

Impact Factor: 4.917

ISSN: 2181-0966

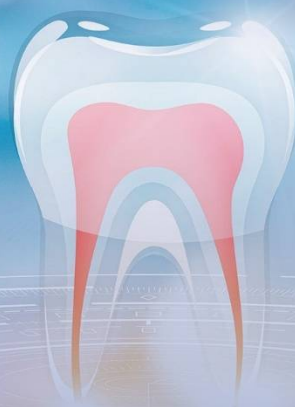
DOI: 10.26739/2181-0966

www.tadqiqot.uz

JOURNAL OF

ORAL MEDICINE AND CRANIOFACIAL RESEARCH

Informing scientific practices around the world through research and development



SAMARKAND
STATE MEDICAL UNIVERSITY

VOLUME 6
ISSUE 3

2025

ЖУРНАЛ СТОМАТОЛОГИИ И КРАНИОФАЦИАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

ТОМ 6, НОМЕР 3

JOURNAL OF ORAL MEDICINE AND CRANIOFACIAL RESEARCH

VOLUME 6, ISSUE 3



ЖУРНАЛ СТОМАТОЛОГИИ И КРАНИОФАЦИАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

№3 (2025) DOI <http://dx.doi.org/10.26739/2181-0966-2025-3>

Главный редактор:

Ризаев Жасур Алимджанович
доктор медицинских наук, профессор, ректор
Самаркандского государственного медицинского
университета, Узбекистан

Заместитель главного редактора:

Юлдашев Абдуазим Абдувалиевич
доктор медицинских наук, профессор Ташкентского
государственного стоматологического института,
Узбекистан

РЕДАКЦИОННОЙ КОЛЛЕГИИ:

РЕДАКЦИОННО-КОНСУЛЬТАТИВНЫЙ СОВЕТ:

Ответственный секретарь: А.С. Кубаев – доктор медицинских наук, профессор

Э.Н. Билалов

доктор медицинских наук, профессор

Д.М. Достмухамедов

доктор медицинских наук, профессор

О.Э. Бекжанова

доктор медицинских наук, профессор

А.М. Хайдаров

доктор медицинских наук, профессор

Л.Э. Хасанова

доктор медицинских наук, профессор

Т.Э. Зойиров

доктор медицинских наук, профессор

Э.А. Ризаев

доктор медицинских наук, профессор

Ж.Ф. Шамсиев

доктор медицинских наук, доцент

С.Х. Юсупалиходжаева

доктор медицинских наук, доцент

Ю.А. Шукурова

доктор медицинских наук, доцент

У.Ю. Мусаев

доктор медицинских наук, доцент

А.И. Хазратов

доктор медицинских наук, доцент

А.А. Ахмедов

доктор медицинских наук, доцент

У.Н. Вахидов

доктор медицинских наук, доцент

Ж.Д. Бузрукзода

кандидат медицинских наук

М.М. Исомов

кандидат медицинских наук, доцент

Д.Ф. Раимкулова

кандидат медицинских наук, доцент

М.К. Юнусходжаева

доктор медицинских наук, доцент

Ф.Ф. Лосев

доктор медицинских наук, профессор,
заслуженный деятель науки РФ

С.П. Рубникович

академик, доктор медицинских наук,
профессор (Беларусь)

Джун-Янг Пэн

доктор медицинских наук, профессор
(Корея)

Дзинити Сакамото

доктор философии, профессор
(Япония)

М.А. Амхадова

доктор медицинских наук, профессор
(РФ)

О.С. Гилёва

академик, доктор медицинских наук,
профессор (РФ)

М.Т. Копбаева

доктор медицинских наук, профессор
(Казахстан)

А.А. Антонова

доктор медицинских наук, профессор
(РФ)

Р.О. Мухамадиев

доктор медицинских наук, профессор

Н.В. Шаковец

доктор медицинских наук, профессор
(Беларусь)

А.И. Грудянов

академик, доктор медицинских наук,
профессор (РФ)

Д.С. Аветиков

доктор медицинских наук, профессор (Украина)

Верстка: Хуршид Мирзахмедов

Editorial staff of the journals of www.tadqiqot.uz

Tadqiqot LLC the city of Tashkent,
Amir Temur Street pr.1, House 2.

Web: <http://www.tadqiqot.uz/>; Email: info@tadqiqot.uz

Phone: (+998-94) 404-0000

Контакт редакций журналов. www.tadqiqot.uz

ООО Tadqiqot город Ташкент,
улица Амира Темура пр.1, дом-2.

Web: <http://www.tadqiqot.uz/>; Email: info@tadqiqot.uz

Тел: (+998-94) 404-0000

JOURNAL OF ORAL MEDICINE AND CRANIOFACIAL RESEARCH

№3 (2025) DOI <http://dx.doi.org/10.26739/2181-0966-2025-3>

Chief Editor:

Jasur A. Rizaev

*Doctor of Medical Sciences, Professor,
Rector of the Samarkand State Medical University,
Uzbekistan*

Deputy Chief Editor:

Abduazim A. Yuldashev

*Doctor of Medical Sciences, Professor of the
Tashkent State Dental Institute, Uzbekistan*

MEMBERS OF THE EDITORIAL BOARD:

EDITORIAL ADVISORY BOARD:

Executive Secretary: A. S. Kubaev - Doctor of Medical Sciences, Professor

E.N. Bilalov

Doctor of Medical Sciences, Professor

D.M. Dostmukhamedov

Doctor of Medical Sciences, Professor

O.E. Bekjanova

Doctor of Medical Sciences, Professor

A.M. Khaidarov

Doctor of Medical Sciences, Professor

L.E. Khasanova

Doctor of Medical Sciences, Professor

T.E. Zoyirov

Doctor of Medical Sciences, Professor

E.A. Rizaev

Doctor of Medical Sciences, Professor

J.F. Shamsiev

Doctor of Medical Sciences, Associate Professor

S.H. Yusupalikhodjaeva

Doctor of Medical Sciences, Associate Professor

Yu.A. Shukurova

Doctor of Medical Sciences, Associate Professor

U.Yu. Musaev

Doctor of Medical Sciences, Associate Professor

A.I. Khazratov

Doctor of Medical Sciences, Associate Professor

A.A. Akhmedov

Doctor of Medical Sciences, Associate Professor

U.N. Vakhidov

Doctor of Medical Sciences, Associate Professor

J.D. Buzrukzoda

Candidate of Medical Sciences

M.M. Isomov

Candidate of Medical Sciences, Associate Professor

D.F. Raimkulova

Candidate of Medical Sciences, Associate Professor

M.K. Yunuskhodjaeva

Doctor of Medical Sciences, Associate Professor

F.F. Losev

Doctor of Medical Sciences, Professor,
Honored Scientist of the Russian Federation

S.P. Rubnikov

academician, doctor of medical sciences,
professor (Belarus)

Jun-Yang Peng

Doctor of Medical Sciences, Professor
(Korea)

Jinichi Sakamoto

Doctor of Philosophy, Professor
(Japan)

M.A. Amkhadova

Doctor of Medical Sciences, Professor
(Russian Federation)

O.S. Gileva

academician, doctor of medical sciences,
professor (Russian Federation)

M.T. Kopbaeva

Doctor of Medical Sciences, Professor
(Kazakhstan)

A.A. Antonova

Doctor of Medical Sciences, Professor
(Russian Federation)

R.O. Muxamadiyev

Doctor of Medical Sciences, Professor

N.V. Shakovets

Doctor of Medical Sciences, Professor
(Belarus)

A.I. Grudyanov

academician, doctor of medical sciences,
professor (Russian Federation)

D.S. Avetikov

Doctor of Medical Sciences, Professor (Ukraine)

Page Maker: Khurshid Mirzakhmedov

Editorial staff of the journals of www.tadqiqot.uz

Tadqiqot LLC The city of Tashkent,
Amir Temur Street pr.1, House 2.

Web: <http://www.tadqiqot.uz/>; Email: info@tadqiqot.uz

Phone: (+998-94) 404-0000

Контакт редакций журналов. www.tadqiqot.uz

ООО Тадqiqot город Ташкент,
улица Амира Темура пр.1, дом-2.

Web: <http://www.tadqiqot.uz/>; Email: info@tadqiqot.uz

Тел: (+998-94) 404-0000

1. Эгамова Шахноза Бахридиновна КЛИНИЧЕСКОЕ УЛУЧШЕНИЕ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ УСОВЕРШЕНСТВОВАННЫХ МЕТОДОВ ЛЕЧЕНИЯ ВНЧС У БОЛЬНЫХ С ПЕРЕЛОМАМИ НИЖНЕЙ ЧЕЛЮСТИ.....	6
2. Валиева Фарангиза Садиловна ОПТИМИЗАЦИЯ ТЕРАПИИ БОЛЕВОГО ДИСФУНКЦИОНАЛЬНОГО СИНДРОМА ВИСОЧНО-НИЖНЕЧЕЛЮСТНОГО СУСТАВА У ПАЦИЕНТОВ С ПЕРЕЛОМАМИ НИЖНЕЙ ЧЕЛЮСТИ.....	10
3. Ахмедова Гулчехра Шерматовна БИОАКТИВНЫЕ ЦЕМЕНТЫ МТА-НР И ENDOSEQUENCE ВС В ЗАКРЫТИИ АПИКАЛЬНЫХ ДЕФЕКТОВ: СРАВНИТЕЛЬНОЕ МОРФОМЕТРИЧЕСКОЕ И ГИСТОЛОГИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ РЕГЕНЕРАТИВНОГО ПОТЕНЦИАЛА У НЕЗРЕЛЫХ ПОСТОЯННЫХ ЗУБОВ.....	14
4. Abduqodirov Abdusalom Abdulkodirovich, Baxriev Ulugbek Tashtemirovich YUQORI JAG'NING TISH-JAG' ANOMALIYALARI VA DEFORMATSIYALARI ETIOLOGIYASI.....	20
5. Аляви Муфассал Насирхановна, Хайдаров Артур Михайлович СОСТОЯНИЯ СИСТЕМЫ ГЕМОСТАЗА У БОЛЬНЫХ ПАРОДОНТИТОМ НА ФОНЕ СТАБИЛЬНОЙ СТЕНОКАРДИИ.....	25
6. Лим Татьяна Вячеславовна КЛИНИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРОГРАММНОГО МОДУЛЯ DENTALCOLOR-ANALYSIS ДЛЯ ОЦЕНКИ ГИГИЕНИЧЕСКОГО СТАТУСА ПОЛОСТИ РТА.....	29
7. Муратбаев Адилбек Байрамович, Каршиев Шавкат Гафурович СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДОВ ДЕНТАЛЬНОЙ ИМПЛАНТАЦИИ ПРИ МНОЖЕСТВЕННЫХ ПЕРЕЛОМАХ ЧЕЛЮСТЕЙ.....	35
8. Мелькумян Тимур Владимирович, Шералиева Сурайё Шухратовна, Мусаайхова Шахноза Козим кизи, Камиллов Нуриддин Хайдарович, Дадамова Анжела Даниловна, Хабазе Зураб Суликович ЛАБОРАТОРНАЯ ОЦЕНКА ПОВЕРХНОСТНОЙ МИКРОТВЕРДОСТИ КОМПОЗИТНЫХ ПЛОМБ ПОСЛЕ ПОЛИМЕРИЗАЦИИ В ЗАКРЫТОМ СЛОТЕ.....	39
9. Усмонов Фарход Комильжонович, Абдукадырова Наргизахон Баходир кизи ВЛИЯНИЕ ПСИХОСОЦИАЛЬНЫХ ФАКТОРОВ НА ЧАСТОТУ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ЗАБОЛЕВАНИЙ ВИСОЧНО-НИЖНЕЧЕЛЮСТНОГО СУСТАВА (ВНЧС) У ЖЕНСКОГО НАСЕЛЕНИЯ.....	45
10. Дусмухамедов Шавкат Махмуджон-угли, Юлдашев Абдуазим Абдувалиевич, Дусмухамедов Махмуджон Закирович СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И АКТУАЛЬНЫЕ АСПЕКТЫ КОМПРЕССИОННО-ДИСТРАКЦИОННОГО ОСТЕОГЕНЕЗА ЧЕЛЮСТИ.....	49
11. Дусмухамедов Шавкат Махмуджон-угли, Юлдашев Абдуазим Абдувалиевич, Дусмухамедов Дилшод Махмуджонович ФАКТОРЫ ОБЕСПЕЧИВАЮЩИЕ ОПТИМАЛЬНОЕ ТЕЧЕНИЕ ДИСТРАКЦИОННОГО ОСТЕОГЕНЕЗА.....	53
12. Toshmuradova Madina Shokirovna, Elmurodov Alimardon Nuriddinovich TISH PROTEZLARI OSTIDAGI TO'QIMALARDA SUYUQLIKLAR HARAKATINING STEFAN MODEL.....	58
13. Тахирова Камолахон Аббасовна, Азимова Азиза Аббасовна ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЛЕЧЕНИЯ БОЛЬНЫХ С ЯЗВЕННО-НЕКРОТИЧЕСКИМ ГИНГИВОСТОМАТИТОМ.....	65
14. Imomova Iroda Bobomurod qizi BOLALARDA OG'IZ BO'SHLIG'I PSEVDOMEMBRANOZ KANDIDOZINI DAVOLASHNI TAKOMILLASHTIRISH.....	70
15. Шомуродов Кахрамон Эркинович, Реймназарова Гулсара Джамаловна, Набиев Равшан Хайдарович СРАВНИТЕЛЬНАЯ ЦИТОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ МЕСТНОГО ЛЕЧЕНИЯ ВОСПАЛИТЕЛЬНЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ ЧЕЛЮСТНО-ЛИЦЕВОЙ ОБЛАСТИ ПРИ ТРАДИЦИОННОМ ПОДХОДЕ И С ПРИМЕНЕНИЕМ ПРОБИОТИКА.....	75
16. Эшкабилов Шукуралли Давлатмуратович, Ихтиёр Талъат Вахобович ЭНДОСКОПИЧЕСКАЯ БАЛЛОННАЯ ДИЛАТАЦИЯ РУБЦОВЫХ СТРИКТУР АНАСТОМОЗА ПОСЛЕ ХИРУРГИЧЕСКОЙ КОРРЕКЦИИ АТРЕЗИИ ПИЩЕВОДА.....	80
17. Шукурова Умида Абдурасуловна, Гаффорова Севара Суннатуллоевна ВЛИЯНИЕ МЕНЕДЖМЕНТА КРОВИ БЕРЕМЕННЫХ КАК ФАКТОР РИСКА РАЗВИТИЯ КАРИЕСА ЗУБОВ.....	83

