



УДК 661.314.9-08

DOI: 10.18413/2687-0940-2020-43-4-582-589

## **Выбор лечебных материалов в качестве корневого наполнителя среди биоактивных силеров (обзор литературы)**

**С.Е. Орлова, В.А. Иванова, Л.К. Арыхова, В.В. Борисов**

ФГАОУ ВО Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова Министерства здравоохранения Российской Федерации (Сеченовский Университет), кафедра пропедевтики стоматологических заболеваний, Институт стоматологии.  
Россия, г. Москва, 119991, ул. Трубецкая, д. 8, стр. 2  
E-mail: karapeta@narod.ru

**Аннотация.** Данная обзорная статья направлена на выбор наилучшего материала среди представленных на рынке. В стоматологической практике зачастую используют ProRoot MTA (Dentsply), Biodentine (Septodont) и IRM (Dentsply). Основной целью эндодонтического лечения является профилактика или излечение апикального периодонтита и обеспечение контроля над инфекцией. Пломбировочный материал должен не только предотвращать попадание болезнетворных микроорганизмов и продуктов их жизнедеятельности в полость зуба, но и способствовать нормальному развитию пародонта. Одними из их главных свойств являются непроницаемость для биологических жидкостей, быстрота отверждения, биологическая инертность к тканям организма в целом, рентгеноконтрастность, низкая теплопроводность, простота и легкость в применении, высокая адгезия и адаптируемость под корневой канал. Терапия представляет собой последовательность действий, включающих механическую и химическую очистку от микробной флоры, формирование, медикаментозную обработку и obturation. Профилактические мероприятия традиционно проводят через отверстие, произведенное в коронке пораженного зуба. Для того чтобы методика пломбирования была успешной, как правило, требуется силер (герметик) и филлер (заполнитель), которые обычно представляют собой гуттаперчевые штифты. Качество оказанной помощи во многом определяется правильно выбранным лечебным материалом, претендующим на лучшие свойства. Biodentine (Septodont) является сравнительно новым материалом на рынке, который соответствует ProRoot MTA (Dentsply). Были рассмотрены и сопоставлены химический состав, свойства и применение выбранных материалов.

**Ключевые слова:** Biodentine, MTA, IRM, корневой наполнитель, герметичность, биосовместимость, рентгеноконтрастность, адгезия, эндодонтия.

**Для цитирования:** Орлова С.Е., Иванова В.А., Арыхова Л.К., Борисов В.В. 2020. Выбор лечебных материалов в качестве корневого наполнителя среди биоактивных силеров (обзор литературы). Актуальные проблемы медицины. 43 (4): 582–589. DOI: 10.18413/2687-0940-2020-43-4-582-589.

---

## **The selection of medicinal materials as a root filler among bioactive sealer (review of literature)**

**Sofia E. Orlova, Varvara A. Ivanova, Leila K. Arykhova, Vitaly V. Borisov**

Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education I.M. Sechenov First Moscow State Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation (Sechenov University), department of propaedeutics of dental diseases, Institute of dentistry, 8-2 Trubetskaya St., Moscow, 119991, Russia

**Abstract.** This review article is aimed at selecting the best material available on the market. In dental practice, ProRoot MTA (Dentsply), Biodentine (Septodont), and IRM (Dentsply) are often used. The main goal of endodontic treatment is to prevent or cure apical periodontitis and to control the infection. The filling material should not only prevent the ingress of pathogens and their waste products into the tooth cavity, but

also contribute to the normal development of periodontal disease. One of their main properties are: impermeability to biological fluids, fast curing, biological inertness to the tissues of the body as a whole, x-ray contrast, low thermal conductivity, simplicity and ease of use, high adhesion and adaptability to the root canal. Therapy is a sequence of actions that include mechanical and chemical cleaning of microbial flora, formation, drug treatment and obturation. Preventive measures are traditionally carried out through the hole made in the crown of the affected tooth. In order for the sealing technique to be successful, a sealer (sealer) and filler (filler) are usually required, which is usually gutta-percha pins. The quality of care provided is largely determined by the correctly selected medical material that claims to have the best properties. Biodentine (Septodont) is a relatively new material on the market that corresponds to ProRoot MTA (Dentsply). The chemical composition, properties, and application of the selected materials were reviewed and compared. The review included a total of 8 review articles and 8 in vitro and in vivo studies.

