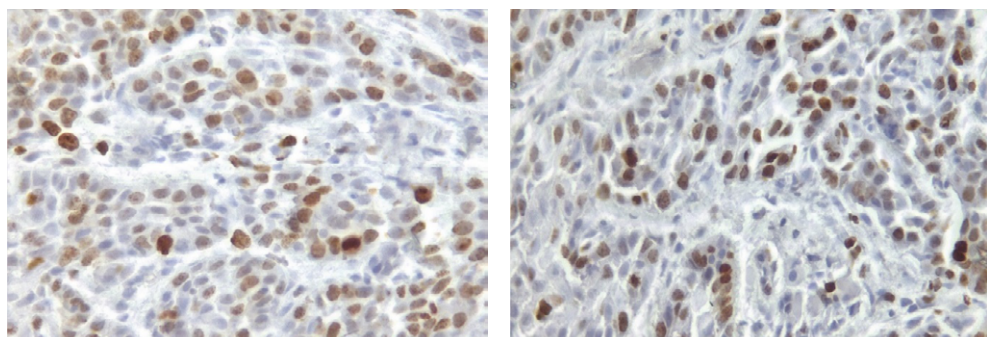
B

Рис. 4. ИГХ-исследование экспрессии Ki-67 при ороговевающем ПРСОР. Увеличение $\times 400$:
А – ПО=5,17%; В – ПО=2,69%

Fig. 4. IHC study of Ki-67 expression in keratinizing OSCC. Magnification $\times 400$: А – PO=5.17%;
В – PO=2.69%

Уровень экспрессии Ki-67 по ПО (табл. 1, 2) достоверно различался между парами групп: ЛСОР без ПВННС и ПРСОР ($p=0,000008$), ЛСОР без ПВННС и ЛСОР с ПВННС ($p=0,001$). Между образцами ЛСОР с ПВННС и ПРСОР статистически значимых различий не обнаружено ($p=0,23$). При этом была установлена прямая связь нарастания площади экспрессии Ki-67 с гистологическими изменениями СОР. С нарастанием неопластической трансформации клеток ПО закономерно увеличивалась и была достоверно больше при внутриэпителиальной дисплазии и ПРСОР, чем при ЛСОР без ПВННС. Близкие значения ПО при дисплазии и ПРСОР позволяют рассматривать маркер Ki-67 в качестве прогностического фактора при оценке риска малигнизации.

На наш взгляд, использование Ki-67 как маркера пролиферации более рационально, чем PCNA, так как Ki-67 имеет короткий период полураспада, поэтому остаточное окрашивание после митоза незначительно. PCNA же недостаточно специфичен,



A

B

Рис. 5. ИГХ-исследование экспрессии Ki-67 при неороговевающем ПРСОР. Увеличение $\times 400$:
А – ПО=11,92%; В – ПО=7,05%

Fig. 5. IHC study of Ki-67 expression in nonkeratinizing OSCC. Magnification $\times 400$: А – PO=11.92%;
В – PO=7.05%

Таблица 1
Оценка экспрессии Ki-67 по площади окрашивания
Table 1
Evaluation of Ki-67 expression by staining area

Группа образцов	Число единиц наблюдения n	Средняя арифметическая M, %	Стандартное квадратичное отклонение SD, %	Средняя ошибка средней арифметической m, %
ЛСОР без ПВННС	21	1,56	0,39	0,12
ЛСОР с ПВННС	23	5,27	1,22	0,86
ПРСОР	20	6,8	2,53	0,84

Таблица 2
Оценка достоверности различий в экспрессии Ki-67 по площади окрашивания в исследуемых группах образцов
Table 2
Assessment of the reliability of differences in Ki-67 expression by staining area in the studied groups of samples

№	Пара групп для сравнения	t-критерий Стьюдента	Уровень значимости различий p
1	ПРСОР	6,18	0,000009
	ЛСОР без ПВННС		
2	ПРСОР	1,27	0,23
	ЛСОР с ПВННС		
3	ЛСОР без ПВННС	4,27	0,001
	ЛСОР без ПВННС		

длительно сохраняется после деления клетки и имеет частую ядерную делокализацию антигена.

Во всех образцах с PCNA и p53 наблюдаемое положительное окрашивание было не только эпителиальным внутриядерным, но и слабым эпителиальным цитоплазматическим и даже соединительнотканым, что ограничивало возможность определения в них ПО.

Экспрессию белка p53 слабой и умеренной интенсивности отмечали в ядрах клеток в неизменном эпителии и при ЛСОР во всех слоях эпителия СОР (рис. 6). При нарастании признаков неопластической трансформации количество иммунопозитивных клеток увеличивалось во всех слоях эпителия. Максимальные значения интенсивности окрашивания имели место при ПРСОР во всех слоях эпителия и в раковых комплексах, при этом в случаях с ороговением в области раковых жемчужин отмечалось очень слабое окрашивание либо полное его отсутствие.

Экспрессия маркера PCNA выявлялась во всех слоях эпителия в норме и при патологии (рис. 7). В группе ЛСОР без ПВННС интенсивность варьировалась от слабой до умеренной, в частности при акантозе интенсивность выше, чем при парабазальной гиперплазии. Следует отметить, что дисплазия эпителия в нашем исследовании морфологически была отнесена к легкой степени тяжести, однако уже определялось сравнительно большее, чем при ЛСОР без ПВННС, количество положительно окрашенных ядер умеренной и высокой интенсивности. При ПРСОР отмечалась наибольшая выраженность окрашивания как в эпителии, так и в области раковых комплексов, за исключением зон раковых жемчужин, где окрашивание отсутствовало.

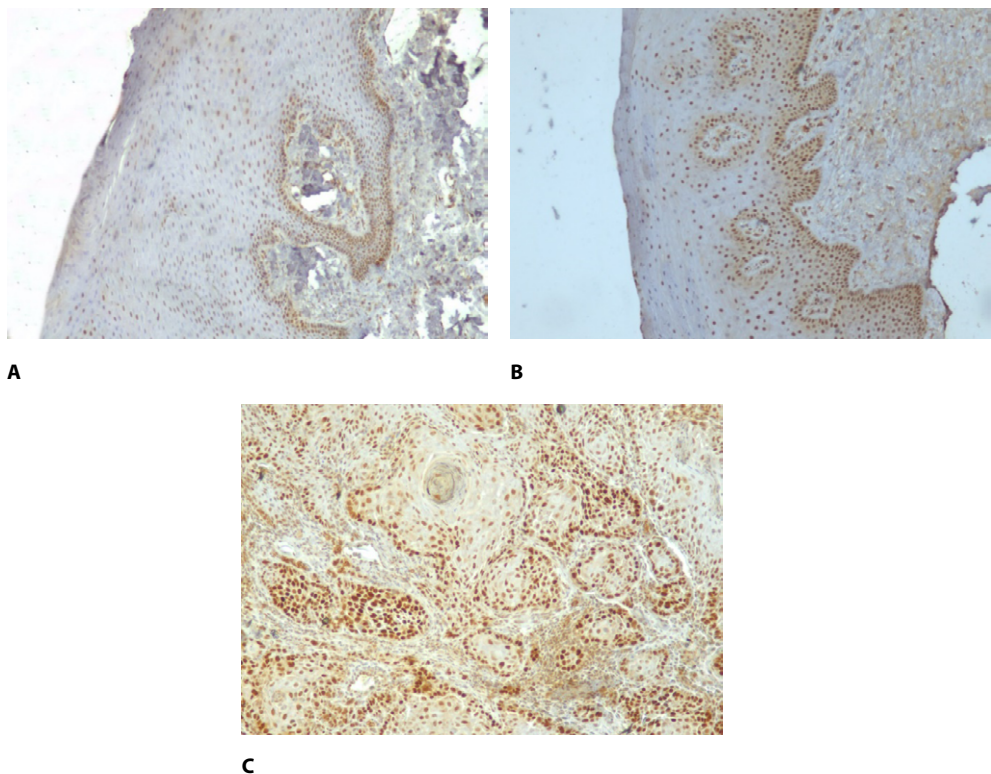


Рис. 6. ИГХ-исследование экспрессии p53 в эпителии СОР. Увеличение $\times 100$: А, В – ЛСОР без ПВННС; С – ПРСОР
Fig. 6. IHC study of p53 expression in the epithelium of the OM. Magnification $\times 100$: А, В – LOM without LSIL; С – OSCC

Таким образом, характер распределения экспрессии исследуемых маркеров в образцах также различался (табл. 3, 4). Изучение образцов, окрашенных Ki-67, позволило четко разграничить нормальный эпителий, лейкоплакию без атипии и дисплазию различной степени по выявлению пролиферативной активности в базальном,

Таблица 3
Оценка экспрессии Ki-67 по распределению в эпителии СОР
Table 3
Evaluation of Ki-67 expression by distribution in the epithelium of the OM

Ki-67	Базаль- ный слой	Параба- зальный слой	Слой шиповатых клеток	Периферическая зона опухоле- вых комплексов	Центральная зона опухолевых комплексов
Норма	+	-/+	-	-	-
ЛСОР без ПВННС	+	+	-	-	-
ЛСОР с ПВННС	+	+	+	-	-
ПРСОР без ороговения	+	+	+	+	+
ПРСОР с ороговением	+	+	+	+	-/+

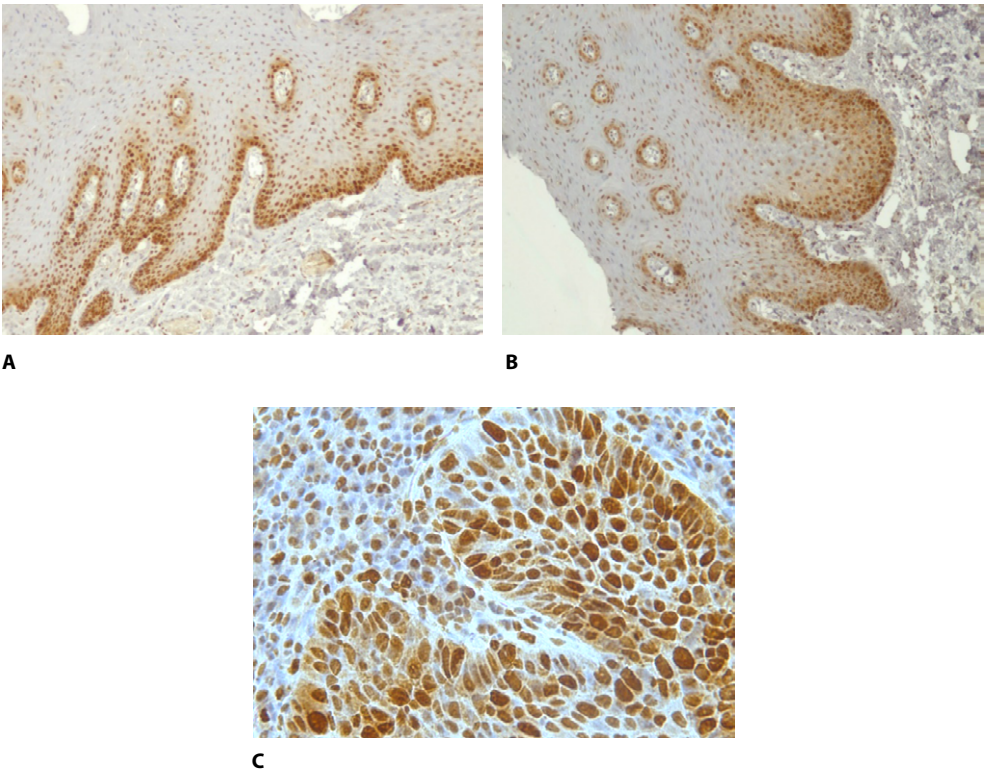


Рис. 7. ИГХ-исследование экспрессии PCNA в эпителии СОР. Увеличение $\times 100$ (A, B), увеличение $\times 400$ (C): A – ЛСОР без ПВННС; B – ЛСОР с ПВННС; C – ПРСОР
Fig. 7. IHC study of PCNA expression in the epithelium of the LSOR. Magnification $\times 100$ (A, B), magnification $\times 400$ (C): A – LOM without LSIL; B – LOM with LSIL; C – OSCC

парабазальном и шиповатом слоях соответственно. PCNA и p53 выявлялись в ядрах клеток всех слоев эпителия при вышеперечисленных состояниях, что ограничивает их дифференциальную диагностическую значимость.

В случае ПРСОР наблюдалось 2 типа экспрессии всех представленных маркеров. В хорошо дифференцированных опухолях с ороговением экспрессия была в

Таблица 4
Оценка экспрессии PCNA и p53 по распределению в эпителии СОР
Table 4
Evaluation of PCNA and p53 expression by distribution in the epithelium of the OM

PCNA и p53	Базаль- ный слой	Параба- зальный слой	Слой ши- поватых клеток	Периферическая зона опухолевых комплексов	Центральная зона опухолевых комплексов
Норма	+	+	+	–	–
ЛСОР без ПВННС	+	+	+	–	–
ЛСОР с ПВННС	+	+	+	–	–
ПРСОР без ороговения	+	+	+	+	+
ПРСОР с ороговением	+	+	+	+	–/+



основном ограничена периферическими слоями опухолевых очагов, в то время как в менее дифференцированных поражениях наблюдалось диффузное распределение иммунопозитивных клеток. Экспрессия всех маркеров не наблюдалась в клеточных элементах раковых жемчужин, что, по нашему мнению, связано с их высокой степенью дифференцирования и потерей способности к делению.

При оценке интенсивности окрашивания p53 и PCNA отмечалось ее нарастание от нормы к неоплазии, что может свидетельствовать о нарушениях в гене-онкосупрессоре p53. Мутированный p53 обладает высокой стабильностью и накапливается в ядре, что иммуногистохимически выражается в отчетливом ядерном окрашивании, а биологически – в избыточной пролиферации на фоне нарушенного апоптоза. Гиперэкспрессия p53 и PCNA при ПРСОР может стать полезным диагностическим индикатором.

Анализ результатов цитологической диагностики и пролиферативной активности эпителия, определяемой иммуногистохимически, показал наличие сильной корреляции между ЯЦО эпителиоцитов при раке СОР и экспрессией Ki-67 ($R_{\text{Spearman}}=0,8$; $p<0,05$) и между ЯЦО эпителиоцитов при ЛСОР с ПВННС и Ki-67 ($R_{\text{Spearman}}=0,78$; $p<0,05$) (рис. 8).

Корреляция (Таблица 4v*100с)

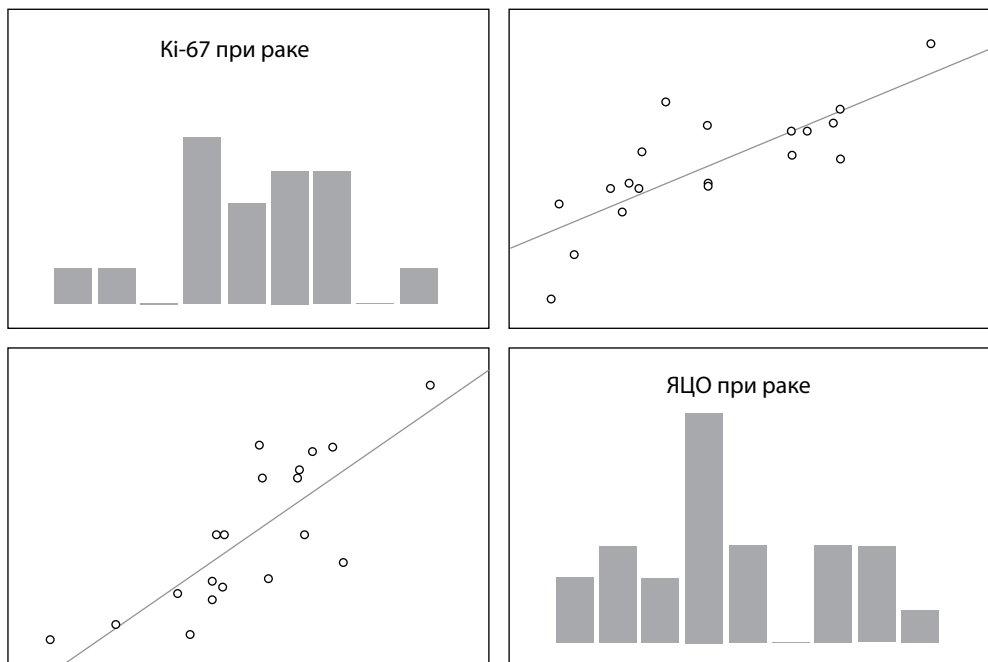


Рис. 8. Матричная диаграмма ранговой корреляции Спирмена между ЯЦО эпителиоцитов при ПРСОР и экспрессией Ki-67

Fig. 8. Matrix diagram of Spearman's rank correlation between the NCR of epithelial cells in OSCC and Ki-67 expression

Корреляция (Таблица 5v*100с)

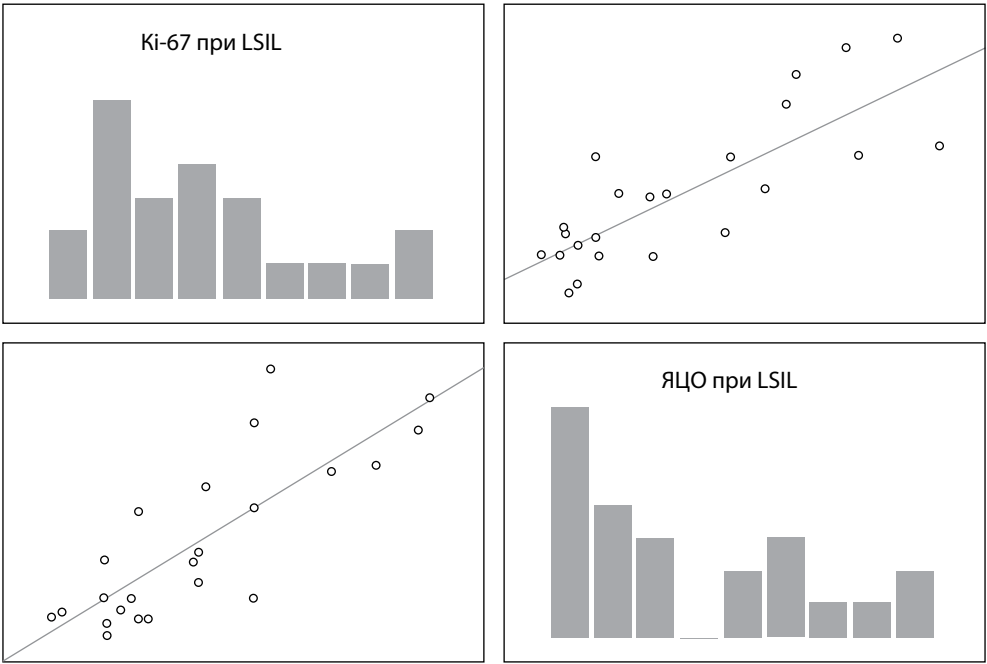


Рис. 9. Матричная диаграмма ранговой корреляции Спирмена между ЯЦО эпителиоцитов при ЛСОР с ПВННС и экспрессией Ki-67
Fig. 9. Spearman rank correlation matrix diagram between the NCR of epithelial cells in LOM with LSIL and Ki-67 expression

Таким образом, применение иммуногистохимических методов определения белка онкосупрессора p53, белка пролиферирующих клеток Ki-67 и маркера PCNA при диагностике позволяет дать более объективную индивидуальную оценку биопсийному материалу.