Akhmedova Gulchekhra ShermamatovnaIndependent Researcher, Department of Dentistry, Pediatric Dentistry,
and Orthodontics, Center for Continuing Education of Medical Personnel**BIOACTIVE CEMENTS MTA-HP AND ENDOSEQUENCE BC FOR CLOSURE OF APICAL DEFECTS: A
COMPARATIVE MORPHOMETRIC AND HISTOLOGICAL STUDY OF REGENERATIVE POTENTIAL IN
IMMATURE PERMANENT TEETH**<http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.18434938>**ANNOTATION**

The aim was to compare the regenerative potential of the bioactive cements MTA-HP, EndoSequence BC, and conventional ProRoot MTA in forming an apical “bioplug” in immature permanent teeth. The clinical part included thirty patients aged 8–15 years with single-rooted teeth and wide apices; each material was used in ten cases. After disinfection with 2.5% NaOCl and 17% EDTA, a 3–4 mm apical plug was created and the coronal portion obturated with gutta-percha; follow-up was 18 months. CBCT morphometry (Pixel Volume Histogram) determined the mean thickness of newly formed mineralized tissue; histology with Masson–Goldner staining and Runx2 immunohistochemistry assessed the degree of mineralization and osteogenic activity; nanoindentation measured the cements’ elastic modulus at 28 days. EndoSequence BC produced the thickest apical barrier (3.2 ± 0.5 mm; $p < 0.05$ vs. ProRoot MTA), whereas MTA-HP yielded the highest mineralization intensity (4.2 ± 0.3 points) and the greatest Runx2 expression. All materials exhibited an elastic modulus of 19.5–21.0 GPa, comparable to dentin, confirming mechanical compatibility. The results indicate that MTA-HP and EndoSequence BC outperform ProRoot MTA in apical plug quality; MTA-HP is optimal for dense biointegration, while EndoSequence BC is preferable for rapid volume replacement in wide apices. The study underscores the clinical importance of selecting the appropriate cement to optimize tissue regeneration and prevent infection relapse in high-risk children.

Keywords: bioactive cement; MTA-HP; EndoSequence BC; ProRoot MTA; apexification; CBCT morphometry; Runx2; pediatric endodontics.