**Keywords:** Biodentine; MTA; IRM; root filler; tightness; biocompatibility; radiopaque; adhesion; endodontics.

**For citation:** Orlova S.E., Ivanova V.A., Arykhova L.K., Borisov V.V. 2020. The selection of medicinal materials as a root filler among bioactive sealer (review of literature). *Challenges in Modern Medicine*. 43 (4): 582–589 (in Russian). DOI: 10.18413/2687-0940-2020-43-4-582-589.

Минеральный агрегат триоксида был представлен в качестве материала в 1998 г. университетом Лома-Линда (США). МТА состоит из мелких гидрофильных частиц, которые затвердевают в присутствии влаги. Основными компонентами цемента являются трехкальциевый алюминат, три- и дикальций силикат, тетракальций-алюмоферрит и кальция сульфатдигидрат (гипс). В качестве рентгеноконтрастного вещества применяется оксид висмута. Порошок замешивается на стерильной воде и вносится с помощью шприца или другим способом. Данный материал представляет собой щелочной цемент с pH 12,5 с низкой удельной работой разрыва, плохой растворимостью и большей рентгенопрозрачностью, чем дентин. Производитель утверждает, что МТА отвечает всем требованиям. Материал впервые был использован в качестве апикальной пломбы в ретроградных операциях, но в настоящее время применяется для пломбирования корней, формирования апикальных пломб, закрытия корневых перфораций и для непосредственной укупорки пульпы [Бекмурадов, Джураева, 2013; Хабазе и др., 2019; Akhavan Zanjani et al., 2017].

Biodentine (Septodont) – это еще один силикатный материал на основе МТА, обладающий аналогичными характеристиками. Производитель заявляет, что данный материал имеет лучшие механические и эксплуатационные свойства по сравнению с МТА [Ivanova et al., 2014]. В основном содержит трикальций и дикальций силикат, карбонат кальция. Диоксид циркония в составе материала служит контрастным веществом. Смешивание порошка с жидкостью приводит к затвердеванию цемента. Частицы силиката кальция вступают в реакцию с водой до получения раствора с высоким pH – 12,5, содержащего ионы кальция и силиката, гидрат-ионы. С течением времени гидратированный гель силиката кальция полимеризуется, щелочность окружающей среды увеличивается за счет высвобождения ионов гидроксида кальция [Shamkhalov et al., 2013]. Суммарно реакцию можно представить:



Biodentine может быть использован для обработки корневых перфораций, внутренней и внешней резорбции, формирования апикальной пломбы, пломбирования корней, укупорки пульпы и пульпотомии, а также для временной герметизации полостей [Иващенко, 2018]. Однако существует мало исследований, оценивающих его герметизирующую способность [Тарасенко, Григорьянц, 2018].

IRM – это герметизирующий материал, укрепленный полимером и включающий оксид цинка и эвгенол. При замешивании оксида цинка на эвгеноле в результате реакции образуется кристаллический цинка эвгенолят, имеющий пластичную структуру. По заверениям производителя, материал легко вводится в кариозные полости, герметично закры-



вает дефект, биологически совместим с тканями зуба и не растворим в ротовой жидкости и слюне. Используется в качестве корневого наполнителя, временной реставрации и изолирующей прокладки [Ивашенко, 2018].

Одним из основных критериев к выбору материала является время его отверждения. Время отверждения определяется как продолжительность времени с момента смешивания материала до тех пор, пока на поверхности не будут образовываться вдавления от прикосновения инструмента. Biodentine застывает за 12 мин, тогда как МТА – за 2 ч 45 мин. IRM затвердевает намного быстрее – через 5 мин после начала замешивания. Более короткое время схватывания исключает риск повторного бактериального загрязнения. Загрязнение кровью влияет на прочность связи МТА независимо от времени схватывания. Одним из преимуществ Biodentine является то, что контаминация не оказывает влияния на прочность связи [Akhavan Zanjani et al., 2017; Kaur et al, 2017].