Следовательно, ИГХ-исследование очагов поражения слизистой оболочки рта представляет собой перспективную стратегию, направленную на раннюю диагностику интраэпителиальных поражений при ПЗСОР, своевременное выявление признаков озлокачествления, что, в свою очередь, определяет правильный выбор тактики ведения пациента.

■ ВЫВОДЫ

1. Установлена прямая связь увеличения площади экспрессии Ki-67 с нарастанием неопластической трансформации клеток. Площадь окрашивания была достоверно больше при ЛСОР с ПВННС и ПРСОР, чем при ЛСОР без ПВННС.
2. Выявление Ki-67 позволило четко разграничить нормальный эпителий, лейкоплакию без атипии и дисплазию различной степени по выявлению пролиферативной активности в базальном, парабазальном и шиповатом слоях соответственно.



3. Распределение PCNA и p53 не имело дифференциальной диагностической значимости в разграничении вышеперечисленных состояний, так как маркеры выявлялись в ядрах клеток всех слоев эпителия.
4. В хорошо дифференцированных опухолях с ороговением экспрессия Ki-67, PCNA и p53 была в основном ограничена периферическими слоями опухолевых очагов и отсутствовала в раковых жемчужинах, в то время как в менее дифференцированных поражениях наблюдалось диффузное распределение иммунопозитивных клеток.
5. При оценке интенсивности окрашивания p53 и PCNA отмечалось ее нарастание от нормы к неоплазии, что может свидетельствовать о нарушениях в гене-онкосупрессоре p53 и избыточной пролиферации на фоне нарушенного апоптоза.
6. Анализ результатов цитологической диагностики и пролиферативной активности эпителия, определяемой иммуногистохимически, показал наличие сильной корреляции между ЯЦО эпителиоцитов при раке СОР и экспрессией Ki67 ($R_{\text{Spearman}} = 0,8$; $p < 0,05$) и между ЯЦО эпителиоцитов при ЛСОР с плоскоклеточными интраэпителиальными поражениями низкой степени и Ki-67 ($R_{\text{Spearman}} = 0,78$; $p < 0,05$).

■ ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Novack R., Zhang L., Hoang L.N., Kadhim M., Ng T.L., et al. Abnormal p53 Immunohistochemical patterns shed light on the aggressiveness of oral epithelial dysplasia. *Mod. Pathol.* 2023 Jul;36(7):100153. doi: 10.1016/j.modpat.2023.100153
2. Cai X., Zhang J., Peng Y., Yao Z., Huang J., Tang Q., et al. The preliminary exploration of immune microenvironment in oral leukoplakia concomitant with oral submucosal fibrosis: A comparative immunohistochemical study. *J. Oral Pathol. Med.* 2023 Aug;52(7):666–672. doi: 10.1111/jop.13434
3. Barnes L., et al. *World Health Organization Classification of Tumours. Pathology and Genetics of Head and Neck Tumours*. 3-th ed. Lyon: IARC Press; 2005. P. 177–179.
4. Zdrojewski J., Nowak M., Nijakowski K., Jankowski J., Scribante A., Gallo S., et al. Potential immunohistochemical biomarkers for grading oral dysplasia: a literature review. *Biomedicines*. 2024;12(3):3–18. doi: 10.3390/biomedicines12030577
5. Ahire M.S., D'Souza Z.I., Chettiankandy T.J., Nagar S.R., Sinha A., et al. Demographic study of 366 cases of oral leukoplakia and immunohistochemical analysis – An institutional study. *J. Oral Maxillofac. Pathol.* 2021 Sep-Dec;25(3):478–484. doi: 10.4103/jomfp.jomfp_228_21
6. Gupta V., Ramalingam K., Yasothkumar D., Debnath D., Sundar V. Ki-67 Expression as a prognostic marker: a comparative immunohistochemical analysis of oral epithelial dysplasia and oral squamous cell carcinoma. *Cureus*. 2023 May 12;15(5):e38941. doi: 10.7759/cureus.38941
7. Bharti A., Qayoom S., Jaiswal R., Agarwal P., Singh R.K., Agarwal S.P., et al. Can dual staining with p16 and Ki67 be biomarkers of epithelial dysplasia in oral lesions? *J Cancer Res Ther.* 2022 Jul-Sep;18(4):1003–1008. doi: 10.4103/jcrt.JCRT_40_20
8. Espinosa R.C.G., Costa A.R.G.F., Garcia Júnior M.A., Ribeiro R.I.M.A., Cardoso S.V., de Faria P.R., et al. Correlation of H3K9ac and H4K12ac with cell proliferation marker ki-67 in oral leukoplakia: an immunohistochemical study. *Appl. Immunohistochem. Mol. Morphol.* 2022 Sep 1;30(8):566–572. doi: 10.1097/PAI.0000000000001043
9. Cai X., Li L., Yu F., Guo R., Zhou X., Zhang F., et al. Development of a pathomics-based model for the prediction of malignant transformation in oral leukoplakia. *Lab. Invest.* 2023 Aug;103(8):100173. doi: 10.1016/j.labinv.2023.100173
10. Liu R., Kunjun S., Yuanda W., Yunxian J., Jianyong K., Hong M. The effects of proliferating cell nuclear antigen and p53 in patients with oral squamous cell carcinoma: a systematic review and meta-analysis. *Ann. Transl. Med.* 2021;9(23):1739.
11. Deng W., Sun Z., Chen S., Li G., Liu X., Huang L., Zhang Z. LncRNA SNHG11 promotes the malignant transformation of human bronchial epithelial cells induced by beryllium sulfate. *Toxicol. Res. (Camb.)*. 2022 Jun 21;11(4):605–615. doi: 10.1093/toxres/tfac036
12. Świątkowski W., Rahnama M., Tomaszewski T., Bigas M., Świątkowska A., Łobacz M., et al. Association between clinical stage of oral cancer and expression of immunohistochemical markers. *Pol. Przegl. Chir.* 2017 Dec 30;89(6):17–22. doi: 10.5604/01.3001.0010.6736
13. Georgaki M., Avgoustidis D., Theofilou V.I., Piperi E., Pettas E., Kalyvas D.G., et al. Recurrence in oral premalignancy: clinicopathologic and immunohistochemical analysis. *Diagnostics (Basel)*. 2021 May 12;11(5):872. doi: 10.3390/diagnostics11050872



Тимчук Я.И., Титкова В.В. ✉

Белорусский государственный медицинский университет, Минск, Беларусь

Оценка эффективности модернизированного подхода к лечению элайнерами с использованием 3D-мониторинга и референсных значений

Конфликт интересов: не заявлен.

Вклад авторов: все авторы внесли существенный вклад в написание статьи.

Подана: 28.08.2025

Принята: 22.09.2025

Контакты: edvistom@gmail.com

Резюме

Введение. Современная ортодонтия активно внедряет цифровые технологии, в частности систему ортодонтических капп (элайнер-систему), которая является эстетичной и комфортной альтернативой брекетам. Однако эффективность ее применения ограничена, так как реальное перемещение зубов часто отличается от запланированного, удлиняя сроки лечения. В статье описываются результаты проведенной сравнительной оценки эффективности традиционного и модернизированного подходов к ортодонтическому лечению элайнерами. Модернизация заключалась во внедрении системы количественных референсных значений (РЗ) для оценки отклонений по данным 3D-анализа и адаптации лечения на основе этих данных.

Цель. Оценка эффективности лечения системой ортодонтических капп через модернизацию подхода, предусматривающую введение референсных значений, интеграцию компьютерного 3D-мониторинга для ранней диагностики отклонений и адаптацию лечебного процесса.

Материалы и методы. Обследовано и пролечено 33 пациента обоего пола в возрасте 18–39 лет с аномалиями положения фронтальной группы зубов, распределенные на 2 группы: контрольную (группа 1, n=11) и исследовательскую (группа 2, n=22). В свою очередь, исследовательская группа была разделена на 2 подгруппы: 2а – пациенты, проходившие элайнер-терапию с применением коррекции и активации ортодонтических капп (группа 2а, n=11); 2б – пациенты, получавшие элайнер-терапию с использованием капп различной толщины (группа 2б, n=11). Исследование проводилось на базе ГУ «Республиканский клинический стоматологический центр – Университетская клиника», кафедра ортопедической стоматологии и ортодонтии учреждения образования «Белорусский государственный медицинский университет».

Результаты. Анализ результатов лечения первой группы показал, что 2 пациента завершили лечение с референсным значением «0», с референсным значением «1» – 4 пациента, с референсным значением «2» – 5 пациентов. Во второй группе в подгруппе «а» с референсным значением «0» завершили лечение 4 пациента, с референсным значением «1» – 4 пациента, с референсным значением «2» – 3 пациента. В подгруппе «б» с референсным значением «0» завершили лечение 4 пациента, с референсным значением «1» – 5 пациентов, с референсным значением «2» – 2 пациента. Во всех



группах медианный шаг появления незначительного отклонения (P3 «1») составил 12 (Me=12). Это указывает на то, что независимо от алгоритма лечения к середине лечения накапливается погрешность, требующая внимания врача.

Заключение. Полученные результаты подтверждают целесообразность интеграции разработанного модернизированного подхода в клиническую практику для повышения предсказуемости и эффективности ортодонтического лечения элайнерами.

Ключевые слова: референсное значение, система ортодонтических капп, элайнер-терапия, 3D-анализ, 3D-мониторинг, шаг перемещения, аномалии положения отдельных зубов

Timchuk Ya., Titkova V. ✉

Belarusian State Medical University, Minsk, Belarus

Evaluation of the Effectiveness of a Modernized Approach to Aligner Treatment Using 3D-Monitoring and Reference Values

Conflict of interest: nothing to declare.

Authors' contribution: all authors made a significant contribution to writing the article.

Submitted: 28.08.2025

Accepted: 22.09.2025

Contacts: edvistom@gmail.com

Abstract

Introduction. Modern orthodontics is actively integrating digital technologies, particularly the system of orthodontic aligners, which serves as an aesthetic and comfortable alternative to conventional braces. However, its effectiveness remains limited, as the actual tooth movement often deviates from the planned outcome, thereby prolonging treatment duration. This article presents the results of a comparative evaluation of the effectiveness of traditional versus modernized approaches to aligner-based orthodontic treatment. The modernization involved the introduction of quantitative reference values (RVs) for assessing deviations using 3D-analysis and subsequent treatment adaptation based on these data.

Purpose. To evaluate the effectiveness of aligner therapy through a modernized approach that includes the implementation of reference values, integration of computer-based 3D-monitoring for early detection of deviations, and adaptation of the treatment process.

Materials and methods. A total of 33 patients (both sexes, aged 18–39 years) with anterior tooth position anomalies were examined and treated. They were allocated into two groups: control (Group 1, n=11) and experimental (Group 2, n=22). The experimental group was further divided into two subgroups: 2a – patients undergoing aligner therapy with correction and activation of orthodontic aligners (n=11); 2b – patients undergoing aligner therapy with the use of aligners of varying thickness (n=11). The study was conducted at the Republican Clinical Dental Center – University Clinic, Department of Prosthetic Dentistry and Orthodontics, Belarusian State Medical University.

Results. In Group 1, treatment outcomes were as follows: 2 patients completed treatment with RV=0, 4 with RV=1, and 5 with RV=2. In Group 2a, 4 patients completed treatment with RV=0, 4 with RV=1, and 3 with RV=2. In Group 2b, 4 patients completed treatment with RV=0, 5 with RV=1, and 2 with RV=2. Across all groups, the median step of occurrence of a minor deviation (RV=1) was 12 (Me=12). This indicates that regardless of the treatment protocol, by the mid-course of therapy cumulative error occurs, requiring clinician intervention.

Conclusion. The obtained results confirm the feasibility of integrating the modernized approach into clinical practice to improve the predictability and effectiveness of aligner-based orthodontic treatment.

Keywords: reference value, orthodontic aligner system, aligner therapy, 3D-analysis, 3D-monitoring, movement step, tooth position anomalies

■ ВВЕДЕНИЕ

Скученность и аномалии положения фронтальной группы зубов входят в число наиболее распространенных стоматологических проблем и оказывают заметное влияние на качество жизни пациентов. Согласно метаобзорам и глобальным сводкам, распространенность клинически значимых форм зубочелюстных аномалий в постоянном прикусе остается высокой, что стимулирует спрос на эстетичные и комфортные методы ортодонтического лечения у взрослых, включая систему прозрачных ортодонтических капп (элайнеров). Однако предсказуемость результатов при использовании элайнеров зависит от множества факторов и остается предметом активного изучения [5].

Эффективность и предсказуемость отдельных перемещений с помощью элайнеров показали неоднородные результаты в клинических исследованиях и обзорах. Ранние проспективные и ретроспективные работы сообщали, что средняя точность запланированных перемещений может быть умеренной, причем наименее предсказуемыми оказываются экструзия резцов, выраженные ротации и изменения торка; в более поздних исследованиях отмечены улучшения, но сохраняется вариабельность исходов. Систематические обзоры подчеркивают: доказательная база растет, но гетерогенность дизайнов исследований и методик оценки затрудняет прямые сравнения и требует совершенствования клинических протоколов [6, 10].

Отдельной клинической проблемой при элайнер-терапии остается потеря трекинга (расхождение фактического положения зубов с запланированным), которая нередко ведет к повторному сканированию и так называемым *refinement* (ревизию плана). По данным современных работ, частота и объем ревизий коррелируют со сложностью исходной клинической ситуации и типом запланированных перемещений; при этом даже при использовании стандартизированных протоколов количество дополнительных серий капп остается существенным. Это усиливает интерес к технологиям раннего выявления отклонений и проактивной коррекции биомеханики до развития значимых расхождений [7].

Цифровой рабочий поток в ортодонтии – последовательность от внутриротового сканирования до компьютерного моделирования и изготовления капп – открыл возможности для объективного мониторинга лечения. Сопоставление фактических



3D-сканов челюстей с виртуальной моделью челюсти, по которой изготавливался элайнер, позволяет количественно оценивать расхождения по картам отклонений (color-map) и визуально оценивать зоны несоответствия. Исследования показывают практическую ценность поверхностного сопоставления STL-моделей и карт расстояний для клинической верификации хода лечения; при этом в прикладной метрологии в качестве клинически значимого порога нередко используют диапазон порядка 0,3 мм, что согласуется с представлениями о допусках точности при изготовлении и подгонке съемных аппаратов [3, 4, 8].

На фоне объективного 3D-мониторинга особый интерес представляют управляемые вмешательства, направленные на восстановление соответствия с запрограммированным положением зубов без полной ревизии: локальная активация/коррекция каппы (например, специальными щипцами для элайнеров) для усиления давления в зоне отстающего зуба, использование аттачментов и межчелюстных тяг, а при необходимости – мини-винтов временной опоры (TADs) для детерминированной биомеханики. Параллельно изучаются материалы и конструкция капп: изменение толщины термопластины влияет на величину и распределение сил; технологии прямой 3D-печати открывают возможность градиентной толщины в пределах одной каппы, что теоретически повышает точность передачи запланированных перемещений [9, 11].

Современные обзоры и экспериментальные работы подтверждают потенциал этих подходов, подчеркивая необходимость клинической валидации протоколов.

■ ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ

Оценка эффективности лечения системой ортодонтических капп через модернизацию подхода, предусматривающую введение референсных значений, интеграцию компьютерного 3D-мониторинга для ранней диагностики отклонений и адаптацию лечебного процесса.

■ МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Настоящее исследование проводилось на базе ГУ «Республиканский клинический стоматологический центр – Университетская клиника», кафедра ортопедической стоматологии и ортодонтии учреждения образования «Белорусский государственный медицинский университет». В исследовании приняли участие 33 пациента в возрасте 18–39 лет. Ортодонтическое лечение осуществлялось с помощью пошаговой смены прозрачных капп (элайнеров) в соответствии с требованиями обследования и лечения пациентов, определенными протоколами Министерства здравоохранения Республики Беларусь № 84 от 10.08.2022. Из общепринятых методов измерения диагностических моделей особое внимание уделялось методу A. Lundstrom, Коргхауза в модификации В.А. Щербакова, измерению межклыкового расстояния (с вестибулярной и оральной поверхностей клыков). Всем пациентам была рассчитана индивидуальная и оптимальная ширина межклыкового расстояния с использованием индекса ТИМР для определения оптимальной формы зубной дуги, объема межаппроксимальной сепарации и тактики перемещения зубов. Лечение осуществлялось по достижении желаемого результата [2].

В процессе лечения всем пациентам проводили сравнение отсканированной модели зубного ряда и модели зубного ряда в формате Stl, с помощью которой

Таблица 1
Референсные значения с интерпретацией
Table 1
Reference values with interpretation

Референсное значение	Референсный поддиапазон (мм)	Интерпретация
0	(-0,20; 0,20)	Перемещение зубов соответствует запрограммированному
1	(-0,30; - 0,20] U [0,20; 0,30)	Незначительное отклонение от запрограммированного перемещения зубов
2	(∞ ; -0,30] U [0,30; ∞)	Значительное отклонение от запрограммированного перемещения зубов

изготавливалась каппа, на каждом этапе смены ортодонтических капп в компьютерной программе с модулем «Сравнение 3D» в диапазоне измерения от -0,3 до 0,3 мм. Анализ полученных данных проводили визуально, оценивая области несоответствия, и количественно, согласно разработанным референсным значениям (табл. 1).

Полученные данные отмечали в таблицах «Сводные данные показателя отклонения» по каждому пациенту в 3 группах, в которых также вычисляли медианные значения впервые зафиксированных (Mean) референтных значений «1» и «2» в группах (табл. 2–4).

Пациенты по принципу аналогов были разделены на 2 группы.

Группа 1 (контрольная, n=11). Пациенты проходили лечение системой ортодонтических капп общепринятым методом. Алгоритм лечения заключался в проведении 3D-компьютерного анализа и смене капп: с референсными значениями «0» и «1» оценивали фиксацию каппы в зубном ряду и наличие/отсутствие дефектов и трещин (при наличии дефектов изготавливали новую каппу), пациент продолжал использовать следующие каппы в комплекте, сменяя каждую новую согласно инструкции по применению медицинского изделия; с референсным значением «2» – сканировали зубные ряды и изготавливали новый комплект ортодонтических капп.