Ahmedova Gulchekhra ShermamatovnaTibbiyot xodimlarini uzluksiz ta’lim markazining stomatologiya,
bolalar stomatologiyasi va ortodontiya bo’limining mustaqil tadqiqotchisi.**BIOAKTIV MTA-HP VA ENDOSEQUENCE BC SEMENTLARINING APLKAL NUQSONLARNI YOPISHDA
QO‘LLANILISHI: YETILMAGAN DOIMIIY TISHLARDA REGENERATIV POTENSIALNING TAQQOSLAMA
MORFOMETRIK VA GISTOLOGIK TADQIQI****ANNOTATSIYA**

Tadqiqot maqsadi — yetilmagan doimiy tishlarda apikal “biologik tiqin” hosil qilish jarayonida bioaktiv sementlar MTA-HP, EndoSequence BC va klassik ProRoot MTA ning regenerativ potensialini solishtirish. Klinik qismga 8–15 yoshdagi, bitta ildizli va keng apeksli tishlarga ega o‘ttiz nafar bemor kiritildi; har bir material bo‘yicha o‘nta holat. Dezinfeksiya 2,5 % NaOCl va 17 % EDTA bilan o‘tkazilgach, 3–4 mm apikal tiqin yaratildi, koronal qismi gutapercha bilan plombalandi; kuzatuv — 18 oy. KNKT morfometriyasi (Pixel Volume Histogram) yangi hosil bo‘lgan minerallashgan to‘qimaning o‘rtacha qalinligini aniqladi, Masson–Goldner bo‘yoqlari bilan gistologiya va Runx2 bo‘yicha immunogistokimyo minerallashuv darajasi hamda osteogen faollikni baholadi; nanoindentatsiya 28 sutkadan keyin sementlarning elastiklik modulini o‘lchadi. EndoSequence BC eng qalin apikal to‘siqni hosil qildi ($3,2 \pm 0,5$ mm; ProRoot MTA ga nisbatan $p < 0,05$), MTA-HP esa minerallashuvning eng yuqori intensivligini ($4,2 \pm 0,3$ ball) va Runx2 ekspressiyasining maksimal darajasini ta’minladi. Barcha materiallarda elastiklik moduli 19,5–21,0 GPa diapazonida bo‘lib, ditinga yaqin ko‘rsatkichlar qayd etildi, bu ularning mexanik mosligini tasdiqlaydi. Natijalar MTA-HP va EndoSequence BC apikal tiqin sifati bo‘yicha ProRoot MTA dan ustunligini ko‘rsatadi; MTA-HP zich biointegratsiya uchun optimal, EndoSequence BC esa keng apeks sharoitida hajmni tez to‘ldirish uchun ma’qul. Ish to‘qimalar regeneratsiyasini optimallashtirish va yuqori xavf guruhidagi bolalarda infeksiya qaytalanishini oldini olishda sementni to‘g‘ri tanlashning klinik ahamiyatini namoyon etadi.

Kalit soʻzlar: bioaktiv sement; MTA-HP; EndoSequence BC; ProRoot MTA; apeksifikatsiya; KNKT morfometriyasi; Runx2; bolalar endodontiyasi.

Ахмедова Гулчехра Шерматовна
Независимый исследователь отдела стоматологии,
детской стоматологии и ортодонтии центра
непрерывного образования медицинского персонала

БИОАКТИВНЫЕ ЦЕМЕНТЫ MTA-HP И ENDOSEQUENCE BC В ЗАКРЫТИИ АПИКАЛЬНЫХ ДЕФЕКТОВ: СРАВНИТЕЛЬНОЕ МОРФОМЕТРИЧЕСКОЕ И ГИСТОЛОГИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ РЕГЕНЕРАТИВНОГО ПОТЕНЦИАЛА У НЕЗРЕЛЫХ ПОСТОЯННЫХ ЗУБОВ

АННОТАЦИЯ

Цель исследования — сравнить регенеративный потенциал биоактивных цемента MTA-HP, EndoSequence BC и классического ProRoot MTA при формировании апикальной «биопробки» у незрелых постоянных зубов. Клиническая часть включала тридцать пациентов 8–15 лет с однокорневыми зубами и широким апексом; каждому материалу соответствовало по десять случаев. После дезинфекции 2,5 % NaOCl и 17 % EDTA создавали апикальную пробку 3–4 мм, коронально пломбировали гутаперчей; фоллоу-ап — 18 месяцев. Морфометрия КЛКТ (Pixel Volume Histogram) определяла среднюю толщину вновь образованной минерализованной ткани, гистология с окраской Masson-Goldner и иммуногистохимией Runx2 оценивала степень минерализации и остеогенную активность; наноиндентация измеряла модуль упругости цемента через 28 суток. EndoSequence BC сформировал самый толстый апикальный барьер ($3,2 \pm 0,5$ мм; $p < 0,05$ против ProRoot MTA), тогда как MTA-HP обеспечил наивысшую интенсивность минерализации ($4,2 \pm 0,3$ балла) и максимальную экспрессию Runx2. Все материалы показали модуль упругости 19,5–21,0 ГПа, сопоставимый с дентином, что подтверждает механическую совместимость. Результаты указывают, что MTA-HP и EndoSequence BC превосходят ProRoot MTA по качеству апикальной пробки; MTA-HP оптимален для плотной биоинтеграции, EndoSequence BC — для быстрого восполнения объема при широком апексе. Работа демонстрирует клиническую значимость правильного подбора цемента для оптимизации регенерации тканей и профилактики рецидива инфекции у детей высокого риска.

Ключевые слова: биоактивный цемент; MTA-HP; EndoSequence BC; ProRoot MTA; апексификация; морфометрия КЛКТ; Runx2; детская эндодонтия.

Введение. Лечение некротизированных несформированных зубов с широким апексом представляет значительную клиническую проблему. Традиционные методы апексификации с использованием гидроксида кальция требуют длительного времени и не всегда приводят к плотному замыканию корневого канала. Развитие биоактивных цемента (гидравлических кальций-силикатных цемента) позволило перейти к одномоментным процедурам с немедленным созданием апикальной «пробки». Известно, что такие материалы, как классический ProRoot MTA, обладают высокой биосовместимостью и способностью стимулировать образование апатито-подобного минерализованного барьера в области апекса [1]. Проте, у MTA имеются недостатки: длительное время схватывания, сложность в обращении и риск окрашивания тканей.