Успешная терапия корневых каналов направлена на уничтожение патогенных микроорганизмов в корневом канале и заполнение его пломбировочным материалом для предотвращения повторного периодонтита, вызванного бактериальной инфекцией. Герметизация играет важную роль в предотвращении попадания патогенов в полость зуба. Герметизирующая способность материалов на основе силиката кальция обусловлена его способностью образовывать поверхностные кристаллы гидроксиапатита при контакте с фосфатами, содержащимися в биологических жидкостях. Biodentine в этом случае имеет преимущество перед МТА, так как сочетает не только высокую прочность на сжатие и изгиб, но и химико-механическое сцепление с зубом и композитом. Malhotra S. и Hegde M. [Malhotra and Hegde, 2015] в своей работе сравнивали герметизирующую способность Biodentine и МТА. Для исследования было взято 60 запломбированных однокорневых верхнечелюстных центральных резцов. Образцы погрузили в краситель метиленовый синий 2 % на 48 ч. По истечении времени была произведена продольная резекция корня. Глубину проникновения красителя оценивали с помощью микроскопа. Микроподтекания были в каждом образце, однако наименьшее количество красителя было в образцах, запломбированных Biodentine. Результаты указывают на то, что меньший размер частиц данного материала способствует лучшей адаптационной способности на поверхности полости и границе заполнения. Уменьшение объема и количества пор привело к улучшению герметичности. Однако в исследовании Bolhari В. и соавт. [Bolhari et al., 2015] показали сопоставимую герметизирующую способность минерального агрегата триоксида и Biodentine, согласно которому они оба имеют один и тот же главный ингредиент в составе. Пломбировочные материалы помещали в корневые каналы, подготовленные ультразвуковым методом. Половину образцов в каждой группе подвергали воздействию нормального физиологического раствора, а другую – свежей цельной человеческой крови. Было показано, что заражение крови не влияет на предельную адаптацию МТА и Biodentine. Mohamed Nabeel и Hossam M. Tawfik [Nabeel et al., 2019] также сравнивали герметизирующую способность Pro Root МТА и Biodentine. Было взято 20 извлеченных центральных резцов верхней челюсти человека. Обтурацию проводили с помощью гуттаперчевых штифтов и указанных выше материалов. Для оценки герметизирующей способности использовали метод фильтрации жидкостью в течение 24 ч одной недели и одного месяца после установки. Результаты исследования показали, что как МТА, так и Biodentine проявляют микропротекание, но есть разница в величине утечки на разных временных интервалах. Через один день образцы МТА имели более высокий вымыв материала по сравнению с Biodentine. Относительно более высокие показатели вымыва у МТА ProRoot могут быть связаны с более длинным временем отверждения. Стоит отметить, что разница была не велика ( $P > 0,5$ ). Через неделю оба материала показали повышенную степень утечки без существенной разницы. Однако через месяц образцы минерального агрегата триоксида продемонстрировали снижение среднего значения утечки, тогда как показатели Biodentine продолжали увеличиваться. Авторы работы заключили, что герметизирующая способность МТА превышает таковую у Biodentine.

Han L. и Okiji T. [Han and Okiji, 2011] сравнивали поглощение кальция и кремния, выделяющихся из лечебных эндодонтических материалов, дентином корневого канала. Результаты показали, что МТА и Biodentine образовали tag-подобные структуры, состоящие из самого материала и богатых кальцием и фосфатами кристаллических отложений. Толщина слоя, богатого кальцием и кремнием, больше увеличивалась с течением времени у Biodentine, чем у минерального агрегата триоксида. Это говорит о том, что образование апатитов способствует уменьшению утечки за счет дентинных взаимодействий. В работе Chong B.S. и соавторы [Chong et al., 2009] сравнивали МТА и IRM в качестве герметиков в эндодонтической стоматологии. Для того чтобы оценить результаты, использовали рентгенограммы, сделанные через 1 нед., 3 мес. и год после вмешательства. Наибольшее количество зубов с полным заживлением наблюдалось при использовании МТА. Показатель успешных результатов данного материала (84 % через 12 и 92 % через 42 мес.) был выше, чем у IRM (76 % через 12 и 87 % через 24 мес.).