Группа 2 (исследовательская, n=22). Пациенты проходили ортодонтическое лечение с помощью элайнеров через модернизацию подхода, предусматривающую введение референсных значений, интеграцию компьютерного 3D-анализа для ранней диагностики отклонений и адаптацию лечебного процесса.

Группа была разделена на подгруппы: подгруппа 2а (n=11) и подгруппа 2б (n=11).

В подгруппе 2а исследовательской группы пациентам после проведения 3D-компьютерного анализа:

- с референсным значением «0» – оценивали фиксацию каппы в зубном ряду и наличие/отсутствие дефектов и трещин (при наличии дефектов изготавливали новую каппу). Пациент продолжал использовать следующие каппы в комплекте, сменяя каждую новую согласно инструкции по применению медицинского изделия;
- с референсным значением «1» – оценивали фиксацию каппы в зубном ряду и наличие/отсутствие дефектов и трещин (при наличии дефектов изготавливали новую каппу и корректировали/активировали ее). Коррекцию и активацию системы проводили ортодонтическими щипцами или с применением дополнительных ортодонтических приспособлений (кнопки, межчелюстные тяги, мини-винты и др.)



в области несоответствия, выявленной в процессе 3D-анализа. Пациент продолжал носить откорректированную и следующие каппы в комплекте согласно инструкции по применению медицинских изделий;

- с референсным значением «2» – сканировали зубные ряды и изготавливали новый комплект ортодонтических капп. Пациент продолжал носить эту же каппу до тех пор, пока не изготовился новый набор ортодонтических капп (при нарушении целостности каппы изготавливали новую каппу).

В подгруппе 26 исследовательской группы пациентам после проведения 3D-компьютерного анализа:

- с референсным значением «0» – оценивали фиксацию каппы в зубном ряду и наличие/отсутствие дефектов и трещин (при наличии дефектов изготавливали новую каппу). Пациент продолжал использовать следующие каппы в комплекте общепринятой толщины, сменяя каждую новую согласно инструкции по применению медицинского изделия;
- с референсным значением «1» – оценивали фиксацию каппы в зубном ряду и наличие/отсутствие дефектов и трещин (при наличии дефектов изготавливали новую каппу). Последующую каппу изготавливали из толщины термопластины 1 мм. Пациент продолжал носить изготовленную каппу и последующие каппы общепринятой толщины согласно инструкции по применению медицинских изделий;
- с референсным значением «2» – сканировали зубные ряды и изготавливали новый комплект ортодонтических капп общепринятой толщины. Пациент продолжал носить эту же каппу до тех пор, пока не изготовится новый набор ортодонтических капп (при нарушении целостности каппы изготавливали новую каппу).

Эффективность (Э) лечения оценивалась как процент пациентов, завершивших лечение с хорошим результатом (отсутствие $P3=2$), по формуле:

$$\text{Э} = (n/x) \times 100\%,$$

где n – число пациентов с хорошим результатом, x – общее число пациентов в группе.

Статистическая значимость различий в эффективности между группами оценивалась с помощью точного критерия Фишера, непараметрического критерия Краскела – Уоллиса и Манна – Уитни. Для анализа шага появления отклонений рассчитывались медиана (Me) и квартили ($Q1-Q3$), квартильный шаг, размах (IQR).

■ РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Анализ результатов лечения первой группы показал, что 2 пациента завершили лечение с референсным значением «0», с референсным значением «1» – 4 пациента, с референсным значением «2» – 5 пациентов. Во второй группе с референсным значением «0» завершили лечение 4 пациента, с референсным значением «1» – 4 пациента, с референсным значением «2» – 3 пациента. Во третьей группе с референсным значением «0» завершили лечение 4 пациента, с референсным значением «1» – 5 пациентов, с референсным значением «2» – 2 пациента.

Во всех группах медианный шаг появления незначительного отклонения ($P3$ «1») составил 12 ($Me=12$). Это указывает на то, что независимо от алгоритма лечения к середине лечения накапливается погрешность, требующая внимания врача. В целом медианные значения по группам представлены в табл. 5.

Таблица 2
Сводные данные показателя отклонения в группе 1
Table 2
Summary data of the deviation index in Group 1

Группа 1	№ пациента	Пациент 1	Пациент 2	Пациент 3	Пациент 4	Пациент 5	Пациент 6	Пациент 7	Пациент 8	Пациент 9	Пациент 10	Пациент 11
P3	1	16	–	9	13	10	13	14	12	11	12	12
	2	21	–	18	20	–	22	–	–	–	–	21

Таблица 3
Сводные данные показателя отклонения в группе 2, подгруппа «а»
Table 3
Summary data of the deviation index in Group 2, subgroup "a"

Группа 2а	№ пациента	Пациент 1	Пациент 2	Пациент 3	Пациент 4	Пациент 5	Пациент 6	Пациент 7	Пациент 8	Пациент 9	Пациент 10	Пациент 11
P3	1	11	14	12	12	10	14	17	11	12	15	–
	2	24	23	–	–	–	–	–	25	–	–	–

Таблица 4
Сводные данные показателя отклонения в группе 2, подгруппа «б»
Table 4
Summary data of the deviation index in Group 2, subgroup "b"

Группа 2б	№ пациента	Пациент 1	Пациент 2	Пациент 3	Пациент 4	Пациент 5	Пациент 6	Пациент 7	Пациент 8	Пациент 9	Пациент 10	Пациент 11
P3	1	15	11	16	13	12	20	15	12	11	12	12
	2	–	–	–	–	27	–	–	–	–	–	26

На уровне значимости $\alpha=0,05$ не обнаружено статистически значимых различий в медианном шаге появления первого незначительного отклонения между 3 группами (Kruskal – Wallis H-test, $p=0,425$), попарные сравнения также не выявили статистически значимых различий (Mann – Whitney U test, $p=0,445-0,501$). Такие результаты еще раз подтверждают обоснованность рекомендации о проведении планового 3D-контроля на 12-м шаге лечения.

Таблица 5
Анализ шага появления отклонений при лечении с помощью системы ортодонтических капп
Table 5
Analysis of the step of deviation occurrence during treatment with the orthodontic aligner system

Группа	Me	Q1 – Q3	IQR	P-value
1-я группа (контроль)	12	11–13	2	0,425
Подгруппа 2а	12	11–14,5	3,5	0,445
Подгруппа 2б	12	11,5–14,5	3	0,501

Таблица 6
Сравнительный анализ эффективности лечения в группах
Table 6
Comparative analysis of treatment outcomes across groups

Группа	Кол-во пациен- тов	Кол-во пациен- тов с хорошими результатами	Эффектив- ность, %	P-value, критерий Фишера
1-я группа (контроль)	11	6	54,5	–
2-я группа (исследовательская)	22	19	86,4	0,038
Подгруппа 2а	11	9	81,8	0,181
Подгруппа 2б	11	10	90,9	0,041

Это также указывает, что преимущество новых алгоритмов будет заключаться не только в предотвращении самих отклонений, но и в смене тактики лечебных подходов (активация, утолщение каппы), что позволит реже допускать развитие отклонений до критического уровня (РЗ «2»). Эффективность ортодонтического лечения и статистический анализ представлены в табл. 6.

Эффективность лечения системой ортодонтических капп контрольной группы составила 54,5%. У 5 пациентов (45,5%) потребовалось провести повторное сканирование для ревизии плана лечения. Общая группа исследования (2-я группа) показала достоверно значимый положительный результат эффективности подходов в модернизации лечения. Общая эффективность составила 86,4%. Статистический анализ подтвердил, что разница с контрольной группой является статистически значимой ($p=0,038$). В разрезе подгрупп эффективность составила 81,8 и 90,9% соответственно. Несмотря на высокий показатель эффективности в подгруппе 2а, разница с контрольной группой не достигла строгого уровня статистической значимости ($p=0,181$). Результаты в подгруппе 2б показали наиболее значимую положительную эффективность лечебных алгоритмов ($p=0,041$) по сравнению с контрольной группой (рис. 1–3).

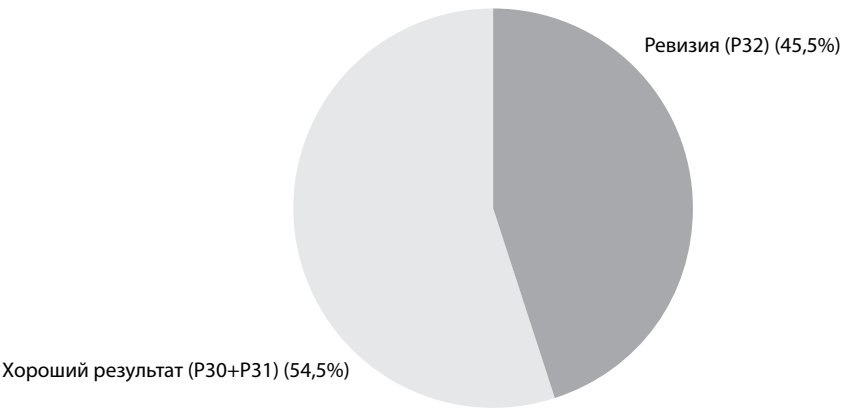


Рис. 1. Распределение пациентов по эффективности проведенного лечения контрольной группы 1
Fig. 1. Distribution of patients by treatment effectiveness in the control group 1

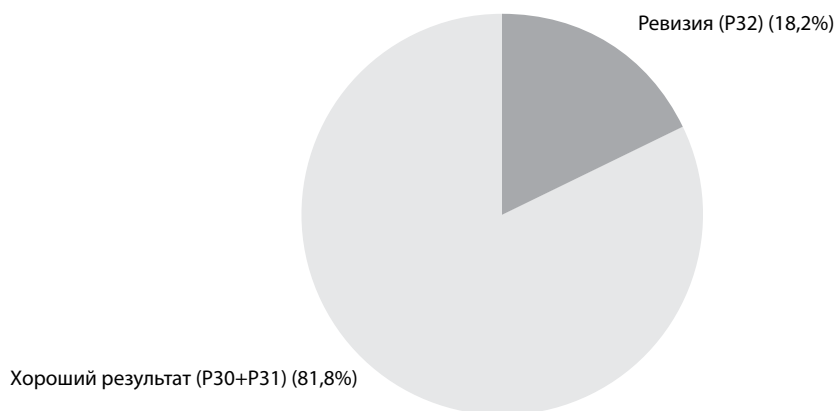


Рис. 2. Распределение пациентов по эффективности проведенного лечения исследовательской группы 2a

Fig. 2. Distribution of patients by treatment effectiveness in the experimental Group 2a

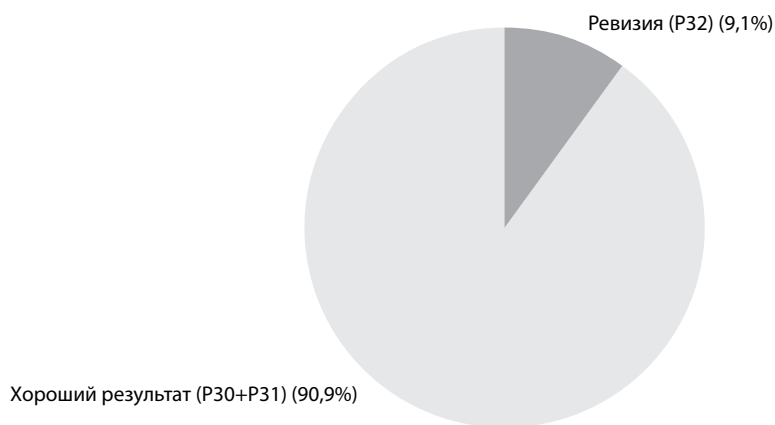


Рис. 3. Распределение пациентов по эффективности проведенного лечения исследовательской группы 2б

Fig. 3. Distribution of patients by treatment effectiveness in the experimental Group 2b

■ ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Внедрение системы 3D-мониторинга на основе референсных значений и адаптации тактики лечения статистически значительно повышает результативность и эффективность лечения системой ортодонтических капп с 54,5 до 86,4% по сравнению с традиционным подходом.
2. Наиболее эффективной тактикой коррекции системы при выявлении отклонений является использование капп увеличенной толщины на последующем этапе лечения (эффективность 90,9%).



3. Медианный шаг появления незначительных отклонений (РЗ «1») – 12-й шаг лечения – является оптимальной точкой для проведения обязательного планового 3D-анализа с целью своевременной коррекции и предотвращения значительных отклонений, требующих ревизии плана лечения (refinement). Дополнительный повторный контроль следует проводить не менее чем через 6 шагов для оценки динамики лечения при традиционном подходе, не менее чем через 9 шагов – для оценки динамики лечения при модернизированном подходе.
4. Полученные результаты подтверждают целесообразность интеграции разработанного модернизированного подхода в клиническую практику для повышения предсказуемости и эффективности лечения системой ортодонтических капп.

■ ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Ministry of Health of the Republic of Belarus. *Resolution No. 84*. 2022, August 10. National Legal Internet Portal of the Republic of Belarus. Retrieved. Available at: <https://pravo.by/document/?guid=12551&p0=W22238833p> (accessed August 27, 2025).
2. Timchuk Y.I., Titkova V.V. Treatment of anterior mandibular crowding with clear aligners considering optimal dental arch form parameters. *Stomatolog*. 2023;3(50):54–58. doi: 10.32993/dentist.2023.3(50).4. (in Russian)
3. Abela S. Digital orthodontic model creation. In: *Digital orthodontics*. Cham: Springer; 2025. P. 47–59. doi: 10.1007/978-3-031-49051-6_5
4. Adel S.M., Vaid N.R., El-Harouni N., Kassem H., Zaher A.R. Digital model superimpositions: Are different software algorithms equally accurate in quantifying linear tooth movements? *BMC Oral Health*. 2022;22:103. doi: 10.1186/s12903-022-02123-4
5. Asiri S.N., Tadlock L.P., Buschang P.H. The prevalence of clinically meaningful malocclusion among US adults. *Orthodontics & Craniofacial Research*. 2019;22(4):321–328. doi: 10.1111/ocr.12328
6. Haoouli N., Kravitz N.D., Vaid N.R., Ferguson D.J., Makki L. Has Invisalign improved? A prospective follow-up study on the efficacy of tooth movement with Invisalign. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2020;158(3):420–425. doi: 10.1016/j.ajodo.2019.12.015
7. Kravitz N.D., Dalloul B., Aba Zaid Y., Shah C., Vaid N.R. What percentage of patients switch from Invisalign to braces? A retrospective study evaluating the conversion rate, number of refinement scans, and length of treatment. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2021;159(4):453–460. doi: 10.1016/j.ajodo.2020.09.024
8. Kusaibati A.M., Sultan K., Hajeer M.Y., Gkantidis N. Digital setup accuracy for moderate crowding correction with fixed orthodontic appliances: A prospective study. *Progress in Orthodontics*. 2021;22(1):21. doi: 10.1186/s40510-021-00367-7
9. Marinelli G., Inchingolo A.M., Inchingolo A.D., Ferrante L., Avantario P., Campanelli M., Palermo A., Inchingolo F., Dipalma G. Temporary anchorage devices in clear aligner therapy: A systematic review. *Journal of Clinical Medicine*. 2023;12(15):4902. doi: 10.3390/jcm12154902
10. Rossini G., Parrini S., Castorfflorio T., Deregibus A., Debernardi C.L. Efficacy of clear aligners in controlling orthodontic tooth movement: A systematic review. *Angle Orthodontist*. 2015;85(5):881–889. doi: 10.2319/061614-436.1
11. Weir T., Meade M. J. Optimising clear aligner therapy: What current evidence says about materials, attachments, and protocols. *Australian Dental Journal*. 2021;66(S1):58–68. doi: 10.1111/adj.12808
12. Zhang X., Wang Y., Li J., Chen Y., Liu H. Effect of material composition and thickness of orthodontic aligners on the transmission and distribution of forces: An in vitro study. *Progress in Orthodontics*. 2024;28:258. doi: 10.1186/s40510-024-00528-6



Бузук А.А., Кивачук М.А. ✉

Медицинское частное унитарное предприятие «НИКА-Дент», Брест, Беларусь

Инновационный консультативный прием врача-стоматолога на основе 3D-рентгендиагностики и искусственного интеллекта

Конфликт интересов: не заявлен. Авторы декларируют отсутствие контактов с разработчиком Diagnocat.

Вклад авторов: Бузук А.А. – концепция и дизайн исследования, сбор и анализ данных, статистическая обработка, написание и редактирование текста статьи, общее руководство проектом; Кивачук М.А. – проведение рентгенологических исследований, сбор данных, участие в анализе литературы, подготовка и оформление статьи.

Финансирование: исследование выполнено без внешнего финансирования.

Этическое одобрение: протокол № ЭК-02/25 (ЭК МЧУП «НИКА-Дент»).

Информированное согласие: получено от всех участников.

Подана: 11.08.2025

Принята: 22.09.2025

Контакты: xray@nicamedica.by

Резюме

Цель. Оценка эффективности системы искусственного интеллекта Diagnocat в сочетании с конусно-лучевой компьютерной томографией (КЛКТ) для оптимизации консультативного приема стоматолога.

Материалы и методы. Проведено проспективное исследование с участием 20 пациентов с оценкой по 14 критериям у каждого (всего было оценено 240 критериев). Анализ точности Diagnocat выполнялся методом двойного слепого сравнения диагнозов, поставленных ИИ и врачами ($n=6$), с хронометрией процессов. Дополнительно выполнен систематический обзор литературы (PubMed, Scopus, 2023).

Результаты. Группа с использованием ИИ показала повышение чувствительности диагностики на 8% ($p=0,028$) и сокращение времени анализа исследования на 36%. Наибольший прирост точности зафиксирован для выявления кариеса (чувствительность 0,82 vs 0,75) и пародонтита (специфичность 0,90 vs 0,81).

Выводы. Внедрение Diagnocat повышает точность диагностики, сокращает время консультации и снижает влияние человеческого фактора.

Ключевые слова: искусственный интеллект, Diagnocat, 3D-диагностика, КЛКТ, цифровая стоматология



Buzuk A., Kivachuk M. ✉

Nika-Dent Private Medical Unitary Enterprise, Brest, Belarus

Innovative Dental Consultation Based on 3D X-Ray Diagnostics and Artificial Intelligence

Conflict of interest: nothing to declare. The authors declare no contact with the developer of Diagnocat.

Authors' contribution: Buzuk A. – concept and design of research, collection and analysis of data, statistical processing, writing and editing of article text, overall management of the project; Kivachuk M. – conducting radiological studies, collecting data, participating in literature analysis, preparing and editing articles.

Funding: the study was conducted without external funding.

Ethical approval: protocol No. EC-02/25 (EC PMUE "NIKA-Dent").

Informed consent: obtained from all participants.

Submitted: 11.08.2025

Accepted: 22.09.2025

Contacts: xray@nicamedica.by

Abstract

Purpose. To evaluate the effectiveness of the Diagnocat artificial intelligence system combined with cone-beam computed tomography (CBCT) for optimizing dental consultation workflows.