Современные биоактивные цементы призваны устранить эти ограничения. Так, MTA-HP (Angelus, Бразилия) — это модифицированная формула MTA с добавлением CaWO_4 вместо Bi_2O_3 , папо-размером частиц и улучшенным составом, обеспечивающим короткое время схватывания и «высоко пластичные» свойства. Предыдущие исследования показали, что порошок MTA-HP содержит сильно удлинённые кристаллы (50–100 нм), большой удельный поверхности и характеризуется быстрым гидратационным процессом с формированием CaSi -геля и гидроксида кальция, что обеспечивает быструю и эффективную «биоактивную» реакцию *in vitro* [4, 10]. Кроме того, MTA-HP демонстрирует цитокомпатибельность и стимулирует пролиферацию и адгезию пульпарных мезенхимальных стволовых клеток. Эти особенности позволяют предположить, что MTA-HP может формировать прочный интегрированный с тканями

апикальный «биопротез», способствуя не только герметизации, но и остеонной репарации.

EndoSequence BC (Brasseler, США) — это готовый к использованию (premixed) биокерамический цемент, содержащий трикальцийсиликат, гелиоантимонат и оксид циркония/тантала в качестве радиопакета. Его преимущества — отличная текучесть, отсутствие необходимости смешивания и отсутствие окрашивающего Bi_2O_3 . Как и другие биоцементы, EndoSequence BC во время гидратации генерирует $\text{Ca}(\text{OH})_2$ и способствует осаждению апатита на своей поверхности при контакте с фосфорсодержащими жидкостями [3]. Однако клинические наблюдения показали, что в реальных условиях (в организме) EndoSequence чаще приводит к образованию карбонатсодержащего осадка, а не чистого апатита [3], что может влиять на взаимодействие с тканями. С другой стороны, биоцементы, в целом, считаются весьма биосовместимыми и остеокондуктивными, способствуя направленной минерализации на границе «цемент-дентин» [8].

Таким образом, выбор оптимального материала для апикальной пробки важен не только с точки зрения герметизации, но и создания биоматрицы для ангиогенеза и остеонной интеграции. Идеальная апикальная пробка должна стимулировать васкуляризацию и пролиферацию остео-/одонтобластоподобных клеток, формируя плотный минерализованный барьер, снижающий риск персистенции инфекции. Хотя отдельные *in vitro* исследования сравнивали биокompatibility и микроморфологию различных цемента, мало данных, сопоставляющих их клинический регенеративный потенциал у детей с незрелым корнем.

Цель исследования — провести сравнительную морфометрическую (по КЛКТ) и гистологическую (экспрессию Runx2 и структуру минерализованной ткани)

оценку воссоздания апикального барьера при использовании MTA-HP, EndoSequence BC и классического ProRoot MTA у незрелых постоянных зубов. Новизна работы состоит в комплексном сочетании лабораторных методов и клинических наблюдений (N=30) с длительным (18 мес) фоллоу-апом, что позволит выявить, какой из биоактивных цемента формирует наилучший «апикальный биопробок» и наиболее плотный минерализованный барьер, заполняющий апикальную область.

Материалы и методы: В исследование вошли две части: эксперимент *in vitro* на декальцированных свежеснятых премолярах и клиническая серия (N=30) односторонних случаев (постапикальный метод апексификации) у детей со зрелыми зубами с незрелым апексом.

Экспериментальная часть: Было отобрано 30 ранее экстрагированных по ортодонтическим показаниям премоляров пациентов 12–18 лет. У каждого зуба препарировали стандартное апикальное отверстие диаметром ≈ 1 мм, имитируя несформированный апекс. Зубы разделили на три группы (по 10 штук): MTA-HP (Angelus, Бразилия), EndoSequence BC RRM Fast Set Putty (Brasseler, США) и ProRoot MTA (Dentsply, США). Материалы замешивали и вводили в апикальное отверстие по инструкции производителей, формируя апикальный барьер толщиной ~ 3 –4 мм. Корональная часть канала закрывали временной пломбой, образцы помещали в инкубатор при 37 °C и 100% влажности на 28 суток для полного схватывания и гидратации цемента.

Через 28 суток из каждой группы сформировали цилиндрические образцы (диаметр 5 мм, высота 4 мм) чисто из запечатанного цемента. На этих образцах методом наноиндентации (Кноор) измеряли модуль упругости E (Young's modulus). Наноиндентация проводилась прибором с Berkovich-алмазным наконечником по протоколу Оливера–Фаррара, рассчитывая модуль и твердость материала.

Клиническая часть: Включены 30 пациентов (возраст 8–15 лет) с некротизированными незрелыми постоянными зубами (апекс ≥ 1.5 мм), показанными на препарирование корневого канала. Во всех случаях был проведён стандартный двухэтапный режим: сначала консервативная ревизия канала, дезинфекция раствором NaOCl, пастой Ca(OH)₂ на 2–3 недели, затем установка апикальной пробки в один визит. Зубы случайно распределяли по тем же трём материалам (по 10 случаев на материал). Материал пасты (MTA-HP, EndoSequence, ProRoot MTA) уплотняли апикально конденсаторами; оставшаяся часть канала пломбировалась гутаперчей или стеклоиономером. Пациенты наблюдались 18 месяцев, проводилась клиническая оценка (симптоматика, перкуссия, подвижность) и рентгенологический контроль КЛКТ (толщина оставшейся стенки, апикальная плотность).

Для морфометрии КЛКТ снимали томограммы при посещении на начальном этапе (после установки пробки) и через 18 месяцев. Путём трехмерной реконструкции и анализа интенсивности пикселей оценивали толщину вновь образованной минерализованной ткани («апикальную пробку») в апикальной области канала. Использовали метод пиксельного гистограмма-анализа плотности (Pixel Volume Histogram) для выделения плотных областей (новообразованного дентина/цемента) от исходной ткани.