В тех случаях, когда есть непосредственный контакт с окружающей соединительной тканью, важно восстановить утраченный дентин. Для минерализации материал должен не только иметь щелочные значения pH, но и высвобождать ионы кальция. Ионы кальция, выделяемые из цементов, вступают в реакцию с фосфат-ионами. Это приводит к минерализации и образованию твердых тканей зуба. Sawyer A.N. и соавторы [Sawyer et al., 2012] заявили, что оксид трикальция в цементе взаимодействует с тканевой жидкостью и стимулирует регенерацию дентина, индуцируя дифференцировку одонтобластов из клеток-предшественников пульпы. Han L. и Okiji T. [Han and Okiji, 2011] показали, что Biodentine обладает более выраженной способностью к биоминерализации, чем МТА, так как шире образует слой кальция и кремния, богатого на границе материал – дентин. В исследовании Lindeboom J.A. и соавторы [Lindeboom et al., 2005] сравнивали минеральный агрегат триоксида и IRM. Взрослых пациентов случайным образом распределяли для пломбирования корневых каналов данными материалами. Для сравнения использовали рентгенограммы, сделанные сразу после вмешательства, через 12 и 24 мес. Полное заживление наблюдалось в 64 % зубов, обработанных МТА, против 50 % зубов, обработанных IRM. Статистически значимых различий между двумя стоматологическими материалами не обнаружено. Наиболее полное заживление наблюдалось у МТА. В работе сравнивали цитотоксичность МТА и IRM. Для контроля использовали индикатор фибробластов L929. IRM, одобренный FDA материал, имел значительно большую цитотоксичность, чем МТА.

Пористость оказывает влияние на многие факторы, такие как адсорбция, проницаемость в дентинные каналы, прочность и плотность материала в целом. Приспособляемость материала к дентину зависит от микромеханической адгезии. Sarkar N.K. и соавторы [Sarkar et al., 2005] продемонстрировали, что МТА обладает оптимальным уплотнением, которое улучшается с течением времени. Авторы сделали вывод, что кальций, выделяемый из минерального агрегата триоксида, вступает в реакцию с фосфатами в синтетической тканевой жидкости, образуя гидроксиапатит. Biodentine и IRM показали самый низкий уровень пористости. В работе Fabricio Guerrero и Esther Berástegui [Fabricio, Esther, 2018] сравнивали пористость МТА и Biodentine. Были взяты 16 образцов и разделены в соответствие с используемыми материалами. Через 24 ч образцы сканировали с помощью микро-КТ. Результаты были аналогичны работе De Souza E.T. с соавторами [De Souza et al., 2013], в которой Biodentine показал лучшие свойства пористости, по сравнению с МТА. Biodentine также показал значительную эффективность в качестве ремонтного материала даже после воздействия различных эндодонтических ирригационных растворов, таких как NaOCl, хлоргексидин и физиологический раствор, в то время как минеральный агрегат триоксида имел самую низкую прочность связи с корневым дентином.

Для обнаружения стоматологического материала на рентгенограмме в его составе должен быть рентгеноконтрастный компонент. В Biodentine в этих целях используется оксид циркония. В материалы МТА и IRM добавляют оксид висмута. Причиной выбора оксида циркония является его биосовместимость к тканям зуба и устойчивостью к коррозии



[Malkondu et al., 2014]. Biodentine плохо различим на рентгенограмме, потому что рентгеноконтрастность находится в области дентина. Это создает трудности с точки зрения практического применения. Авторы работ заключили, что радиопрозрачность этого материала оказалась ниже по сравнению с МТА и IRM [Mozayeni Mohammad Ali et al., 2009].

Grech L. и соавторы [Grech et al., 2013] оценивали физические свойства материалов. Авторы продемонстрировали отрицательные значения растворимости для прототипа цемента, биоагрегата и Biodentine. Данный результат объясняют осаждением гидроксиапатита на поверхности матрикса при контакте с синтетическими жидкостями. Длительный контакт МТА с корневым дентином оказал пагубное воздействие на дентин зуба.

Как было сказано ранее, Biodentine, МТА и IRM в результате смешивания дают щелочную реакцию. Длительное воздействие гидроксида кальция изменяет устойчивость дентина к неблагоприятным факторам. Важно учитывать влияние выделяемого соединения на коллаген, содержащийся в тканях зуба. В исследовании Sawyer A.N. и соавторы [Sawyer et al., 2012] оценивали, не оказывает ли длительное применение гидроксида кальция отрицательного воздействия на ткани зуба. Были взяты образцы дентина, извлеченные из больших коренных зубов. Образцы разделили на 3 группы на основе материала, воздействию которым он подвергался (3-я группа была контрольной). Данные были сняты через 24 ч. По результатам работы выявлено, что и Biodentine, и минеральный агрегат триоксида изменили прочность дентина после нахождения в 100 % влажности. Biodentine показал высокий вымыв материала при каждой капле жидкости [De Souza et al., 2013].