Materials and methods. A prospective study was conducted involving 20 patients, assessed across 14 criteria (a total of 240 criteria were evaluated). Diagnocat's diagnostic accuracy was analyzed via double-blind comparison between AI-generated diagnoses and clinician assessments ($n=6$), with process timing measurements. A systematic literature review (PubMed, Scopus, 2023) was additionally performed.

Results. The AI-assisted group demonstrated an 8% increase in diagnostic sensitivity ($p=0.028$) and a 36% reduction in image analysis time. The highest accuracy improvements were observed for caries detection (sensitivity 0.82 vs. 0.75) and periodontitis assessment (specificity 0.90 vs. 0.81).

Conclusions. Implementation of Diagnocat enhances diagnostic precision, shortens consultation duration, and mitigates human-factor variability.

Keywords: artificial intelligence, Diagnocat, 3D diagnostics, CBCT, digital dentistry

■ ВВЕДЕНИЕ

Современная стоматология характеризуется активной интеграцией цифровых технологий, среди которых ключевую роль играют искусственный интеллект (ИИ) и трехмерная визуализация. Несмотря на широкое применение конусно-лучевой компьютерной томографии (КЛКТ), сохраняются проблемы субъективности интерпретации данных и временных затрат на диагностику [1]. Традиционный анализ изображений требует высокой квалификации специалиста, а человеческий фактор способствует ошибкам, особенно на ранних стадиях патологий [2].

Внедрение ИИ-систем, таких как Diagnocat, предлагает решение через автоматизацию анализа снимков путем формирования отчета для врача-рентгенолога, детекцию патологий (кариес, кисты, ретенции) и генерацию структурированных

заключений [3]. Настоящее исследование оценивает эффективность связки Diagnocat+КЛКТ по критериям:

1. Диагностическая точность (чувствительность/специфичность).
2. Временная эффективность.
3. Субъективная оценка пациентов.
4. Согласованность диагнозов.

Актуальность работы обусловлена запросом на персонализированную стоматологию с минимизацией диагностических ошибок [4].

■ МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

1. Дизайн исследования.
Проспективное сравнительное исследование (одноцентровое, МЧУП «НИКА-Дент», январь – апрель 2025 г.).
2. Методология оценки диагностических критериев. Каждый врач-стоматолог ($n=6$) независимо оценивал всех пациентов по 14 критериям.
Протокол анализа:
 - для каждого критерия фиксировались:
 - наличие/отсутствие патологии (бинарная оценка);
 - степень выраженности (по шкалам FDI/WHO);
 - данные заносились в стандартизированную электронную форму.
3. Участники:
 - пациенты: 20 человек (возраст 25–60 лет), показания к КЛКТ;
 - врачи: 6 стоматологов, разделенных на 2 группы (с ИИ/без ИИ).
4. Оборудование:
 - КЛКТ-сканер: Planmeca ProMax 3D mid (Финляндия);
 - ПО: Diagnocat (версия 3.2. 2025).
5. Методология:
 - хронометрия: время анализа 1 снимка;
 - сравнение диагнозов: ICC (intraclass correlation coefficient);
 - систематический обзор: по протоколу PRISMA (базы PubMed, Scopus до 01.2023).
6. Статистика.
Анализ данных в SPSS 28.0 (критерий Манна – Уитни, χ^2 , $p<0,05$).
7. Этическое одобрение.
Протокол № ЭК-02/25 от 09 ноября 2024 г. (этический комитет МЧУП «НИКА-Дент»).

■ РЕЗУЛЬТАТЫ

1. Клиническое исследование:
 - согласованность диагнозов: ICC=0,69–0,99;
 - чувствительность ИИ-группы: 0,78 vs 0,76 в контроле ($\Delta+8\%$, $p=0,028$);
 - специфичность ИИ-группы: 0,91 vs 0,89;
 - время анализа: $13,35\pm 2,1$ мин (с ИИ) vs $18,19\pm 3,4$ мин (без ИИ).
2. Систематический обзор.
Нами был проведен электронный поиск литературы в базах данных PubMed, Web of Science, Scopus, LILACS и Embase по ретроспективным, проспективным и поперечным исследованиям, опубликованным до января 2023 г. Поиск осуществлялся



Таблица 1
Сравнение диагностической точности по всем критериям
Table 1
Comparison of diagnostic accuracy across all criteria

Состояние	Чувствительность: вероятность классифика- ции больного именно как больного		Специфичность: вероятность классификации небольного именно как не- больного	
	Без ИИ	С ИИ	Без ИИ	С ИИ
Признаки кариеса	0,75	0,82	0,89	0,92
Признаки кариеса под пломбой	0,81	0,80	0,92	0,91
Дефект коронковой части зуба (более 50%) без восстановления	0,90	0,93	0,99	0,99
Имплантат	1,0	0,99	1,0	0,99
Отсутствующий	0,89	0,89	0,96	0,94
Расширение ПДС вдоль корня	0,71	0,47	0,98	0,97
Периапикальное поражение, рас- ширение ПДС	0,81	0,78	0,93	0,95
Потеря костной ткани пародонта (соотношение высоты костной ткани к зубу)	0,72	0,86	0,81	0,90
Каналы N=1	0,95	0,96	0,97	0,95
Каналы N=2	0,88	0,90	0,97	0,97
Каналы N=3	0,87	0,94	0,97	0,97
Каналы N=4	0,71	0,74	0,99	0,99
Каналы N=5	0,70	0,68	0,99	0,99
Искусственная коронка	0,86	0,92	0,96	0,97

Таблица 2
Сравнение времени анализа КЛКТ-снимков с использованием ИИ и без него
Table 2
Comparison of CBCT image analysis times with and without AI

Параметр	С ИИ (Diagnocat)	Без ИИ (руч- ной анализ)	Разница (%)	p-value
Среднее время анализа (мин)	13,35±2,1	18,19±3,4	-26,6%	<0,001
Диапазон времени (мин)	10–16	14–23	–	–
Экономия времени на пациента	4,84 мин	–	–	–
Время анализа кариеса*	2,1±0,5	3,8±1,2	-44,7%	0,011
Время анализа пародонтита*	2,4±0,6	4,1±1,3	-41,5%	0,009
Время анализа ретенций*	1,8±0,4	3,2±0,9	-43,8%	0,015
Общее время консультации**	27,5±4,2	37,8±5,6	-27,2%	0,003

Примечания: * время анализа отдельных нозологий (подвыборка данных); ** общее время консультации, включающее анализ снимка и взаимодействие с пациентом.

с использованием ключевых слов: искусственный интеллект (ИИ), машинное обучение (ML), глубокое обучение (DL), искусственные нейронные сети (ANN), сверточные нейронные сети (CNN), глубокие сверточные нейронные сети (DCNN), радиология, обнаружение, стоматологическая консультация, диагностика и стоматология, кариес. Оценка качества проводилась с использованием рекомендаций QUADAS-2.

Из 21 изученного исследования, соответствующего критериям включения:

- 5 исследований анализировали периапикальные рентгенограммы;
- 10 исследований фокусировались на прикусных снимках;
- 6 исследований использовали ортопантомографию.
- Объем данных в исследованиях варьировал от 15 до 2900 изображений.

По методам ИИ:

- 4 исследования применяли искусственные нейронные сети (ANN);
- 15 исследований использовали сверточные нейронные сети (CNN);
- 2 исследования представили глубокие сверточные нейронные сети (DCNN).

По дизайну исследований:

- 12 работ были ретроспективными;
- 7 – поперечными (cross-sectional);
- 2 – проспективными.

Диагностические показатели ИИ для выявления кариозных поражений (CL):

- чувствительность (11 исследований): диапазон 0,74–0,86 (среднее $\pm$ SD 0,75 $\pm$ 0,13, медиана 0,75);
- специфичность (5 исследований): диапазон 0,83–0,98 (среднее $\pm$ SD 0,90 $\pm$ 0,07, медиана 0,88);
- точность (10 исследований): диапазон 0,73–0,98 (среднее $\pm$ SD 0,89 $\pm$ 0,08, медиана 0,91);
- AUC (8 исследований): диапазон 0,84–0,98 (среднее $\pm$ SD 0,92 $\pm$ 0,04, медиана 0,88).

Полученные данные свидетельствуют, что модели на основе искусственного интеллекта демонстрируют высокие диагностические показатели при выявлении кариозных поражений с использованием различных типов стоматологических изображений.

■ ОБСУЖДЕНИЕ

Наши результаты (чувствительность 0,78) превосходят средние показатели систематического обзора (0,75 $\pm$ 0,13), что может быть связано с использованием в нашем исследовании комбинации КЛКТ и алгоритмов Diagnocat последнего поколения.

1. Ключевые преимущества Diagnocat:

- точность: превышение порога 90% для кариеса и пародонтита (vs 75–81% в рутинной практике);
- эффективность: сокращение времени приема на 27% (4,44 мин), что соответствует данным Schwendicke et al. [1];
- стандартизация: ICC>0,80 устраняет вариабельность между специалистами.

2. Ограничения:

- ложноположительные результаты при анализе 4-канальных зубов (специфичность 0,74);
- требуется дообучение модели под редкие патологии.

3. Практические рекомендации:

- использовать Diagnocat как decision-support system, а не замену врачу;
- внедрять в первичный консультативный прием и диспансеризацию.

4. Перспективы:

- долгосрочные исследования эффективности лечения;
- интеграция с CAD-/CAM-системами;
- прогностические модели на основе big data.



■ ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Комбинированное применение Diagnocat и КЛКТ:

1. Повышает чувствительность диагностики кариеса на 8% и пародонтита на 14%.
 2. Сокращает время консультации на 27%.
 3. Увеличивает согласованность диагнозов ($ICC > 0,80$).
 4. Получило положительную оценку 95% пациентов (анкетирование не приведено).
- Система рекомендована к внедрению в клиники цифрового профиля.

Приложения, доступные у авторов:

- Анкета удовлетворенности пациентов.
- Полные данные систематического обзора.
- Сертификат этического одобрения.

■ ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Schwendicke F, et al. Artificial Intelligence in Dentistry. *J Dent Res*. 2021;100(7):769–774. doi: 10.1177/00220345211005924
2. Joda T., et al. Augmented Reality in Dental Medicine. *Comput Biol Med*. 2019;108:93–100. doi: 10.1016/j.compbiomed.2019.03.012
3. Diagnocat White Paper. AI-Based Diagnostic Solutions. 2023. Available at: diagnocat.com/whitepapers.
4. Krois J., et al. Deep Learning for Caries Detection. *J Dent*. 2020;100:103425. doi: 10.1016/j.jdent.2020.103425



Карпук Н.А.

Витебский государственный ордена Дружбы народов медицинский университет,
Витебск, Беларусь

Эффективность использования цитощетки стоматологической для выявления интраэпителиальных поражений методом диагностики предопухолевых заболеваний слизистой оболочки рта

Конфликт интересов: не заявлен.

Подана: 10.09.2025

Принята: 22.09.2025

Контакты: ikarpuk@mail.ru

Резюме

Целью исследования явилась оценка эффективности устройства для взятия цитологического материала с поверхности слизистой оболочки рта (цитощетки стоматологической) для выявления интраэпителиальных поражений методом диагностики предопухолевых заболеваний слизистой оболочки рта.

Проведено обследование 407 пациентов с лейкоплакией слизистой оболочки рта. В результате проведенной работы разработано устройство для взятия цитологического материала с поверхности слизистой оболочки рта (цитощетка стоматологическая), проведены его приемочные технические, санитарно-гигиенические и клинические испытания, государственная регистрация в Республике Беларусь, организовано промышленное производство.

Морфологическое исследование взятого с поверхности слизистой оболочки рта цитологического материала с использованием цитощетки стоматологической методом диагностики предопухолевых заболеваний слизистой оболочки рта позволило выявить цитологические признаки интраэпителиальных поражений: увеличение клеток в размере, изменение формы и полиморфизм клеточных элементов, увеличение ядерно-цитоплазматического соотношения, увеличение размера, полиморфизм и гиперхромия ядра.

Разработан нетравматичный метод диагностики предопухолевых заболеваний слизистой оболочки рта, включающий взятие цитологического мазка с поверхности слизистой оболочки рта разработанной цитощеткой стоматологической, перенос собранного материала на предметное стекло, окрашивание и микроскопический цитологический компьютерный анализ. Эффективность раннего выявления плоскоклеточных интраэпителиальных изменений низкой степени с использованием предложенного метода указывает на высокую диагностическую значимость этого теста по результатам ROC-анализа: диагностическая чувствительность – 81,6% и диагностическая специфичность – 97,2% при AUC – 0,948 ($p < 0,001$).



Методическая простота, дешевизна, недорогое оборудование и реактивы, эффективность диагностики, возможность использования разработанного метода на всех уровнях амбулаторной стоматологической помощи, включая районный, позволяют рекомендовать его для широкого использования врачами-стоматологами.

Ключевые слова: цитощетка стоматологическая, слизистая оболочка рта, цитология, биопсия, интраэпителиальные поражения

Karpuk N.

Vitebsk State Order of Friendship of Peoples Medical University, Vitebsk, Belarus

The Effectiveness of Using a Dental Cytoscreener to Detect Intraepithelial Lesions by Diagnosing Precancerous Conditions of the Oral Mucosa

Conflict of interest: nothing to declare.

Submitted: 10.09.2025

Accepted: 22.09.2025

Contacts: ikarpuk@mail.ru

Abstract

The purpose of the study was to evaluate the effectiveness of using a device for taking cytological material from the surface of the oral mucosa (a dental cytobrush) for the detection of intraepithelial lesions by the method of diagnosis of pre-tumor diseases of the oral mucosa

The examination of 407 patients with leukoplakia of the oral mucosa (LOM).

As a result of this work, a device for taking cytological material from the surface of the oral mucosa (a dental cytobrush) has been developed, and its acceptance, sanitary and hygienic, and clinical tests have been conducted, as well as its state registration in the Republic of Belarus, and industrial production has been organized.

A morphological study of cytological material taken from the surface of the oral mucosa using a dental cytobrush as a diagnostic method for pre-neoplastic diseases of the oral mucosa revealed cytological signs of intraepithelial lesions: increased cell size, changes in cell shape and polymorphism, increased nuclear-cytoplasmic ratio, increased size, polymorphism, and hyperchromia of the nucleus.

A non-traumatic method for diagnosing pre-tumoral diseases of the oral mucosa has been developed. This method involves taking a cytological smear from the surface of the oral mucosa using a dental cytobrush, transferring the collected material to a slide, staining it, and performing microscopic cytological computer analysis. The effectiveness of early detection of low-grade squamous intraepithelial lesions using the proposed method indicates the high diagnostic significance of this test when compared to the histological method: diagnostic sensitivity of 92.1% and diagnostic specificity of 97.1%; according to the results of ROC analysis, the diagnostic sensitivity was 81.6% and the diagnostic specificity was 97.2%, with an AUC of 0.948 ($p < 0.001$).

The methodological simplicity, low cost, inexpensive equipment and reagents, diagnostic efficiency, and the possibility of using the developed method at all levels of outpatient dental care, including district-level care, make it suitable for widespread use by dentists.

Keywords: dental cytobrush, oral mucosa, cytology, biopsy, intraepithelial lesions

■ ВВЕДЕНИЕ

Подавляющее количество злокачественных новообразований слизистой оболочки рта (СОР) приходится на плоскоклеточный рак [1]. Плоскоклеточный рак СОР развивается, как правило, в исходе предшествующих предопухолевых заболеваний, ведущим из которых является лейкоплакия [2].

Основой профилактики плоскоклеточного рака СОР (ПРСОР) является своевременное выявление и лечение предраковых заболеваний СОР (ПЗСОР). К числу актуальных проблем практического здравоохранения относятся вопросы тщательного отбора пациентов с ПЗСОР и повышенным риском возникновения рака СОР, организация их динамического наблюдения и своевременного лечения [3].

Диагностика ПЗСОР в настоящее время не вызывает трудностей, так как СОР – визуально доступная область. Считается, что риск развития злокачественной трансформации (ЗТ) эпителия СОР невозможно прогнозировать [4].

Однако, согласно современным данным, основное клиническое значение, например, при лейкоплакии СОР (ЛСОР), заключается в значительном канцерогенном потенциале. Средний уровень ЗТ при ЛСОР для всей популяции, описанный в 24 исследованиях, составляет 3,5% с широким диапазоном от 0,13% до 34% [5].

Одними из патогенетических ЗТ СОР являются нарушения пролиферации и дифференцировки эпителия с развитием дисплазии [6].

С точки зрения оценки стадийности ЗТ наиболее целесообразно использование классификации ВОЗ, принятой в 2005 г., в которой вводится понятие «эпителиальный предрак» [7], к нему относится ЛСОР и эритроплакия СОР. Согласно этой классификации лейкоплакия СОР делится на несколько видов: плоскоклеточная гиперплазия (лейкоплакия без атипии), лейкоплакия с низкой степенью дисплазии, лейкоплакия со средней степенью дисплазии и лейкоплакия с высокой степенью дисплазии. Отклонения от нормы принято обозначать латинскими буквами, а именно если поражения эпителия выражены не явно, то это обозначается как плоскоклеточная внутриэпителиальная неоплазия низкой степени (ПВННС), или Low-Grade, или LSIL (Low-Grade Squamous Intraepithelial Lesions), а атипию клеток эпителиальной ткани высокой степени обозначают как HSIL (High-Grade Squamous Intraepithelial Lesions) [3, 4].

Дисплазия – выраженные нарушения пролиферации и дифференцировки эпителия с развитием клеточной атипии и нарушением гистоархитектоники, повышающие потенциал злокачественной трансформации. Нарушения гистоархитектоники при дисплазии проявляются потерей полярности эпителия, а иногда и тех его черт, которые характерны для данной ткани или органа (потеря гисто- или органоспецифичности эпителия) без нарушения целостности базальной мембраны. Клеточная атипия проявляется в разной величине и форме клеток, увеличении ядер и их гиперхромии, увеличении количества фигур митоза, атипичных митозов [8].



Тем не менее дисплазию невозможно установить при визуальной оценке СОР, а также с использованием методов аутофлюоресцентной и хемилюминесцентной визуализации [9].

Поэтому поиск информативных и малоинвазивных методов для оценки состояния эпителия СОР и выявления его дисплазии на ранних стадиях является весьма актуальным [10].

«Золотым стандартом» для диагностики дисплазии и рака СОР является гистологический метод, с использованием которого выявляются клеточные и тканевые параметры дисплазии. Однако вопрос о влиянии биопсии как фактора, травмирующего СОР, относится к категории дискуссионных. В литературе имеются данные о патологическом воздействии частого проведения биопсий на пораженные ткани, что может негативно повлиять на дальнейшее течение патологического процесса [11].

Цитологическое исследование – это одно из основных направлений в профилактике и ранней диагностике рака СОР путем определения атипичных клеток. В течение последних лет идет совершенствование инструментов и методики исследования цитологических мазков, изучение патогенеза и развития опухолевых и неопухолевых процессов, создание и внедрение скрининговых программ [12].