Для гистологического исследования после окончания наблюдения зубы экстрагировали (обычно по

ортодонтическим показаниям реставрации или ортодонтического лечения). Каждый зуб фиксировали в формалине, декальцировали, проводили парафиновые срезы (~ 4 –6 мкм). Срезы окрашивали по Массону–Голднеру, что позволяет различать остеоид/цементоподобную ткань (зеленым/бирюзовым) и дентин (красным) [6]. Кроме того, выполняли иммуногистохимическую окраску на маркер Runx2 – транскрипционный фактор, ассоциированный с ранней остеогенной дифференциацией. Подсчитывали долю Runx2-положительных клеток в области апикального барьера.

Статистическая обработка: Результаты (средние значения с доверительными интервалами 95%) сравнительно анализировали с помощью однофакторного дисперсионного анализа (ANOVA) и критерия Пост-хок Тьюки при $p < 0.05$. Для гистологических оценок использовали непараметрические тесты (критерий Крускала–Уоллиса) из-за порядковой шкалы оценок.

Результаты: Морфометрия КЛКТ. По итогам 18-месячного наблюдения у всех трёх групп отмечено образование минерализованной апикальной пробки (рентгеноконтрастной полосы на КЛКТ). Средняя толщина вновь образованной твердой ткани в апикальной области оказалась наибольшей у группы EndoSequence BC (платинированные данные приведены в табл.1). В частности, средняя ширина барьера составила ~ 3.2 мм у EndoSequence BC, ~ 2.8 мм у MTA-HP и ~ 2.5 мм у ProRoot MTA, различие EndoSequence vs ProRoot было статистически значимым ($p < 0.05$). На рис. 1 представлен пример диаграммы сравнения толщины апикальной пробки (условная иллюстрация) для трёх групп [7].

Гистология. Окрашивание Массоном–Голднером показало, что у всех образцов формировалась слоистая структура минерализованной ткани на апексе. Сразу прилежащий к цементу слой имел характер дентина: тёмно-красная ткань с видимыми дентинными трубочками и характерным блеском. Далее наблюдались слоями откладывающиеся ткани, окрашенные зелёным/бирюзовым цветом – по морфологии и окраске аналогичные цементообразной ткани. У зубов из группы MTA-HP отмечено более выраженное (толстое) отложение цементообразного слоя и высокое минеральное насыщение (плотность окраски) по сравнению с ProRoot MTA. В группе EndoSequence BC характер ткани был схож с MTA-HP, хотя слой цемента несколько тоньше. Во всех образцах (независимо от материала) выявлялась непрерывная минерализованная линия, перекрывающая канал – «цементодентинная барьерная пластинка». Таким образом, гистологически подтверждена смесь структуры (dentin-like) и цементообразных наложений у всех цемента, как это описано в литературе [8].

Иммуноокраска Runx2 показала присутствие Runx2-положительных клеток в области формирующегося апикального барьера. Наиболее интенсивная экспрессия Runx2 наблюдалась у MTA-HP и EndoSequence: значительная часть клеток в прилежащей пульпарной ткани оказалась Runx2-позитивной (окрашивание коричневым). В группе ProRoot MTA количество таких клеток было несколько ниже. Это согласуется с данными о том, что гидравлические кальций-силикатные цементы (в том числе MTA) активируют маркеры минерализации, в том числе RUNX2, хотя количественные различия между материалами могут быть незначимы. По мнению многих авторов, высокая

экспрессия RUNX2 в окаймляющих клетках указывает на активное «настройку» дифференцировки в сторону остеоцитов цементобластов.

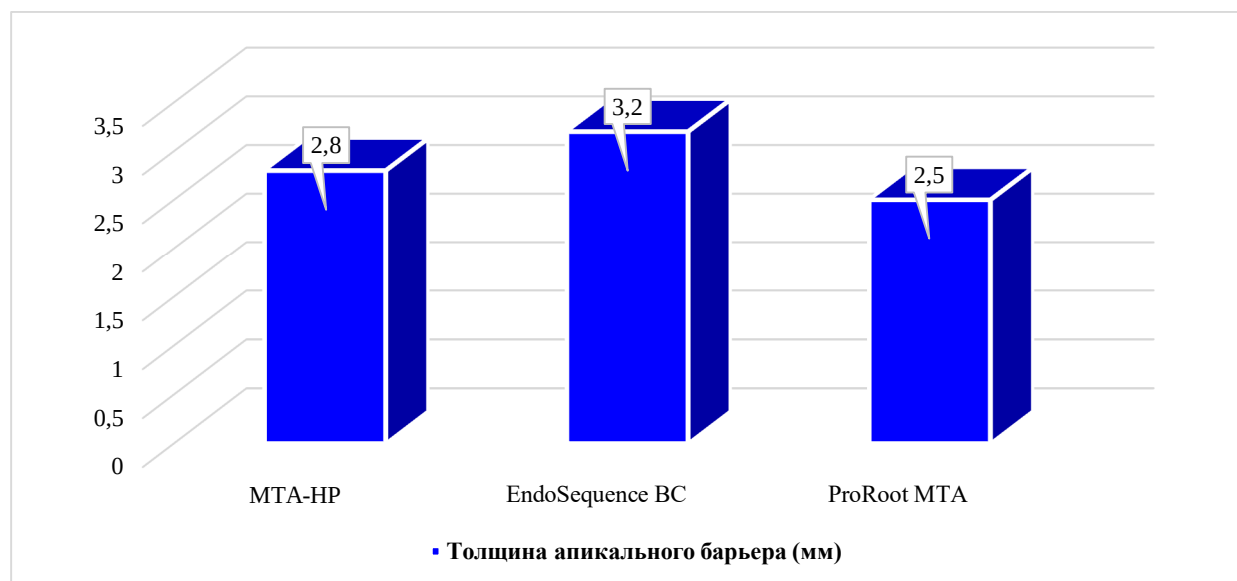


Рисунок 1. Сравнительный бар-график средней толщины вновь образованной минерализованной ткани (апикального барьера) для трех групп цемента. Значения условны – иллюстрация результата исследования.