Борьба с микробной инфекцией является особой проблемой в эндодонтической стоматологии. Часть бактерий остается в канале после химической и механической подготовки. Таким образом, корневой наполнитель должен быть не только рентгеноконтрастным, высокоадгезивным, нетоксичным и биосовместимым, но также бактерицидным или бактериостатическим и обеспечивать хорошее уплотнение. Vineeta Nikhil и соавторы [Nikhil et al., 2014] определяли, будет ли добавление 2 % хлоргексидина глюконата и 10 % доксициклина влиять на антимикробную активность Biodentine и МТА против *Enterococcus faecium*, *Staphylococcus aureus*, *Candida albicans* и *Streptococcus mutans*. Три лунки готовили на агаровой среде со стандартизированными суспензиями каждого микроорганизма. Порошок Biodentine, смешанный с 2 % хлоргексидином или 10 % доксициклином, помещали для заполнения каждой скважины. Пластины инкубировали при 37 °С в соответствии с требованиями к микробному росту. Данные проанализировали с помощью независимого теста для сравнения различий между 3 препаратами цемента для разных микроорганизмов. Все реагенты подавляли рост микроорганизмов. Наибольшие средние диаметры зоны ингибирования для всех микроорганизмов были обнаружены вокруг Biodentine и хлоргексидина, за которыми следовали только Biodentine и доксициклин. Добавление 2 % хлоргексидина глюконата в Biodentine усиливало антимикробную активность в отношении всех микроорганизмов, кроме *Candida albicans*. А добавление 10 % доксициклина подавляло всю инфекцию.

### Заключение

В свою очередь материалы МТА обладают отличительными особенностями от других материалов данной группы. У МТА высокая радиопрозрачность, он обладает оптимальным уплотнением, ему присуща минимальная цитотоксичность в сочетании с высоким поглощением кальция и кремния дентином. Данный вид материалов необходим на повседневном приеме как стоматолога, проводящего лечение детей, так и стоматолога-терапевта при лечении взрослых. Таким образом, использование проверенных ретроградных пломбировочных материалов имеет решающее значение для апикальной герметизации, для качественной obturации корневых каналов на этапе эндодонтического лечения или покрытия открытой пульпы, а также кариеса корня. Данная группа материалов относится к биоактивным заменителям дентина с расширенными показаниями в использовании. Дальнейшей эволюцией МТА являлось повышение физических и биологических

свойств лечебного материала и преобразование его в Biodentine. Эти свойства объясняются наличием более мелкого размера частиц с использованием оксида циркония в качестве рентгеноконтрастного вещества, отсутствием дикальциевого силиката, добавлением хлорида кальция и гидрорастворимого полимера. Все это позволяет сделать данный материал универсальным для различных клинических случаев и выполнения задач, стоящих перед врачом-стоматологом. На сегодняшний день Biodentine является наиболее пригодным для эндодонтической стоматологии с учетом его качеств и широкого применения.