Основная задача цитологического исследования – обнаружение переходных поражений LSIL (дисплазия 1-й степени) и HSIL (дисплазия 2-й и 3-й степени). Несмотря на то что около 95% LSIL регрессируют, 5% поражений могут прогрессировать в HSIL и/или в инвазивный рак [13].

Известно, что при цитологическом скрининге около 20% ложноотрицательных результатов потенциально связаны с типом используемых инструментов в зависимости от формы и материала изготовления, которые различаются по способности собирать и переносить на стекло различные типы клеток [14]. Необходимо учитывать, что допущенные при проведении скрининга ошибки, связанные с неадекватностью полученного цитологического материала, и ошибки интерпретации цитологической картины влекут за собой либо излишнее обследование, либо пропущенный рак. Поэтому поиск и ликвидация «слабых мест» в диагностике – крайне важные задачи организации цитологического скрининга.

Проблема выявления ранних признаков злокачественной трансформации эпителия СОР еще далека от своего решения, что составляет предмет проводимых нами исследований.

Отсутствие в Республике Беларусь цитощетки стоматологической указывает на приоритетное направление по ее разработке и промышленному выпуску устройства для взятия цитологического материала с поверхности слизистой оболочки рта.

Таким образом, существует реальная возможность для снижения заболеваемости и смертности от рака СОР путем улучшения цитологической диагностики для выявления LSIL как раннего признака ЗТ при ПЗСОР.

■ ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ

Оценить эффективность устройства для взятия цитологического материала с поверхности слизистой оболочки рта (цитощетки стоматологической) для выявления интраэпителиальных поражений методом диагностики предопухолевых заболеваний слизистой оболочки рта.

■ МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Ретроспективные и проспективные исследования клинических данных и забор материала (цитологического и гистологического) от пациентов за период с 2013 по 2024 г. включительно осуществлялся на базе учреждения здравоохранения «Витебский областной клинический стоматологический центр» с участием заведующего отделения хирургической стоматологии М.П. Жигалкина.

Проведено обследование 407 пациентов в возрасте от 18 до 84 лет, из них 229 (56,3%) женщин и 178 (43,7%) мужчин с лейкоплакией СОР (ЛСОР).

Критерии включения и исключения

Критерии включения и исключения пациентов из исследования приведены в табл. 1.

Описание метода диагностики предопухолевых заболеваний слизистой оболочки рта

- 1. Взятие цитологического мазка с поверхности СОР.
В исходном состоянии цитощетку вводили рабочим концом в полость рта и, удерживая инструмент за держатель, в области поражения выполняли 2–4 оборота рабочей частью инструмента в разные стороны.
- 2. Перенос собранного материала на предметное стекло.
Перенос собранного материала на предметное стекло осуществляли за счет совершения вращательных и поступательных движений рабочей частью устройства по поверхности предметного стекла. На предметное стекло материал с цитощетки переносили с края стекла, противоположного от маркировки. При этом 20% стекла оставляли для маркировки, на оставшейся поверхности цитощетку прокатывали равномерно, не допуская зигзагов, без нажима для получения тонкого равномерно-го мазка. Препарат подсушивали при комнатной температуре, после чего материал становился пригодным к окрашиванию и микроскопическому цитологическому анализу. Материал доставляли в цитологическую лабораторию не позднее 3 дней со дня взятия мазка.
- 3. Учет результатов.
После окрашивания цитологического материала на предметном стекле оценивали его качество. Оценку качества взятия цитологического материала с поверхности СОР и его анализ проводили с использованием светового микроскопа при

Таблица 1
Критерии включения и исключения пациентов из исследования
Table 1
Criteria for inclusion/exclusion of patients in the study

Критерии включения	Критерии исключения
Информированное согласие пациентов для проведения исследования. Возраст от 18 лет и старше. Наличие ЛСОР	Отказ пациента от исследования. Возраст пациентов до 18 лет. Беременность или лактация (женщины). Медицинский или психиатрический риск, нарушающий получение информации от пациента. Наличие острого инфекционного процесса челюстно-лицевой области. Постлучевой мукозит



увеличении $\times 100$, $\times 200$, $\times 400$, $\times 1000$. Удовлетворительный для оценки мазок характеризовался наличием хорошо визуализируемых плоских клеток эпителия СОР в мазке. Неинформативным считался мазок, в котором было мало клеток плоского эпителия, материал занимал менее 10% поверхности предметного стекла, более 75% клеточного состава было лизировано или он плохо просматривался (преобладал детрит, лейкоциты, «толстый» мазок). На основе цитологической оценки клеток делали заключение о характере процесса.

Для определения ядерно-цитоплазматического соотношения (ЯЦО) вычисляли отношение площади ядра к площади цитоплазмы (мкм^2).

Для морфометрического исследования микропрепараты фотографировали в 5 полях зрения (объектив 40) с разрешением 2592 на 1944 пикселя при помощи микроскопа Axiostar 40 и цифровой камеры Canon Power Shot A95.

В фоторедакторе Adobe Photoshop CS 10.0 при помощи инструмента «color range» выделяли границы ядра и цитоплазмы, а окружающий фон удаляли при помощи инструмента «magic wand».

Для этого в программе ImageJ1.51j8 (Wayne Rasband, National Institutes of Health, США) на изображениях случайных полей зрения (формат JPEG, размер изображения 1360×1024 пикселей), полученных при увеличении объектива микроскопа 20х, вручную с помощью мыши обводили каждую клетку, исключая двуядерные и те клетки, края которых соприкасались с границами изображения. Затем в тех же клетках обводили ядра. Анализировали от 30 до 60 клеток. Программа автоматически рассчитывала площади проекций клетки и ядра.

■ РЕЗУЛЬТАТЫ

Описание устройства для взятия цитологического материала с поверхности слизистой оболочки рта (цитощетка стоматологической)

Прототипом предлагаемой полезной модели явился зонд «Юнона» цитощетка № 1. При совершении вращательных движений рабочей частью инструмента по слизистой оболочке, клетки задерживаются в промежутках между щетинками и тем самым остаются на рабочей части устройства.

Недостатком прототипа является то, что инструмент предназначен для гинекологической практики и имеет большую длину держателя, что снижает удобство пользования инструментом, повышает вероятность потери или загрязнения цитологического материала с риском получения неверных результатов.

Поэтому нами была поставлена задача – создать простое и удобное устройство для забора цитологического материала слизистой оболочки рта, позволяющего проводить эффективную диагностику клеточной атипии СОР.

Разработано устройство для взятия цитологического материала с поверхности слизистой оболочки рта (цитощетка стоматологическая). Общий вид цитощетки стоматологической состоит из рабочей части (цитощетки) и держателя, длина которого составляет 4 длины рабочей части для более удобной работы с ним. На конце рабочей части нанесены полиамидные щетинки, предназначенные для сбора и удержания цитологического материала.

Держатель выполнен в виде удлиненного стержня, к одному из концов которого концентрично присоединена рабочая часть в виде щетки длиной от 15 до 20 мм конической формы с уменьшением диаметра от 7...7,5 мм у основания до 3...5,4 мм

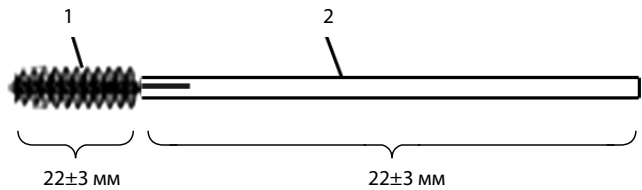


Рис. 1. Устройство для взятия цитологического материала с поверхности слизистой оболочки рта: 1 – рабочая часть; 2 – держатель
Fig. 1. Device for taking cytological material from the surface of the oral mucosa: 1 – working part; 2 – holder

на конце щетки. Рабочая часть включала примерно 600 гибких полиамидных щетинок диаметром около 0,06 мм с жесткостью, характеризующейся касательным модулем упругости 630000±260000 psi (4,3±1,8 ГПа).

Сравнительный анализ репрезентативности мазков, полученных с использованием разработанной цитощетки

Для установления зависимости между кратностью выполнения цитологического исследования в процессе обучения до получения качественного клеточного образца в исследование были включены студенты 2-го курса стоматологического факультета, обучающиеся на кафедре общей и ортопедической стоматологии с курсом ФПКиПК ВГМУ. Все студенты имели здоровую СОР, были сопоставимы по полу и возрасту. Студенты забирали материал друг у друга. Всего в исследование включено 64 студента, которые были разделены на 2 группы (табл. 2).

Забор цитологического материала осуществляли с использованием разработанной нами цитощетки и предметного стекла с адгезивным покрытием. Перед проведением исследований каждый исполнитель получал информационные материалы по методике забора цитологического материала СОР. Для всех исследователей проводили демонстрацию методики забора цитологического материала, нанесения его на предметное стекло, окрашивания, анализа полученного материала с использованием светового микроскопа. Студентам разъясняли критерии неинформативности цитологического мазка. Мазок считали неинформативным при несоответствии хотя бы одному критерию из представленных в табл. 3.

Анализ цитологических мазков, полученных студентами исследуемых групп, выявил существенные различия в их репрезентативности (табл. 2), на основании чего нами было сделано 2 вывода: 1) студенты, которые осуществляют забор

Таблица 2
Группы студентов, производящих забор цитологического материала
Table 2
Groups of students who collect cytological material

1-я группа (n=32)	2-я группа (n=32)
Студенты, производящие самостоятельно все этапы: забор цитологического материала, окраску мазков и микроскопическую оценку их качества	Студенты, производящие только забор цитологического материала



Таблица 3
Репрезентативность цитологического мазка в зависимости от кратности забора студентами
Table 3
Representativeness of cytological smear depending on the number of their sampling by student

Критерий репрезентативности	1-й забор		2-й забор		3-й забор		4-й забор	
	№ группы		№ группы		№ группы		№ группы	
	1	2	1	2	1	2	1	2
Материал распределен равномерным тонким слоем	5 (15%)	6 (18%)	15 (48%)	9 (28%)	30 (94%)	25 (78%)	32 (100%)	31 (97%)
В материале в достаточном количестве присутствуют клетки плоского эпителия	8 (25%)	7 (22%)	19 (59%)	17 (53%)	32 (100%)	28 (88%)	32 (100%)	32 (100%)
Отсутствуют явления лизиса (разрушения), сморщивания клеток	6 (18%)	6 (18%)	16 (50%)	8 (26%)	30 (94%)	24 (75%)	32 (100%)	32 (100%)
Информативные мазки	5 (15%)	6 (18%)	15 (48%)	8 (26%)	30 (94%)	24 (75%)	32 (100%)	31 (97%)

цитологического материала, окраску мазков и микроскопическую оценку их качества, обучаются быстрее; 2) для обучения методу забора цитологического материала достаточно выполнить 4 мазка.

Сравнительная характеристика репрезентативности мазков, полученных с использованием различных инструментов

Для оценки репрезентативности мазков, полученных с использованием разработанной модели цитощетки, проведен сравнительный анализ качества цитологического материала, полученного различными инструментами у студентов ($n=32$), которым давали возможность забрать цитологический материал каждым инструментом по 4 раза и интерпретировать.

Цитологический материал получали с использованием 4 типов инструментов: 1 – шпатель стоматологический, 2 – предметное стекло, 3 – зонд «Юнона» цитощетка № 1, 4 – устройство для взятия цитологического материала с поверхности слизистой оболочки рта (цитощетка стоматологическая), разработанная нами.

Забор материала студенты осуществляли друг у друга одним из 4 инструментов один раз в неделю (каждый раз новым), то есть исследование длилось на протяжении 4 занятий.

При сравнении результатов забора цитологического материала установлено, что использование разработанной нами цитощетки и предметного стекла с адгезивным покрытием является наиболее высокоинформативным методом получения клеточного материала, что позволяет рекомендовать его как инструмент скрининга для ранней диагностики патологических изменений эпителия СОР и диспансерного наблюдения пациентов (табл. 4).

Мазки, полученные при помощи шпателя и предметного стекла, характеризовались недостаточным для диагностики количеством клеток, неудовлетворительной защитой материала при обработке, клетки повреждаются, сморщиваются. Материал, взятый при помощи предметного стекла, содержит только поверхностные клетки, чего не хватает для полного анализа мазка.

Таблица 4
Сравнительный анализ качества цитологического материала при получении мазков различными инструментами (n=32)
Table 4
Comparative analysis of the quality of cytological material when obtaining smears with different instruments (n=32)

Критерий репрезентативности	№ инструмента			
	1	2	3	4
Материал распределен равномерным тонким слоем	20 (63%)	16 (50%)	29 (91%)	32 (100%)
В материале в достаточном количестве присутствуют клетки плоского эпителия	23 (72%)	11 (55%)	31 (97%)	32 (100%)
Отсутствуют явления лизиса (разрушения), сморщивания клеток	24 (75%)	25 (78%)	32 (100%)	32 (100%)
Информативные мазки (%)	20 (63%)	16 (50%)	29 (91%)	32 (100%)

Таблица 5
Результаты анкетирования пациентов и студентов-стоматологов
Table 5
Results of the questionnaire of patients and dental students

Оцениваемый параметр	Шпатель	Предметное стекло	Зонд «Юнона» цитощетка № 1	Цитощетка стоматологическая
Удобство при заборе материала, n (%)	25 (78%)	15 (47%)	25 (78%)	32 (100%)
Простота обучения, n (%)	23 (72%)	20 (63%)	25 (78%)	32 (100%)

Для оценки удобства использования и простоты обучения взятию мазков теми же четырьмя инструментами было проведено анкетирование 32 студентов-стоматологов (табл. 5).

Как видно из таблицы, устройство для взятия цитологического материала с поверхности слизистой оболочки рта (цитощетка стоматологическая) характеризовалось наибольшим удобством при заборе материала.

Оценка эффективности диагностики плоскоклеточных интраэпителиальных поражений низкой степени при использовании разработанной цитощетки стоматологической

Эффективность цитологической диагностики дисплазии эпителия СОР у пациентов оценивали на основании гистологической верификации плоскоклеточных интраэпителиальных поражений низкой степени (табл. 6):

- выявлена цитологически и подтверждена гистологически, результаты считали истинно положительными (ИП);
- выявлена цитологически, но не подтверждена гистологически, результаты считали ложноположительными (ЛП);
- выявлена цитологически и не подтверждена гистологически, результаты считали истинно отрицательными (ИО);
- выявлена цитологически, но подтверждена гистологически, результаты считали ложноотрицательными (ЛО).



Таблица 6
Критерии оценки эффективности цитологической диагностики дисплазии эпителия СОР у пациентов
Table 6
Criteria for assessing the effectiveness of cytological diagnosis of epithelial dysplasia in patients with OM

	Цитологическая диагностика	Гистологическая диагностика
Истинно положительные	+	+
Ложноотрицательные	–	+

На основании соотношения вышеуказанных критериев оценивали диагностическую чувствительность теста разработанного метода диагностики предопухолевых заболеваний СОР с использованием разработанной модели цитощетки.

Диагностическую чувствительность теста (ДЧ) – способность теста выявить LSIL у пациентов – рассчитывали по формуле:

$$\text{ДЧ} = \text{ИП} : (\text{ИП} + \text{ЛО}) \times 100\%.$$

Результаты вычисления коэффициентов диагностической чувствительности и специфичности метода диагностики ПЗСОР для LSIL (81,6% и 97,1% соответственно) с использованием разработанной цитощетки представлены в табл. 7.

Следует отметить, что при проведении цитологического исследования с поверхности СОР пациентов с ПЗСОР ложноположительных результатов практически не наблюдалось, что и определило высокую диагностическую специфичность теста.

Результаты цитологической диагностики позволили нам выявить морфологические признаки LSIL на клеточном уровне: увеличение клеток в размере; изменение формы и полиморфизм клеточных элементов; увеличение ЯЦО; на уровне ядра: увеличение размера, полиморфизм, бугристость, неравномерный рисунок хроматина, неровность контуров, гиперхромия (рис. 2).

Логистический регрессионный анализ показал, что величина ЯЦО эпителиоцитов, несомненно, является надежным диагностическим признаком наличия эпителиального рака СОР: используя построенную регрессионную модель $p = 1 / (1 - e^{-Y})$, где e – число Эйлера (основание натурального логарифма $\approx 2,718$), $Y = 53,99 \times \text{ЯЦО} - 6,08$, p – вероятность развития рака СОР in situ, измеряемая в долях единицы (от 0,0 до 1,0), можно диагностировать наличие искомой патологии с чувствительностью 93,4% и специфичностью 94,4%, при диагностической эффективности модели 93,9%, что является отличными показателями для вспомогательных

Таблица 7
Расчет диагностической чувствительности метода диагностики ПЗСОР с использованием цитощетки стоматологической у пациентов с LSIL
Table 7
Calculation of the diagnostic sensitivity of the PDOM diagnosis method using a dental cytoscreener in patients with LSIL

Гистологическая диагностика	Цитологическая диагностика		ДЧ,%
	ИП, абс.	ЛО, абс.	
Наличие LSIL, n=38	31	7	81,6

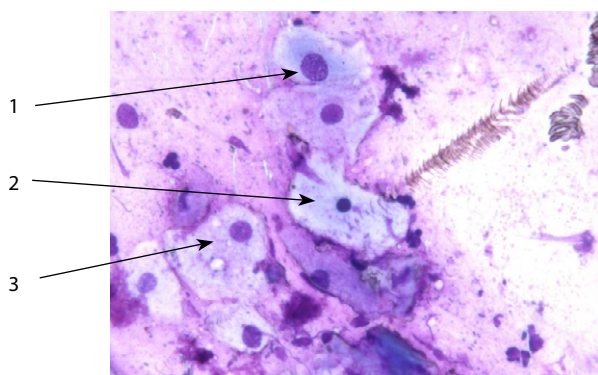


Рис. 2. Плоскоклеточная внутриэпителиальная неоплазия низкой степени. Клетки со слабым дискариозом: 1 – ядро увеличено в размерах, с участками конденсации хроматина клетка промежуточного типа; 2 – клетка поверхностного слоя; 3 – клетка промежуточного типа. Окраска гематоксилином и эозином, увеличение $\times 400$

Fig. 2. Low-grade squamous intraepithelial neoplasia. Cells with mild dyskeratosis: 1 – nucleus enlarged, with areas of chromatin condensation, intermediate-type cell; 2 – surface-layer cell; 3 – intermediate-type cell. Hematoxylin and eosin stain, increase $\times 400$

диагностических тестов. Построенная логистическая регрессионная модель является статистически высоко значимой ($p < 0,0001$), при этом уровень статистической значимости показателя ЯЦО и константы уравнения в рамках модели также $< 0,0001$. Поэтому в качестве основного морфологического критерия для цитологического исследования мы выбрали ЯЦО. Для определения ЯЦО вычисляли отношение площади ядра к площади цитоплазмы.