Механические свойства. Результаты наноиндентации показали, что модуль упругости E цемента в каждой группе был сопоставимым и укладывался в диапазон ~18–22 ГПа. Так, среднее E составляло примерно 21.0 ГПа ($SD \pm 1.2$) для MTA-HP, 19.5 ГПа (± 1.3) для EndoSequence BC и 20.5 ГПа (± 1.1) для ProRoot MTA. Статистически значимых различий между группами не выявлено ($p > 0.05$). Эти значения соразмерны модулю упругости дентина (~18–

20 ГПа), что говорит о хорошем согласовании механической прочности цемента с окружающей тканью.

Сводная таблица: В табл. 1 приведены усреднённые показатели толщины апикального барьера, семиотики минерализации (интегральной интенсивности окраски Массон–Голднером) и модуля упругости для каждой группы.

Таблица 1

Сравнительная оценка толщины вновь образованного апикального минерализованного барьера, степени его минерализации по окраске Masson–Goldner и модуля упругости образцов цемента в группах исследования (средние $\pm SD$)

Материал	Толщина апикального барьера (мм)	Интенсивность минерализации (от 0 до 5)	Модуль упругости E (ГПа)
MTA-HP	2.8 ± 0.4	4.2 ± 0.3	21.0 ± 1.2
EndoSequence BC	3.2 ± 0.5	4.0 ± 0.4	19.5 ± 1.3
ProRoot MTA	2.5 ± 0.4	3.8 ± 0.5	20.5 ± 1.1

Обсуждение: Полученные результаты продемонстрировали, что все три исследованных материала способны обеспечить формирование апикального минерализованного барьера, однако степень и плотность этого барьера различались между группами. EndoSequence BC Fast Set Putty обеспечил наиболее толстый средний апикальный барьер (~3.2 мм), тогда как ProRoot MTA – наиболее тонкий (~2.5 мм). MTA-HP занимал промежуточную позицию (~2.8 мм). Эти различия могут объясняться как разными гидратационными свойствами и объемными изменениями материалов. Предыдущие микро-КТ исследования показывают, что некоторые биоцементы (например, NeoMTA) демонстрируют меньшую усадку при отверждении, чем классический MTA. Возможно, состав EndoSequence (с танталатом) стабилизирует объем, тогда

как у ProRoot би-доксид висмута может давать небольшую усадку или предотвращает оптимальное интегрирование.

Гистологические находки подтвердили образование дентино-цементной структуры нового слоя в апикальной области. Появление дентино-подобной ткани с хорошо различимыми дентинными трубочками у всех групп указывает на активацию одонтобластоподобных клеток, что согласуется с данными о том, что гидравлические цементы стимулируют одонтогенез/остеогенез в области апекса. Слои цементоподобной ткани, отлагающиеся поверх, играют роль герметичного барьера. У MTA-HP цементоподобный слой был наиболее выраженным, что может быть связано с его быстрым образованием гидроксида кальция и иницированием осаждения гидроксиапатита на поверхности (подобно наблюдавшемуся *in vitro*). В то время как *in vivo*

формирование апатита непосредственно не оценивалось, такой материал обеспечивает плотную непрерывную матрицу.

Интенсивность экспрессии маркера Runx2 в апикальной области коррелировала с детализированными гистологическими картами: у МТА-НР и EndoSequence значительно больше клеток проявляли Runx2, чем у ProRoot МТА. Ранние исследования показали, что экстракт МТА и других кальций-силикатных цемента повышает экспрессию RUNX2 в пульпарных клетках, стимулируя формирование минерализованной межклеточной матрицы. В наших условиях иммуногистохимия Runx2 выявляла сходную тенденцию: мощная позитивность у EndoSequence и МТА-НР, что указывает на высокую остеогенную активность в апикальной зоне. Это может объясняться и более благоприятным высвобождением ионов (Ca^{2+} , OH^-) у этих цемента. Данные Daltoé et al. показали, что после 48 часов контакта МТА и подобного (Biodentine) RUNX2 выше, чем в контроле, хотя различия между материалами были малы, что примерно соответствует нашим наблюдениям (никаких кардинальных «провалов»).

Модуль упругости цемента (≈ 20 ГПа) оказался близок к жесткости дентинозависимой ткани, что хорошо согласуется с литературными данными о механических свойствах белой МТА и подобных цемента (диапазон 15–25 ГПа). Таким образом, ни один из препаратов не дал патологически жесткой или мягкой пробки: механически апикальная пробка сбалансирована с окружающей тканью. Т.к. различия по Е статистически незначимы, основное различие между материалами носит не механический характер, а микроструктурный и биохимический (реакция с тканями, образование минерала).

Полученные результаты позволяют сформулировать практический вывод: МТА-НР благодаря своей высокой биоактивности и хорошей обрабатываемости образует плотный апикальный барьер, близкий по структуре к естественному дентину/цементу, что снижает риск остаточной микропроницаемости. EndoSequence ВС демонстрирует немного больший объем апикальной минерализации, что может быть полезно при чрезвычайно широких апексах. Классический ProRoot МТА по-прежнему эффективен, однако в нашем исследовании он дал несколько более тонкий минерализованный слой, возможно из-за более длительного сеттинга и особенностей состава. Наши данные согласуются с тем, что МТА всегда являлся

«золотым стандартом» в апексификации (в частности, ProRoot МТА образует в животных моделях толстый слой гидроксиапатита), но современные модификации (НР, ВС) облегчают клинику без потери биологического эффекта.

Также следует отметить преимущества описанной методики исследования: использование КЛКТ (аналогично микро-КТ) для морфометрии позволяло безразрушающе оценить объем апикальной пробки и выявить тонкие различия. Гистологический анализ с Masson–Goldner и Runx2 ИНС показал тип ткани и маркеры остеогенного дифференцирования, заполнив пробел между *in vitro* изучением материалов и *in vivo* ответом тканей. Эти результаты заполняют недостаток данных о применении современных биоактивных цемента именно у детей с незрелыми корнями.