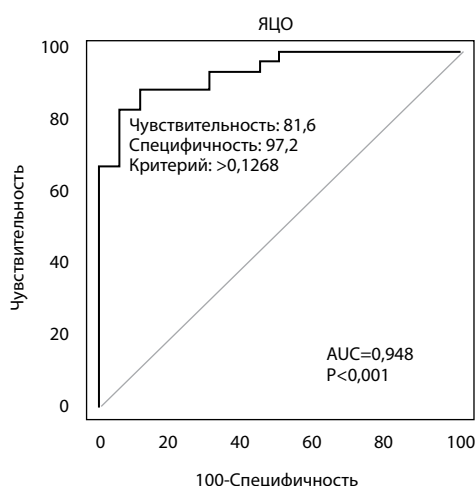


Рис. 3. ROC-анализ ЯЦО для определения LSIL методом диагностики ПЗСОП относительно нормального эпителия

Fig. 3. ROC analysis of the NCC for determining LSIL by the PDOM diagnosis method relative to normal epithelium



Мы не ставили задачу по определению степени дисплазии эпителия СОР, так как мы рассматриваем цитологический метод в качестве скринингового, после которого следует обязательное гистологическое исследование, при котором с учетом гистоархитектоники очага поражения выставляется степень дисплазии.

По результатам диагностики ПЗСОР с использованием цитощетки стоматологической был проведен ROC-анализ ЯЦО эпителиоцитов пациентов с отсутствием (n=36) и наличием LSIL (n=38) и раком СОР (n=38).

Оптимальное значение ЯЦО для диагностики LSIL относительно нормального эпителия составило 0,13, при ДЧ – 81,6% и ДС – 97,2%, AUC – 0,948 ($p < 0,001$) (рис. 3).

Известно, что увеличение размера ядра и уменьшение размера цитоплазмы могут вызывать воспаление, женские гормоны (эстроген и прогестерон), алкоголь, курение. Однако это не считается клеточной атипией [12–14], но не исключает ее. Возможно, если бы при расчете диагностических параметров учитывались все цитологические признаки интраэпителиальных поражений, а не только ЯЦО, то тогда бы диагностическая чувствительность метода оказалась выше.

Таким образом, предложенный метод диагностики с компьютерным анализом ЯЦО является простым и объективным показанием для направления пациента на биопсию для гистологического исследования с целью подтверждения дисплазии эпителия СОР.

В Республике Беларусь выполнять биопсию могут только врачи – стоматологические хирурги, что ограничивает возможности морфологического исследования СОР пациентов. Полученные нами данные, а также данные литературы [15–17] убедительно свидетельствуют, что врачи-стоматологи любой специальности, в том числе и студенты стоматологического факультета, способны качественно собирать материал цитощеткой.

■ ВЫВОДЫ

1. Разработано устройство для взятия цитологического материала с поверхности слизистой оболочки рта (цитощетка стоматологическая), проведены его приемочные технические, санитарно-гигиенические и клинические испытания, государственная регистрация в Республике Беларусь, организовано промышленное производство.
2. Сравнительный анализ качества цитологического материала, полученного с использованием цитощетки стоматологической и перенесенного на предметное стекло, показал, что в 100% случаев мазки были информативными, материал был распределен равномерным тонким слоем, а в материале в достаточном количестве присутствовали клетки плоского эпителия и отсутствовали явления лизиса (разрушения), сморщивания клеток.
3. Морфологическое исследование взятого с поверхности слизистой оболочки рта цитологического материала с использованием цитощетки стоматологической методом диагностики предопухолевых заболеваний слизистой оболочки рта позволило выявить цитологические признаки интраэпителиальных поражений слабой степени: увеличение клеток в размере, изменение формы и полиморфизм клеточных элементов, увеличение ядерно-цитоплазматического соотношения, увеличение размера, полиморфизм и гиперхромия ядра.

4. Разработан нетравматичный метод диагностики предопухолевых заболеваний слизистой оболочки рта, включающий взятие цитологического мазка с поверхности СОР разработанной цитощеткой стоматологической, перенос собранного материала на предметное стекло, окрашивание и микроскопический цитологический компьютерный анализ. Эффективность раннего выявления плоскоклеточных интраэпителиальных изменений низкой степени с использованием предложенного метода указывает на высокую диагностическую значимость этого теста по результатам ROC-анализа: ДЧ – 81,6% и ДС – 97,2% при AUC – 0,948 ($p < 0,001$).
Методическая простота, дешевизна, недорогое оборудование и реактивы, эффективность диагностики, возможность использования разработанного метода на всех уровнях амбулаторной стоматологической помощи, включая районный, позволяют рекомендовать его для широкого использования врачами-стоматологами.
 5. Результаты цитологического исследования служат показанием к биопсии и последующему гистологическому исследованию.
-

■ ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Warnakulasuriya S., Kujan O., Aguirre-Urizar J.M., et al. (2021) Oral potentially malignant disorders: A consensus report from an international seminar on nomenclature and classification, convened by the WHO Collaborating Centre for Oral Cancer. *Oral Dis*, vol. 27, no 8, pp. 1862–1880. doi: 10.1111/odi.13704
2. Serban A.E., Nicolae C., Parlatescu I., Tovar S. (2023 Dec) Oral Leukoplakia. A Five-Year Follow-Up Study. *Maedica (Bucur)*, vol. 18, no 4, pp. 645–650. doi: 10.26574/maedica.2023.18.4.645
3. Iocca O., Sollecito T.P., Alawi F., et al. (2020) Potentially malignant disorders of the oral cavity and oral dysplasia: A systematic review and meta-analysis of malignant transformation rate by subtype. *Head Neck*, vol. 42, no 3, pp. 539–555. doi: 10.1002/hed.26006
4. Wetzel S.L., Wollenberg J. (2020) Oral Potentially Malignant Disorders. *Dent. Clin. North Am*, vol. 64, no 1, pp. 25–37. doi: 10.1016/j.cden.2019.08.004
5. Warnakulasuriya S. (2018) Clinical features and presentation of oral potentially malignant disorders. *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol*, vol. 125, no 6, pp. 582–590. doi: 10.1016/j.oooo.2018.03.011
6. Ho M.W., Field E.A., Field J.K., et al. (2013) Outcomes of oral squamous cell carcinoma arising from oral epithelial dysplasia: rationale for monitoring premalignant oral lesions in a multidisciplinary clinic. *Br. J. Oral Maxillofac. Surg*, vol. 51, no 7, pp. 594–599. doi: 10.1016/j.bjoms.2013.03.014
7. Barnes L., et al. (2005) World Health Organization Classification of Tumours // Pathology and Genetics of Head and Neck Tumours. 3-th ed. Lyon: International Agency for Research on Cancer (IARC) IARC Press, pp. 177–179.
8. Strukov A.I., Serov V.V. (2010) Патологическая анатомия: учебник [Pathological anatomy: textbook]. Moscow: Litterra. 880 p. (in Russian)
9. Karpuk N.A., Rubnikovich S.P., Boginskij O.Ju. (2020) Possibilities of cytological diagnostics in clinical examination of patients with precancerous diseases of the oral mucosa, taking into account their prevalence in the Vitebsk region from 2014 to 2019. *Vestn. VGMU*, vol. 19, no 2, pp. 78–88. (in Russian)
10. Speight P.M., Speight P.M., Khurram S.A., Kujan O. (2018) Oral potentially malignant disorders: risk of progression to malignancy. *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol*, vol. 125, no 6, pp. 612–627. doi: 10.1016/j.oooo.2017.12.011
11. Behl I., Calado G., Vishwakarma A., et al. (2025 Apr 5) Identification of high-risk oral leukoplakia (OLK) using combined Raman spectroscopic analysis of brush biopsy and saliva samples: A proof of concept study. *Spectrochim. Acta A Mol. Biomol. Spectrosc.* vol. 330, pp. 125721. doi: 10.1016/j.saa.2025.125721
12. Neumann F.W., Neumann H., Spieth S., Remmerbach T.W. (2022 Nov) Retrospective evaluation of the oral brush biopsy in daily dental routine – an effective way of early cancer detection. *Clin. Oral Investig.* vol. 26, no 11, pp. 6653–6659. doi: 10.1007/s00784-022-04620-9
13. Fanchiotti R.E., Silva E.M.R., de Azevedo B.L.R., et al. (2024 Sep 30) Fibrosis in Oral Carcinoma and Leukoplakia: an Immunohistochemical Study. *J. Oral Maxillofac. Res.* vol. 15, no 3, pp. e3. doi: 10.5037/jomr.2024.15303
14. Goodson M.L., Smith D.R., Thomson P.J. (2017 Nov) Efficacy of oral brush biopsy in potentially malignant disorder management. *J. Oral. Pathol. Med.* vol. 46, no 10, pp. 896–901. doi: 10.1111/jop.12627
15. Hosmani J.V., Pujari V.K., Kotrashetti V.S., et al. (2020) Comparison of the Efficacy of Sediment Cytology over Oral Brush Cytology in Oral Leukoplakia. *Acta Cytol*, vol. 64, no 4, pp. 368–374. doi: 10.1159/000503216
16. Edman K., Stark C.R., Basic V., et al. (2023 Aug) Dental hygienists and dentists as providers of brush biopsies for oral mucosa screening. *Int. J. Dent. Hyg.* vol. 21, no 3, pp. 524–532. doi: 10.1111/ijdh.12713
17. Kujan O., Idrees M., Anand N., et al. (2021 May) Efficacy of oral brush cytology cell block immunocytochemistry in the diagnosis of oral leukoplakia and oral squamous cell carcinoma. *J. Oral Pathol. Med.* vol. 50, no 5, pp. 451–458. doi: 10.1111/jop.13153

<https://doi.org/10.34883/PI.2025.9.3.008>



Lutskaya I. ✉, Lopatin O.

Institute for Advanced Training and Retraining of Healthcare Personnel of Belarusian State Medical University, Minsk, Belarus

Aesthetic Restoration of the Tooth with Non-carious Cervical Lesion: Clinical Case

Conflict of interest: nothing to declare.

Authors' contribution: all authors made a significant contribution to the creation of the article.

Submitted: 22.04.2025

Accepted: 22.09.2025

Contacts: lutskaja@mail.ru

Abstract

Introduction. Localization of a defect in the cervical region of the tooth requires special attention of a specialist due to the high humidity of this area and the risk of bleeding gums.

Purpose. The aim of this study was to analyze the quality evaluation of isolating the working field and filling non-carious cervical lesion with light-cure composites.

Materials and methods. Research methods were consistent with indications for the treatment of non-carious cervical lesion (abrasion and abfraction). The choice of means and methods of treatment depends on these factors.

Results. An article describes an alternative method of isolating the gums with polytetrafluoroethylene tape and filling the defect with a light-cure resin-based composite. Performance assessment has been evaluated using optical systems and digital camera photography.

Conclusion. Compliance with the techniques and stages of working with the material allows us to provide high quality adhesion of the composite to tooth tissues and the optical properties of restoration, characteristic of natural enamel

Keywords: light-cure resin-based composite, ormocer, non-carious cervical lesion, aesthetic restoration

Луцкая И.К. ✉, Лопатин О.А.

Институт повышения квалификации и переподготовки кадров здравоохранения
Белорусского государственного медицинского университета, Минск, Беларусь

Эстетическое реставрирование зуба при некариозном дефекте в пришеечной области: клинический случай

Конфликт интересов: не заявлен.

Вклад авторов: авторы внесли равноценный вклад в выполнение работы и написание статьи.

Подана: 22.04.2025

Принята: 22.09.2025

Контакты: lutskaja@mail.ru

Резюме

Введение. Локализация дефекта в пришеечной области зуба требует особого внимания специалиста в силу высокой влажности данного участка и десны.

Цель. Анализ качества лечения дефекта некариозной природы в придесневой области зуба.

Материалы и методы. Выбор метода лечения зависел от названных факторов. Изолирование рабочего поля осуществлялось с помощью тефлоновой ленты.

Результаты. В статье описан альтернативный способ изолирования десны тефлоновой лентой и пломбирования дефекта фотоотверждаемым композиционным материалом. Оценка эффективности работы производилась при помощи оптических систем и фотосъемки цифровой камерой.

Заключение. Соблюдение техники и этапов работы позволяет обеспечить высокое качество адгезии композита к тканям зуба и оптические свойства реставрации, характерные для естественной эмали.

Ключевые слова: фотоотверждаемый композит, ормокер, некариозное поражение в пришеечной области, эстетическая реставрация

■ INTRODUCTION

The phrase "Aesthetic dentistry" has won recognition as a generally accepted branch of medicine, as well as a practical solution for specialists and the general public. At the same time, increased demands on the quality of restorations increase the doctor's responsibility for the work performed. The slightest errors and inaccuracies in reproducing the volume and relief or light-color characteristics of the tooth in the constructions cause patient dissatisfaction.

Knowledge of the anatomy and histology of the tooth allows specialists to develop recommendations for the selection of materials and the subsequent modeling of aesthetic restoration [1, 2].

Light curing materials are widely used in therapeutic dentistry due to their positive properties: sufficient mechanical strength, good adhesion to enamel and dentin. The

optical parameters of dental materials correspond to the tooth appearance [6, 7]. The preparation of the cavity and filling with composite in the vast majority of cases carried out in accordance with the indications, as well as instructions for use [5]. In this case, the treatment of teeth with non-carious lesions requires increased attention, since the existing features of the location of defect can make it difficult to comply with the prescribed rules for performing manipulations [4, 8].

Therefore, localization in the cervical part contributes to increased humidity of the walls of the formed cavity and a significant risk of bleeding gums. Therefore, an important point when working with hydrophobic photopolymers is the high-quality isolation of the work area from the ingress of biologic fluids (saliva, blood and gingival fluid).

Rubber dam (or dental dam) is the most important tool for isolation. In some cases, in particular, when the patient refuses to use rubber dam (or dental dam), dentists use a polytetrafluoroethylene tape to isolate sound teeth from aggressive agents getting on them, whose positive properties are low friction coefficient, chemical inertness, insolubility in water and in organic liquids [3]. The material can be stretched and adapted to a complex surface. For dental purposes, a 0.2 mm thick tape is most suitable. Due to its resistance to acids, the tape applied to protect adjacent teeth during etching of cavity walls. The described technique can be applied in case of treatment of defects of the gingival region of the tooth.

■ PURPOSE

In accordance with the foregoing, the aim of this study was to analyze the quality evaluation of isolating the working field and filling non-carious cervical lesion with light-cure resin-based composites.

■ MATERIALS AND METHODS

Research methods were consistent with indications for the treatment of non-carious cervical lesion (abrasion and abfraction). The preparation was performed by diamond burs with medium and fine grain size. Futurabond U (VOCO) used as an adhesive system. The defect was filled with light-cure resin-based composite, which is a universal nanohybrid restorative material of Amira Fusion range (VOCO) and which is indicated for filling cavities of the I–V class when reconstructing of anterior teeth, shape and color correction to improve aesthetics. Thanks to innovative technology, is nanohybrid characterized by low polymerization shrinkage (1.25%) and stress compared to other filling composites. High inertness ensures biocompatibility and color tone stability. Admira is universal in application – it meets high requirements for anterior and posterior teeth; optimally matched color scheme provides compatibility when working with several colors. Fluoride varnish Bifluorid 12 used to cover restored teeth.

Isolation of the working field performed with polytetrafluoroethylene tape, which allowed minimizing the negative impact of gingival fluid. In addition, the tape protected adjacent teeth from acid gel and adhesive. Starting from the apex of the distal interdental papilla along the marginal gingival border to the apex of the mesial papilla, the tape gently pushes the instrument into the gingival sulcus (Fig. 1).



Fig. 1. Gingival retraction and operative field isolation of the polytetrafluoroethylene tape

■ RESULTS AND DISCUSSION

The results of the study are presented in a clinical case.

A non-carious cervical lesion localized in the subgingival region of the tooth crown 14 (class V). Dentin pigmentation is noted.

The patient refuses the application of rubber dam. He signed an informed consent to the restoration of the tooth with composite material using polytetrafluoroethylene tape as an insulating agent.

Filling of teeth with class V cavities includes the usual stages of working with photopolymers, however, the increased humidity of the cervical region and the possibility of bleeding gums should be taken into account.



Fig. 2. Preparation of tooth enamel with a diamond bur

Planning the shape and topography requires special attention. It is necessary to assess the severity of root deviation and gingival contour type in accordance with the symmetrical and adjacent teeth. Based on odontoscopy, in this case, it is planned to modeling a rounded gingival dome of the premolar without distal deviation.

The tooth mechanically cleaned with Clint fluoride-free paste and a brush rotating at low revolutions. The paste washed off with a stream of water. The choice of shades of the composite made in accordance with the optimal requirements: the reference colors compared with the cervical region of the teeth, standing next to and symmetrically, to complete coincidence. The inscriptions on the standards correspond to the marking of the photopolymer. The dentin corresponds to the color OA2, enamel – A2. Transparent layer – I.

The working field is isolated with polytetrafluoroethylene tape, as the patient refuses to impose a rubber dam. For effective use, the tape carefully laid along the surface for protection and placed in the interdental spaces. Polytetrafluoroethylene has been autoclaved at 121 °C.

The preparation of the cavity carried out in compliance with the following rules. The gingival wall formed at an acute angle to the bottom of the cavity. All edges and corners of the cavity are rounded. Enamel processing carried out with diamond burs of medium and then fine size (Fig. 2). Dentin necrotomy performed with a round carbide bur.

Enamel bevel created towards the equator, for which cylindrical and cone-shaped burs of decreasing grain size are used. The bevel width is equal to the size of the defect. In consequence of the preparation, a ledge is formed along the gingival margin, which helps to improve the adhesion of the filling, and in the direction of the equator – a smoothed surface, leveling the "filling-to-tooth" border.

Total acid etching of cavity walls carried out. The effect of the gel on the enamel is 30 seconds and not more than 15–20 seconds on the dentin of the tooth. The gel washed off with a stream of water, the surface dried with an air gun, and the dentin was not overdried.

Gel-etched areas treated with adhesive using a special brush: the resin applied to the surface and rubbed in with light movements. Then it distributed by an air stream, polymerized by the action of an LED lamp. Immediately after curing the adhesive bond, the cavity begins to fill with the composite in accordance with the selected shades.

When filling the gingival region serves as a guideline for modeling the "clinical neck" of restoration. An opaque layer of the OA2 composite introduced at the bottom of the cavity, making up for the lost dentin. A part of the material placed in the middle of the area close to the border with the gum, and then gently smoothed. The opaque layer cures within 40 seconds.

An enamel shade of the material forms a rounded periodontal contour and cervical bulge. To do this, a portion of the enamel composite applied to the central gingival region of the tooth and smoothed from the center to the periphery, carefully rubbing to the borders of this zone.

When modeling the cervical bulge, the modeling instrument positioned at an angle of 30 ° in regards to the vestibular site. The enamel layer polymerized under the influence of an LED lamp.

As a result, the opaque layer fills the volume of the cavity corresponding to the lost dentin; the main enamel tone covers the entire opaque material. The transparent layer is evenly distributed with a layer of 0.5 mm, moreover, the gingival "filling-tooth" border is overlapped by the composite with some excess (in thickness), which is ground during processing. Polymerization carried out.

The surface layer of the restoration is porous due to interaction with atmospheric oxygen. This layer removed by shaping and polishing the surface to a shine similar to a tooth.

Preparation of the restoration begins with a fine- diamond burr of cylindrical shape with a pointed end. A thin layer of filling material removed by moving the burr through the restoration surface in the mesio-distal direction. The subgingival region emphasized with a thin bur (mosquito bite).

The vestibular surface polished with disks, rubber heads, a brush and special pastes. Processing, shaping, and polishing of the restoration carried out in a humid environment in order to avoid heating the fillings and teeth.

The final stage of restoration is the processing of enamel around the filling with Bifluorid-12 varnish containing fluorine. Which applied with a brush in a thin layer, dried with an air stream. This measure improves the marginal fit of the filling, increasing the mineralization of enamel. (It made after elimination of polytetrafluoroethylene protection).

Examination of the vestibular surface of the tooth and the border with the filling using optical systems (magnifier, digital camera) shows the high quality of the restoration (Fig. 3). Long-term results indicate the effective work of the dentist with the rational isolation of the working field and the optimal choice of filling material.



Fig. 3. Examination of the vestibular surface of the tooth after restoration and polishing

■ CONCLUSION

Aesthetic restoration of permanent teeth requires not only knowledge of the technique of working with composite materials, but also the proper use of auxiliary means, in particular, for isolating the working field. The use of polytetrafluoroethylene tape allows ensuring cleanliness and dryness in the cervical region of the tooth in the treatment of non-carious cervical lesion. The light-cure resin-based composites have good adhesion to hard tissues, high strength, and optical parameters like enamel. This kind of dental materials provides the ability to mimic the natural appearance of a tooth.

An alternative method of limiting the operative field using polytetrafluoroethylene tape, as well as filling the cavity with a modified composite with minimal shrinkage and low polymerization stress, allows expanding the possibilities of restoration of teeth with defects localized in the gum region.

■ REFERENCES

1. Kodratyeva V.S. Esthetics of direct composite restoration of front teeth in old and aged patients. Clinical case. *New in Dentistry*. 2017;1:56–60.
2. Kostin K. Using of digital tools in single restoration of esthetic important area. *Esthetic dentistry*. 2016;1–2:108–111.
3. Lutsкая I.K., Beloivanenko I.O., Lopatin O.A. Alternative methods of the work area protection in dentistry. *Journal for Dentists*. 2018;3:5–11.
4. Lutsкая I.K. Problem of the method selection in present-day dentistry. *Present-day dentistry*. 2017;1:5–11.
5. *Dental program 2017–2018 VOCCO*. 85 p.
6. Yalyshev R.K. Esthetic rehabilitation of the front teeth with the help of nanocomposite material. *New in dentistry*. 2018;8(236):58–61.
7. Flury P., Schnellbacher. Like a natural tooth. *New in Dentistry*. 2017;1:52–55.
8. Frankenberger R. Esthetics of the front teeth with composite restorations. *New in dentistry*. 2007;3:1–8.



Новак Н.В.

Институт повышения квалификации и переподготовки кадров здравоохранения
Белорусского государственного медицинского университета, Минск, Беларусь

Лечение зубов со стираемостью

Конфликт интересов: не заявлен.

Подана: 12.05.2025

Принята: 22.09.2025

Контакты: zubnajafeja@yandex.by

Резюме

Введение. При лечении зубов пациентов с повышенной стираемостью используют разные виды реставрации, однако после лечения в отдаленные сроки наблюдается значительное количество осложнений в виде сколов и выпадения пломб.

Цель. Определить механическую прочность соединения композит – штифт; оценить эффективность клинического применения упроченных парапульпарными штифтами реставраций пациентам со стираемостью зубов.

Материалы и методы. Устойчивость пломб к механическому воздействию и прочность сцепления на границе композит – штифт оценивали на шлифах зубов.

Оценку эффективности клинического применения упроченных парапульпарными штифтами реставраций пациентам со стираемостью зубов проводили на 220 зубах. Целостность реставраций определяли через 12–18 месяцев эксплуатации.

Результаты. Показано, что при использовании пломбировочных материалов для изготовления армированных штифтами конструкций наибольшая микротвердость границы пломба – штифт получена для соединения штифт – текучий композит, наименьшая – для соединения штифт – стеклоиономерный цемент. Анализ результатов клинического исследования состояния реставраций показал, что применение парапульпарных штифтов при изготовлении конструкций на зубах с патологической стираемостью уменьшает количество осложнений, возникающих в отдаленные сроки, на 21,75%.

Заключение. Полученные результаты использованы для разработки рекомендаций по изготовлению конструкций, армированных штифтами, у пациентов со стираемостью.

Ключевые слова: микротвердость, стираемость зубов, парапульпарные штифты

Novak N.

Institute for Advanced Training and Retraining of Healthcare Personnel of Belarusian State Medical University, Minsk, Belarus

Treatment of Teeth with Erasure

Conflict of interest: nothing to declare.

Submitted: 12.05.2025

Accepted: 22.09.2025

Contacts: zubnajafeja@yandex.by

Abstract

Introduction. Various types of restorations are used in the dental treatment of patients with increased tooth erosion; however, a significant number of complications in the form of chipping and loss of fillings are observed after treatment in the long term.

Purpose. To determine the mechanical strength of the composite-pin connection; to evaluate the effectiveness of clinical application of restorations reinforced with parapulpal posts in patients with tooth erosion.

Materials and methods. The resistance of fillings to mechanical impact and bonding strength at the composite-post interface were evaluated on tooth slides.

The effectiveness of clinical application of parapulpal restorations hardened with parapulpal posts in patients with tooth erosion was evaluated on 220 teeth. The integrity of the restorations was determined after 12–18 months of use.

Results. It was shown that when using filling materials for the fabrication of structures reinforced with parapulpal posts, the highest microhardness of the filling-post interface was obtained for the post-fluid composite connection, and the lowest – for the post-glass ionomer cement connection. Analysis of the results of the study of the clinical condition of restorations showed that the use of parapulpal posts in the fabrication of constructions on teeth with pathologic erasability reduces the number of complications occurring in the long term by 21.75%.

Conclusion. The obtained results are used to develop recommendations for the fabrication of structures reinforced with posts.

Keywords: microhardness, tooth erasability, parapulpal posts

■ ВВЕДЕНИЕ

Одной из форм некариозных поражений зубов является повышенная стираемость зубов, при которой наблюдается интенсивная убыль твердых тканей в одном, в группе или во всех зубах. Стирание твердых тканей может доходить до шейки зубов, причем после обнажения дентина процесс идет более интенсивно, так как дентин – более мягкая ткань. Часто повышенному стиранию зубов способствуют прямой прикус, парафункции с повышением нагрузки на зубы (бруксизм), длительное и частое жевание очень жесткой пищи. Локальное стирание 2 или нескольких зубов происходит вследствие повышенной систематической нагрузки на эти зубы (такой механизм воздействия следует отнести к хронической травме). При начальных проявлениях

патологической стираемости зубов появляется чувствительность к температурным раздражениям, а по мере углубления процесса появляются боли от химических и механических раздражений.

Терапевтические лечебные мероприятия у пациентов с повышенной стираемостью зубов (проводятся врачом – стоматологом-терапевтом) направлены на их реставрацию (восстановление формы, цвета и функции). Современные композитные материалы, используемые с этой целью, за счет высокой адгезии и прочности в ряде случаев позволяют сохранить витальность зубов, избежать эндодонтического лечения и протезирования и добиться долговременного терапевтического и эстетического эффекта. Однако ввиду изменения морфологии эмали и дентина при данной патологии, а также повышенной окклюзионной нагрузки наблюдается значительное количество осложнений после лечения зубов в виде сколов и выпадения пломб [4–5].

При лечении зубов с кариозными полостями II и IV классов по Блэку, при обширных дефектах, а также в зубах с повышенной стираемостью в целях профилактики выпадения пломб и образования отколов пломб применяются дополнительные ретенционные конструкции – парапульпарные штифты. Их использование позволяет реставрировать значительные дефекты твердых тканей зуба в 1 посещение пациента. Изготовленная реставрация с применением парапульпарных штифтов в ряде случаев может быть альтернативой вкладке или коронке при лечении живых зубов (рис. 1) [1–3].

Известно, что применение парапульпарных штифтов показано при реставрации фронтальных и жевательных зубов с обширными кариозными полостями, при фактурах коронок в области режущего края или бугров витальных зубов, при их восстановлении и последующем протезировании, а также в комбинации с внутриканальными штифтами для усиления антиротационных свойств анкеров.

Штифты изготавливают из нержавеющей стали, сплавов золота и титана с различной длиной рабочей части, диаметром от 0,35 до 0,8 мм (рис. 2, 3). При выборе



Рис. 1. Патологическая стираемость зубов: А – в области зубов 1.1 и 2.1 дефекты в виде стертости и укорочения режущих краев; В – с мезиальной стороны зуба 2.1 установлен парапульпарный штифт и изогнут в сторону центральной оси зуба для улучшения ретенции композита; С – готовые реставрации

Fig. 1. Pathologic tooth erosion: А – in the area of teeth 1.1 and 2.1 defects in the form of abrasion and shortening of the incisal edges; В – a parapulpal post is placed on the mesial side of tooth 2.1 and curved towards the central axis of the tooth to improve the retention of the composite; С – finished restorations



диаметра штифта обращают внимание на толщину дентина между полостью зуба и эмалево-дентинным соединением. Длина штифта подбирается в зависимости от глубины дефекта. Если штифт превышает высоту коронки, его изгибают пинцетом или специальным инструментом (Pin Bender) в сторону центральной оси зуба. При этом важно, чтобы после установки кончик штифта не располагался в прозрачных слоях композита [1–3].

Количество использованных при реставрации парапульпарных штифтов определяется размером дефекта. Их устанавливают в области отсутствующих бугров параллельно режущему краю в придесневую стенку. Во избежание перфорации полости или стенки зуба штифт вводят на середину расстояния между эмалево-дентинным



Рис. 2. В мезиальную поверхность зуба 2.1 установлены 2 парапульпарных штифта
Fig. 2. Two parapulpal posts were placed in the mesial surface of tooth 2.1

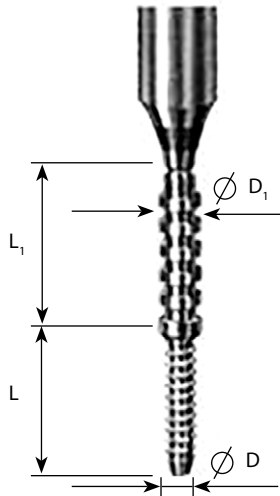


Рис. 3. Парапульпарный штифт: L – длина пина, погружаемая в дентин; L2 – выступающая часть штифта
Fig. 3. Parapulpal pin: L – length of the pin immersed in dentin; L2 – protruding part of the pin

соединением и полостью, параллельно оси зуба, при этом промежуток между штифтами должен быть не менее 2 мм, а длина его над- и поддесневых частей одинаковой. Несоблюдение правил применения армирующих конструкций приводит к ослаблению и сколу эмали, перфорации полости зуба, просвечиванию штифта, а избыточное количество штифтов может способствовать разрыхлению дентина и вывихиванию реставрации.

После установления штифта для предупреждения просвечивания металла через пломбировочный материал парапульпарный штифт маскируют стеклоиономерным цементом с последующей пломбировкой дефекта композиционным материалом.

Тем не менее, несмотря на разработанные и описанные особенности установления парапульпарных штифтов, вопрос об оптимальном переходном слое между штифтом и композитом остается нерешенным. Кроме того, появление текучих композиционных материалов открывает перспективы улучшения фиксации пломбировочного материала и штифта, однако требует дополнительного изучения.

■ ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ

Экспериментально определить механическую прочность соединения пломба – штифт, клинически оценить эффективность применения упроченных парапульпарными штифтами реставраций у пациентов со стираемостью зубов.

■ МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Определение стойкости к механическому воздействию границы пломба – штифт при использовании классического композита средней степени вязкости и текучего композита проведено на 40 зубах. Устойчивость пломбы к механическому воздействию и прочности сцепления на границе пломба – штифт, осуществляемое на шлифах зубов, проводили на микротвердомере Micromet II фирмы Buehler (Швейцария) с нагрузкой на алмазную пирамиду 50 г.

Для оценки качества изготовленных нами реставраций пациенты с патологической стираемостью были поделены на 2 группы. В группу сравнения вошли 280 зубов, реставрации которых осуществляли с применением классического метода, включающего препарирование полостей, адгезивную подготовку и пломбирование. Выделена группа исследования – 220 зубов, отличительным признаком было то, что конструкции пациентам этой группы изготавливали с предварительной установкой парапульпарного штифта/штифтов, на который наносили текучий пломбировочный материал, а затем покрывали композитом обычной плотности. Целостность реставраций определяли через 12–18 месяцев эксплуатации.

■ РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

В эстетической стоматологии при лечении зубов с кариозными полостями II и IV класса по Блэку, особенно при дефектах, занимающих большую площадь, для профилактики выпадения пломб и отколов используют дополнительные конструкции – парапульпарные штифты. Для предупреждения просвечивания металла через пломбировочный материал парапульпарный штифт маскируют с помощью стеклоиономерного цемента или опакового текучего композиционного материала, а затем моделируют реставрацию из фотополимера. В дальнейшем при высоких окклюзионных

нагрузках могут возникать фрактуры пломбировочного материала на границе пломба – штифт. В соответствии с изложенным, определение стойкости к механическому воздействию границы пломба – штифт было проведено при использовании стеклоиономерного цемента и текучего композиционного материала.

Результаты исследований показали, что самые высокие значения микротвердости при нагрузке 50 г зарегистрированы в группах текучих композиционных материалов. Средняя величина микротвердости границы текучего композита № 1 со штифтом при нагрузке 50 г достигла $1136,89 \pm 7,57$ МПа, при этом минимальные значения устойчивости к механическому воздействию составили 826,00 МПа, максимальные – 1320,00 МПа. Среднее значение диагонали отпечатка было $30,10 \pm 0,2$ мкм.

При исследовании микротвердости границы штифт – текучий композит с нагрузкой 200 г наиболее высокие средние значения также соответствовали образцам с текучими композитами, средние значения составили $10,3 \pm 0,052$ МПа с диагональю отпечатка $62,25 \pm 1,75$ мкм. При этом размер максимальной трещины – 63,90 мкм – соответствовал микротвердости 9,79 МПа.

Исследование микротвердости границы штифт – текучий композит № 2 показало, что средние значения микротвердости образцов из этой группы близки к таковым из группы Filtek Supreme flow 3M ESPE и составили $1107 \pm 5,39$ МПа при нагрузке 50 г и $9,90 \pm 0,05$ при нагрузке 200 г. Трещине 26,60 мм соответствовала максимальная микротвердость 1310,00 МПа, а диагонали отпечатка 33,60 мкм – микротвердость 821,00 МПа. Полученные данные свидетельствуют о небольших различиях в параметрах микротвердости границы штифт – текучий композит разных производителей.

В группе образцов штифт – стеклоиономерный цемент № 1 были получены следующие значения микротвердости: при нагрузке 50 г при минимальной диагонали трещины 30,60 мкм микротвердость составила 920,00 МПа, при максимальной диагонали отпечатка 37,5 мкм – 659 МПа соответственно. Среднее значение микротвердости для шлифов этой группы составило $776,44 \pm 3,62$ МПа, средняя длина трещины – $34,05 \pm 0,30$ мкм. При повышении нагрузки пирамиды до 200 г диагональ отпечатка варьировала от 70,10 до 75,20 мкм, при этом микротвердость – от 7,07 до 8,14 МПа.

При исследовании границы штифт – стеклоиономерный цемент № 2 были получены следующие данные. Наименьшей трещине отпечатка 29,60 мкм при нагрузке 50 г соответствует микротвердость 990,00 МПа, при наибольшей трещине 38,10 мкм микротвердость была равна 639,00 МПа, что является наименьшей микротвердостью среди всех групп используемых материалов, среднее значение соответствует $791,78 \pm 3,34$ МПа. При нагрузке 200 средняя длина отпечатка была $70,80 \pm 1,90$ мкм, прочность сцепления – $8,00 \pm 0,04$ МПа.

Сравнительная оценка групп показала, что самые высокие средние значения микротвердости и прочности сцепления были в группе штифт – текучий композит (различия статистически значимы по критерию Краскела – Уоллиса, $H_{\phi}=32,8$ при нагрузке 50 г и $H_{\phi}=31,6$ при нагрузке 200 г, для $df=3$, $p<0,001$). Разница средних значений микротвердости между группами сравнения составила 338,03 МПа.

Высокие значения микротвердости и прочности сцепления соединения текучий композит – штифт могут быть обусловлены тем, что текучий композиционный материал обладает свойством тиксотропности, что позволяет ему затекать в ретенционные нарезки штифта и после полимеризации иметь с ним плотное механическое соединение. Кроме того, текучий композит вступает в химическое соединение с

композитом обычной вязкости, из которого выполняется пломба, в то время как у стеклоиономерного цемента подобная связь отсутствует.

Таким образом, проведенные нами исследования микротвердости границы пломба – штифт при использовании различных пломбировочных материалов показали, что соединение штифт – текучий композит является более прочным, чем соединение штифт – стеклоиономерный цемент. Полученные данные позволили разработать рекомендации по изготовлению конструкций, армированных штифтами.

■ РЕЗУЛЬТАТЫ КЛИНИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Анализ результатов исследования клинического состояния реставраций зубов группы сравнения показал, что через 12–18 месяцев эксплуатации в 41,4% (1,63) случаев были выявлены сколы или выпадения пломб.

При проведении обследования конструкций пациентов группы исследования в 19,65%, (1,54) случаев были выявлены осложнения, связанные с нарушением целостности композиционного материала. При этом фотополимер, покрывающий штифт, был сохранен; краевое прилегание конструкции относительно штифта не нарушено; сколы наблюдались в области твердых тканей зубов, без арматуры.

Таким образом, применение парапульпарных штифтов при изготовлении конструкций в зубах с патологической стираемостью уменьшает количество осложнений в виде выпадения пломб, возникающих в отдаленные сроки, на 21,75% (различия статистически значимы по критерию Краскела – Уоллиса, $H_{\phi}=36,6$, $df=9$, $p<0,001$).

Приводим клинический пример использования полученных результатов исследования в клинической практике (рис. 4).

Предполагается восстановление режущих краев зубов 1.1 и 2.1, упроченных парапульпарными штифтами.