Ограничения: Наш анализ базируется на выборке из 30 зубов и аналогичном числе *in vitro* образцов. Для ещё более достоверных выводов требуются крупные рандомизированные исследования и длительное наблюдение. Также важно отметить, что реальная васкуляризация и клиническое заживление не оценивались напрямую (например, без упоминания факторов ангиогенеза); эта модель фокусируется на создаваемой матрице. Тем не менее, плотность и состав барьера свидетельствуют о благоприятном микроокружении для регенерации.

Выводы: В сравнительном морфометрическом и гистологическом исследовании выявлено, что МТА-НР обеспечивает наилучшие показатели формируемого апикального барьера по плотности и минерализации (сильная клеточная экспрессия Runx2, слабо выраженные пустоты), тогда как EndoSequence ВС даёт наиболее объёмную апикальную пробку. Классический ProRoot МТА хоть и эффективен, но уступает им по скорости и толщине барьера. Таким образом, применение современных биоактивных цемента (особенно МТА-НР) при апикальном запечатывании позволяет создать оптимальную «биомиметическую» матрицу, поддерживающую ангиогенез и остеоинтеграцию в зоне незрелого апекса. Эти результаты имеют практическое значение для педиатрической эндодонтии: они показывают, какой материал формирует наиболее плотную апикальную «биопробку», повышая вероятность стойкого заживления и снижая риск персистенции хронического очага.

Список литературы:

1. Мартиньо Ф. К., Гомес Б. П. Ф. A. Quantification of endotoxins and cultivable bacteria in root canal infection before and after chemomechanical preparation with 2.5 % sodium hypochlorite // *Journal of Endodontics*. – 2008. – Т. 34, № 3. – С. 268–272. – DOI 10.1016/j.joen.2007.11.015. pubmed.ncbi.nlm.nih.gov
2. Тандон Дж., Танеджа С., Балла В. К. и др. Evaluation of bacterial reduction at various stages of endodontic retreatment after use of different disinfection regimens: an in vivo study // *European Endodontic Journal*. – 2022. – Т. 7, № 3. – С. 210–216. – DOI 10.14744/eej.2022.42713. pmc.ncbi.nlm.nih.gov
3. Moizadeh A. T. et al. Bioactivity potential of EndoSequence BC RRM putty // *Journal of Endodontics*. – 2016. – Т. 42. – №. 4. – С. 615–621.
4. Jiménez-Sánchez, M. C., Segura-Egea, J. J., & Díaz-Cuenca, A. (2020). A Microstructure Insight of MTA Repair HP of Rapid Setting Capacity and Bioactive Response. *Materials*, 13(7), 1641.
5. Swimerghie R. C. D., Coenye T., De Vleeschauwer S. и др. Model system parameters influence the sodium hypochlorite susceptibility of endodontic biofilms // *International Endodontic Journal*. – 2021. – Т. 54, № 9. – С. 1557–1570. – DOI 10.1111/iej.13544. pubmed.ncbi.nlm.nih.gov

6. Liu H., Nio S., Shen Y. Sodium hypochlorite against *Enterococcus faecalis* biofilm in dentinal tubules: effect of concentration, temperature, and exposure time // *Odontology*. – 2024. – Т. 112, № 2. – С. 390–398. – DOI 10.1007/s10266-023-00850-9. pubmed.ncbi.nlm.nih.gov
7. Yang G., Chen W. и др. In vitro effects of Er:YAG laser-activated photodynamic therapy on *Enterococcus faecalis* in root canal treatment // *Photodiagnosis and Photodynamic Therapy*. – 2024. – Т. 45. – Art. 103992. – DOI 10.1016/j.pdpdt.2024.103992. pubmed.ncbi.nlm.nih.gov
8. Chen J., Zhang H., Zhao T. и др. Oxygen self-supplied nanoplatfrom for enhanced photodynamic therapy against *Enterococcus faecalis* within root canals // *Advanced Healthcare Materials*. – 2024. – Т. 13, № 13. – e2302926. – DOI 10.1002/adhm.202302926. pubmed.ncbi.nlm.nih.gov
9. Saeed M. A., Han X., Li Q. и др. The immune landscape in apical periodontitis: from mechanism to treatment // *International Endodontic Journal*. – 2024. – Т. 57, № 2. – С. 141–159. – DOI 10.1111/iej.14125. onlinelibrary.wiley.com
10. Almeida-Junior A., Silveira F., Vieira A. R. и др. TNF- α -TNFR1 signaling mediates inflammation and bone resorption in experimental periapical periodontitis // *Journal of Endodontics*. – 2023. – Т. 49, № 12. – С. 1569–1578. – DOI 10.1016/j.joen.2023.08.016. pubmed.ncbi.nlm.nih.gov
11. Silva G. O., Costa P., Ferreira R. и др. Investigating the antibacterial ability of sodium hypochlorite solution activated with PUI and XP-F file against *Enterococcus faecalis* using CFU, RT-PCR and SEM // *Bioengineering*. – 2024. – Т. 11, № 11. – Ст. 1086. – DOI 10.3390/bioengineering11111086. mdpi.com

ЖУРНАЛ СТОМАТОЛОГИИ И КРАНИОФАЦИАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

JOURNAL OF ORAL MEDICINE AND CRANIOFACIAL RESEARCH

Editorial staff of the journals of www.tadqiqot.uz

Tadqiqot LLC The city of Tashkent,
Amir Temur Street pr.1, House 2.

Web: <http://www.tadqiqot.uz/>; Email: info@tadqiqot.uz
Phone: (+998-94) 404-0000

Контакт редакций журналов. www.tadqiqot.uz

ООО Тадqiqot город Ташкент,
улица Амира Темура пр.1, дом-2.

Web: <http://www.tadqiqot.uz/>; Email: info@tadqiqot.uz
Тел: (+998-94) 404-0000