Первый этап – очищение зубов от налета. Следующий этап – выбор нужных оттенков пломбировочного материала. Зубы не имеют прозрачного режущего края (рис. 4А). Форма планируется прямоугольная.

Препарирование зуба минимальное, удаляется бесструктурный слой твердых тканей, сглаживаются острые углы сколотой эмали.

Реставрации центральных резцов со стертой в области режущих краев осуществляются с применением парапульпарных штифтов. Длина штифтов подбирается в зависимости от глубины дефекта.

Штифты вводят на середину расстояния между эмалево-дентинным соединением и полостью зуба, параллельно оси зуба, а длина его над- и поддесневых частей должна быть одинаковой. Парапульпарные штифты устанавливают на малых оборотах микромотора (500–1000 об/мин) с помощью машинного мандрела. Предварительно специальным бором в дентине формируется канал под штифт. Поскольку диаметр бора чуть меньше диаметра штифта, последним в дентине создается собственная нарезка, с помощью которой он удерживается в зубе.

После введения штифта на определенную глубину хвостовик, отделяемый от штифта тонкой перемычкой, обламывают и при необходимости штифт изгибают специальным инструментом (Pin Bender), как показано на рис. 4В. Штифты устанавливают в области отсутствующих углов, перпендикулярно режущему краю.

На следующем этапе работы проводят травление твердых тканей зуба. Зуб промывают струей воды, просушивают с сохранением слегка влажного дентина и



A



B



C



D

Рис. 4. Этапы изготовления упроченной парапальпарным штифтом конструкции:

A – патологическая стираемость твердых тканей 1.1 и 2.1 зубов, сколы эмали в области режущего края нарушают функцию и эстетику зубного ряда; **B** – в область режущего края зубов 1.1 и 2.1 установлены и изогнуты парапальпарные штифты; **C** – на штифты нанесен текучий композиционный материал; **D** – из опакowego фотополимера смоделированы режущие края, затем нанесен светопрозрачный композит, смоделированы углы

Fig. 4. Stages of fabrication of the structure strengthened with a parapatpal post: A – pathological erasability of hard tissues of teeth 1.1 and 2.1, chipping of enamel in the area of the incisal edge disturb the function and aesthetics of the dentition; **B** – parapatpal posts are placed and curved in the area of the incisal edge of teeth 1.1 and 2.1; **C** – flowable composite material is applied to the posts; **D** – incisal edges are modeled from opaque photopolymer, then light-permeable composite is applied, angles are modeled

обрабатывают адгезивом. После использования адгезива на штифты наносят опак-овый текучий композит, нейтрализующий их металлический цвет, и тонким инстру-ментом распределяют равномерно, с вытеснением пузырьков воздуха (рис. 4C). От-препарированный дентин и участки между штифтами заполняют фотополимером. Поскольку эмаль равномерно покрывает всю поверхность, для соответствующего ей светопрозрачного слоя оставляют 0,5 мм свободного места по всему объему реставрации. Подготовленную опак-овую основу, восполняющую по форме и объему утраченный дентин зуба, покрывают эмалевыми оттенками композита, как показано на рис. 4D.

Сразу после изготовления эстетической конструкции осуществляют ее обработ-ку: удаляется поверхностный гибридный слой, контурируется поверхность, выверя-ются окклюзионные контакты с зубами-антагонистами.

■ ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Лабораторные исследования показали эффективность использования текучего композиционного материала при изготовлении упроченных штифтами реставраций зубов. Граница композит – текучий композит – штифт отличается высокой степенью сцепления.

Анализ результатов клинической оценки реставраций, выполненных классическим методом, показал, что через 12–18 месяцев эксплуатации в 41,4% (1,63) случаев были выявлены сколы или выпадения пломб. При проведении обследования конструкций, изготовленных с применением парапульпарных штифтов, покрытых текучим фотополимером, в отдаленные сроки наблюдения осложнения были выявлены в 19,65%, (1,54), что на 21,75% меньше, чем в группе сравнения ($p < 0,001$).

Использование штифтов позволяет реставрировать зубы с дефектами твердых тканей у пациентов со стираемостью зубов и добиваться долговременных положительных результатов лечения.

■ ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Novak N.V. Using standard pin structures. *Sovremennaya stomatologiya*. 2005;(3):27–30. (in Russian)
2. Lutsкая I.K., Novak N.V. Comprehensive treatment of increased tooth wear. *Stomatologicheskii zhurnal*. 2015;XVI(2):137–139. (in Russian)
3. Novak N.V., Gorbachev V.V., Glybovskaya T.A. Fabrication of complex pin-based restorations. *Stomatolog*. 2015;4(19):30–35. (in Russian)

<https://doi.org/10.34883/PI.2025.9.3.010>



Lutskaya I.

Institute for Advanced Training and Retraining of Healthcare Personnel of Belarusian State Medical University, Minsk, Belarus

Aesthetic Restoration of the Premolar Light-Curing Composite Materials

Conflict of interest: nothing to declare.

Submitted: 15.04.2025

Accepted: 22.09.2025

Contacts: lutskaja@mail.ru

Abstract

Introduction. Light-cured composites are widely used in dentistry due to their optimal aesthetic and physical properties. High-strength materials are used for filling chewing teeth.

Purpose. To evaluate the effectiveness of restoring significantly damaged premolars.

The study material was observations of clinical cases in a dental office equipped with modern equipment.

Results of the study show that compliance with treatment protocols and instructions for working with composite ensures high quality restoration, good resistance to chewing load for a long time.

Keywords: light-curing composite; premolar; esthetic restoration

Луцкая И.К.

Институт повышения квалификации и переподготовки кадров здравоохранения Белорусского государственного медицинского университета, Минск, Беларусь

Эстетическое реставрирование премоляров светоотверждаемыми композиционными материалами

Конфликт интересов: не заявлен.

Подана: 15.04.2025

Принята: 22.09.2025

Контакты: lutskaja@mail.ru

Резюме

Введение. Композиты, отверждаемые видимым светом, широко используются в стоматологии благодаря оптимальным эстетическим и физическим свойствам. Для пломбирования жевательных зубов используют материалы повышенной прочности.

Цель. Оценка эффективности реставрирования значительно разрушенных премоляров.

Материалы и методы. Наблюдения клинических случаев в условиях стоматологического кабинета, оснащенного современным оборудованием.

Результаты. Соблюдение протоколов лечения и инструкций по работе с композитом обеспечивают высокое качество реставрирования, хорошую устойчивость к жевательной нагрузке в течение длительного времени.

Ключевые слова: светоотверждаемый композит, премоляр, эстетическая реставрация

■ INTRODUCTION

Up-to-date light curable composite is widely implemented in a therapeutic dentistry clinic due to its major characteristics, such as perfect adhesion to dental tissue, overall resistance to wear and excellent aesthetic qualities [1]. For the front dentures it is strongly recommended to use nano composite and micro hybrids to provide better polishing as well as natural coloration and luster of the enamel [2, 3]. For the filling of masticatory teeth, however, stronger packable polymers seem like a better option. The conterminal position in the row of teeth is occupied by premolars, which are subject to considerable stress while being perfectly visible in case of smiling [4, 5]. In accordance with the given situation, one must opt for the filling material, which would ensure both high aesthetic characteristics and resistance to external impact [6]. These requirements are fully met by light curable hybrid or nano composite, provided the basic liquid polymers are used as the adaptive layer.

■ THE AIM OF THE STUDY

Evaluate the effectiveness of restoration of significantly damaged premolars.

■ MATERIALS AND METHODS

The operation technique can be demonstrated with the help of the following clinical case. The 28-year-old patient B. complained of the sufficiently destroyed crown of a lower denture premolar, which was painful while in contact with the cold, but caused no inconvenience at all without the pain stimulus. The cavity was filled but shortly afterwards it split off together with the wall of the tooth. The patient checked out the latest dental restoration materials on the internet and decided on the light curable composite for her future treatment.

The external examination of the mouth cavity revealed a significant degree of decay for tooth 35 with the remnants of the filling material present and the bottom of the defect pigmented. The probing and thermometry were slightly painful. The percussion turned out to be negative. The final diagnosis was deep chronic caries of the dentin.

The patient was informed about the alternative methods of treatment, including the use of a ceramic prosthetic. After weighing up all the options available, she chose to opt for the light curable composite as a means of restoration for the premolar, the deal being settled by her signing the preliminary agreement to the method of treatment employed.

The good hygiene of the mouth cavity and the absence of inflammatory processes in the marginal gingiva allowed the dentist to get down to the treatment procedure during the same visit.

The scope of preparation and the choice of the light-activated composite were chosen in accordance with the size of the defect, the individual morphological and color-based characteristics of the premolar.

■ RESULTS

The mechanical preparation is carried out with the help of a brush covered with Klint gel, which is both oil and fluorine free, which is followed by a thorough oral rinsing. The selection of the proper shades of Grandio filling material requires natural lighting and the color standard with the psychological and physiological aspects of visual perception to be taken into account. Considering the scope and the size of the dentin-based defect OA2 opaque, A2 enamel and I transparent composite were chosen. The absence of erosion to the cusp surface presupposed the modelling of broad enamel, including the transparent layer.

The planning of a restoration tends to include the assessment of the crown size, the parameters of group membership, the geometrical shape of the buccal surface, the signs of belonging to the margin, the number and the shape of the cusps (the degree to which they are erased), the longevity of contacts between the teeth, the macrocontour as well as the look and the depth of the fissures, the cusp slope and the margin dentition. The classic reproduction of the premolar with two intact cusps was born in mind, the buccal cusp being higher than the tongue cusp. The interdental contact was precise. The definite dome of the crown was round in shape.

In order to make sure the work field is clean, the frame was equipped with a cofferdam, which got attached to a mouth cavity with the help of a klammer, attached to a molar, and the retraction lines.

Before the preparation process the proximal surface is fenced with a metallic matrix line kept in place by a small-size wedge, which is supposed to protect the tooth next to it as well as the interdental papilla from a possible trauma (Fig. 1). With the help of the globular diamond bore the necrology of the bottom and the walls of the defect are carried out, with the consideration for the precervical area.

In order to fix the filling and minimize the possibility the traumatizing of the dental and gingival papilla, the gingival parts are shaped at a sharp angle as much as possible. In order to avoid the appearance of cracks in the dentin as a result of the stress of polymerization all the inside angles smoothed over by the globular bore. With the help of the close-grained diamond tools are used to smooth over the surface of the cavity and the edges of the enamel. The obliquity of the enamel is not observed. After the instrumental processing of the dentin the protective metallic matrix got distracted (Fig. 2).

The cavity was rinsed by a water stream and dried.

The bottom of the cavity was then covered with the insulation layer made from the light curable glass ionomer material, which is predetermined by the size and the depth of the defect as well as the slight outward reaction to the painful reaction to the cold.

The filling of the cavity with the composite was preceded by the adhesive preparation of the dissected tissue. With the help of the brush a thin layer of the self-etching adhesive

bond was spread over the prepared surface by the air jet and polymerized by the light of a halogen lamp.

As the first portion of filling material liquid composite was applied through a cannula of a syringe and then evenly spread over the surface to form a layer of 3,0 mm. The layer was cured by the light of the polymerizing lamp for 10 seconds thus creating the adaptive layer between the hard tissues (as part of the complex relief of the tooth) and the photopolymer (Fig. 3).

In accordance with the algorithm, used to plan the size and shape, as well as the individual specifics of the premolar next came the modeling of the restoration, which requires the adequate reconstruction of the anatomic and physiological norms as the changes in the natural parameters tend to lead to the malfunction. For instance, in case of the faulty placement and modelling of the tubera solid food may spread beyond the occlusal field.

In the mesial part of the tooth opaque shades of the polymer are used. By rotating a piston one extrudes the composite from the syringe on to the tip of the smoother and presses it hard to the basic layer. The dentin color equal in amount to the dentin itself is used to fill the major part of the cavity. Each polymerized layer must not be thicker than 2,0 mm. The formation of the occlusal surface starts with the modelling of the foundation and the inner slopes of the tubera. The layers of the polymer are spread by narrow smoothers and cone-shaped pluggers by moving from the bottom towards the tips of the tubera.

The contact surface near the equator and towards the tubera is modelled by the enamel color. The thickness of the enamel layer of the composite in the occlusal contact areas is 1,0 mm according to the lack of abrasion. The tubera get covered with the 1,0 mm of basal enamel shade. The margin ridge in the distal area of the grinding surface is also modelled by the enamel color of the composite. The enamel fissure is shaped at the same time. Small horizontal notches are made to ensure the smooth motion of the supporting antagonist tuber. The coloration of the fissures is not required. A thin layer of transparent enamel composite is evenly spread all over the surface of the restoration.

After the material is cured the preparation sets in. The hybrid layer is removed from the surface, which is then shaped (the tubera, enamel rollers, edge indentations are added). The occlusal contacts with antagonist teeth are adjusted. For the polishing of the restoration it is recommended to use fine-grain finishing burs with white and yellow stripes and silicone finishing wheel-heads of various shapes including those with pointed tips. The flanks are finished with the help of diamond and plastic strips with diverse abrasive power.

After the cofferdam was removed, the state of the gingival area was assessed and the tooth around the restoration was covered with the fluorine lacquer.

Clinical case 2. The patient A. born in 1964 made an appointment complaining of etiological nagging pain. She was examined and diagnosed with chronic pulpitis of tooth 45. The treatment required the anesthetization. Next a cofferdam was placed and the tooth was dissected, the pulp of the crown and the root was amputated and the mechanical and medicinal treatment of the root-canal was carried out. The canal was filled with GP. Canason was used as a sealer. The X-ray inspection was arranged afterwards. The stages of the treatment were photographed with the help of a special mirror, which enabled the dentist to observe the object from two different perspectives.



Fig. 1. Clamp on the molar, matrix placed along the distal bone of the premolar



Fig. 2. Prepared cavity



Fig. 3. Layer-by-layer filling of the premolar



Fig. 4. Acid etching of the cavity sides

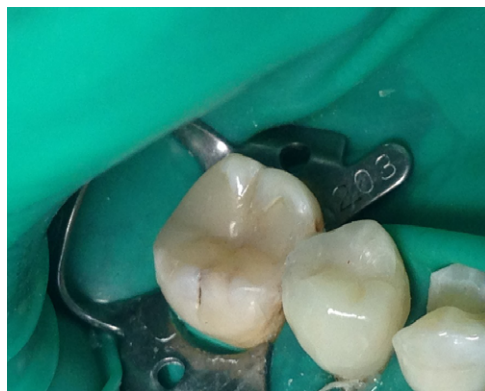


Fig. 5. Completed restoration

The endodontic procedures were preceded by the interpretation of the tooth color, the planning of sizes and shapes, the correction of the occlusion. By using the special color standards the shades of the opaque (OA3) and enamel (A3) composite were determined. The anatomic shape corresponds to the symmetrically located premolar, the buccal tuber being larger in size than the lingual one. Before the adhesive preparation of the hard dental tissue the root filling was isolated with the thin layer of the glass-ionomer dental cement, which was then cured by the light of the halogen lamp. Next stage was acid etching (Fig. 4). The surface was rinsed dried and saturated with the adhesive. The working zone was restricted by the Palodent Plus matrix system. The adaptive layer was represented by the photo polymerized composite. The liquid photocurable base component is recommended to use as the foundation in cavity types of class I and II. The main advantages of such a spacer consists in the possibility to apply it in one layer 4,0 mm thick and cure it over 10 seconds. The liquidity is the reason the adaptation is good while the polymerization stress is low. The material is compatible with all types of bonding and composite based on methacrylate. Special syringes and flow-capsules, equipped with a flexible cannula, are employed to secure the precision of the application.

Right after the portion of X-tra Base was applied to the bottom of the cavity, it got light cured. The following step was to model the restoration with the help of the light curable nano composite. The missing dentin was provided for by the A3 color. The worn-out enamel was modelled with A3 shade. The whole surface of the premolar was covered with a transparent layer. The treatment of the restoration was carried out by means of the finishing system. The definite finish line was polished after the removal of the cofferdam (Fig. 5). The tooth was then coated with a layer of Bifluorid 12 fluorine lacquer. The patient was fully satisfied with the result.

■ CONCLUSIONS

The use of the light curable composite for the sake of making aesthetic restorations of teeth, which happen to be under constant masticatory stress, allows a dentist to meet the demands for the optimal mechanical strength and natural-looking appearance. The formation of the base layer made of liquid material significantly decreases the time consumption for the work while at the same time improving the quality of a restoration. The indispensable condition for the efficacy of work is the isolation of the work field, strict observance of the application instruction for the materials used, the modelling of macro- and micro-relief and thorough finishing of the restoration to achieve the effect of natural gleam.

■ REFERENCES

1. De Araujo E.M. et al. Direct adhesive restoration of anterior teeth: Part 1. Fundamentals of excellence. *Pract. Proced. Aesthet. Dent.* 2003;15(3):233–240.
2. Qureshi T. L'aligneur Inman – Un efficace pour la dentisterie esthétique micro-invasiv (Paartie I). *Cosmetic dentistry.* 2012;2(4):12–18.
3. Lutskey I.K., Lopatin O.A., Gorbachev V.V. Substantiation for Principles of Aesthetic Stomatology. *Zbornik Radova «Šesti kongres stomatologa vojvodina»* 16–17.05.2015 (Novi Sad 2015); pp. 9–11.
4. Nujella B.P. et al. Comparison of shear bond strength of aesthetic restorative materials. *Contemp. Clin. Dent.* 2012;3(1):22–26.
5. Milankov Z. Voltages of amalgam fillings related to diseases. *Zbornik Radova «Šesti kongres stomatologa vojvodina»* 16–17.05.2015 (Novi Sad 2015); pp. 86.
6. Sharma R.D., Sharma J., Rani A. Comparative evaluation of marginal adaptation between nanocomposites and microhybrid composites exposed to two light cure units. *Indian J. Dent. Res.* 2011;22(3):495.

МЕЖДУНАРОДНЫЙ
СТОМАТОЛОГИЧЕСКИЙ
ФОРУМ

СТОМАТОЛОГИЯ БЕЛАРУСИ

ВЫСТАВКА
КОНГРЕСС

29-31.10.2025

Минский международный выставочный центр, ул. Павлины Меделки, 24



**BELARUS
DENT**

ОРГАНИЗАТОРЫ:

МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
РЕСПУБЛИКАНСКИЙ КЛИНИЧЕСКИЙ СТОМАТОЛОГИЧЕСКИЙ ЦЕНТР -
УНИВЕРСИТЕТСКАЯ КЛИНИКА
БЕЛОРУССКОЕ РЕСПУБЛИКАНСКОЕ ОБЩЕСТВЕННОЕ ОБЪЕДИНЕНИЕ
СПЕЦИАЛИСТОВ СТОМАТОЛОГИИ



ЗАО «ТЕХНИКА И КОММУНИКАЦИИ»

Тел.: +375 17 306 06 06

E-mail: medica@tc.by
belarusdent.by