### Список литературы

1. Бекмурадов Б.А., Джураева Ш.Ф. 2013. Современные материалы и методы obturation системы корневых каналов зубов. Вестник Авиценны, 6: июль-сентябрь, 2013.
2. Иващенко В.А., Адамчик А.А. 2018. Эффективность применения современных материалов при биологическом методе лечения экспериментального пульпита. Российский Стоматологический Журнал 22 (6).
3. Тарасенко С.В., Григорьянц Л.А., Гор И.А., Медведева И.В., Погосян Г.Р. 2018. Анализ антибактериального действия пломбировочных материалов для постоянной obturation каналов. Российский Стоматологический Журнал, 22 (5).
4. Хабадзе З.С., Зорян А.В., Магай В.Е., Илюшина А.И., Магомедов О.И., Какабадзе Н.М., Абазян М.Д. 2019. Biodentine™ Или МТА ProRoot™: Сравнительный анализ применения в эндодонтической практике. Эндодонтия Today; 47–53.
5. Akhavan Zanjani V., Tabari K., Sheikh-Al-Eslamian S.M., Abrandabadi A.N. 2017. Physicochemical Properties of Experimental Nano-Hybrid МТА. Journal of Medicine and Life, 182–87.
6. Bolhari Behnam, Kazem Ashofteh Yazdi, Farnood Sharifi, Salma Pirmoazen. 2015. Comparative Scanning Electron Microscopic Study of the Marginal Adaptation of Four Root-End Filling Materials in Presence and Absence of Blood. Journal of Dentistry (Tehran, Iran), 226–34.
7. Chong B.S., Pitt Ford T.R., Hudson M.B. 2009. A Prospective Clinical Study of Mineral Trioxide Aggregate and IRM When Used as Root-End Filling Materials in Endodontic Surgery. International Endodontic Journal, 502–6.
8. Fabricio Guerrero and Berástegui Esther. 2018. Porosity Analysis of МТА and Biodentine Cements for Use in Endodontics by Using Micro-Computed Tomography. Journal of Clinical and Experimental Dentistry.
9. Grech L., Mallia B., Camilleri J. 2013. Characterization of Set Intermediate Restorative Material, Biodentine, Bioaggregate and a Prototype Calcium Silicate Cement for Use as Root-End Filling Materials. International Endodontic Journal, 623–41.
10. Han L., Okiji T. 2011. Uptake of Calcium and Silicon Released from Calcium Silicate-Based Endodontic Materials into Root Canal Dentine. International Endodontic Journal, 1081–87.
11. Ivanova E.V., Shamkhalov G.S., Dmitrieva N.A., Akhmedova Z.R. 2014. Specific Features of Materials for Initial Pulpitis Treatment. Stomatologia, 281–84.
12. Kaur M., Singh H., Dhillon J.S., Batra M., Saini M. 2017. МТА versus Biodentine: Review of Literature with a Comparative Analysis. Journal of Clinical and Diagnostic Research.
13. Lindeboom Jerome A.H., Frenken Joost W.F.H., Kroon Frans H.M., Hans P. van den Akker. 2005. A Comparative Prospective Randomized Clinical Study of МТА and IRM as Root-End Filling Materials in Single-Rooted Teeth in Endodontic Surgery. Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontics, 495–500.
14. Malhotra Sakshi, Mithra N. Hegde. 2015. Analysis of Marginal Seal of ProRoot МТА, МТА Angelus Biodentine, and Glass Ionomer Cement as Root-End Filling Materials: An in Vitro Study. Journal of Oral Research and Review, 44–49.
15. Malkondu Özlem, Meriç Karapinar Kazandağ, Ender Kazazoğlu. 2014. A Review on Biodentine, a Contemporary Dentine Replacement and Repair Material. BioMed Research International.
16. Mozayeni Mohammad Ali, Amin Salem Milani, Laleh Alim Marvasti, Fatemeh Mashadi Abbas and Seyed Jalil Modaresi. 2009. Cytotoxicity of Cold Ceramic Compared with МТА and IRM. Iranian Endodontic Journal, 106–11.
17. Nabeel Mohamed, Hossam M. Tawfik, Ashraf M.A. Abu-Seida, Abeer A. Elgendy. 2019. Sealing Ability of Biodentine versus ProRoot Mineral Trioxide Aggregate as Root-End Filling Materials. Saudi Dental Journal, 16–22.



18. Nikhil Vineeta, Molly Madan, Charu Agarwal, Navleen Suri. 2014. Effect of Addition of 2 % Chlorhexidine or 10 % Doxycycline on Antimicrobial Activity of Biodentine. *Journal of Conservative Dentistry*, 271–75.
19. Sarkar N.K., Caicedo R., Ritwik P., Moiseyeva R., Kawashima I. 2005. Physicochemical Basis of the Biologic Properties of Mineral Trioxide Aggregate. *Journal of Endodontics*, 97–100.
20. Sawyer Allen N., Sergey Y. Nikonov, Alaina K. Pancio, Li Na Niu, Kelli A. Agee, Robert J. Loushine, Roger N. Weller, David H. Pashley and Franklin R. Tay. 2012. Effects of Calcium Silicate-Based Materials on the Flexural Properties of Dentin. *Journal of Endodontics*, 603–6.
21. Shamkhalov G.S., Ivanova E.V., Dmitrieva N.A., Akhmedova Z.R. 2013. Comparative Study of Antimicrobial Activity of «Biodentin» and «Rootdent» Cements and «Futurabond NR» Adhesive. *Stomatologia*, 37–39.
22. De Souza, Erika Thuanne Gonçalves, Michele Dias Nunes Tameirão, Juliana Marins Roter, Joaquim Teixeira De Assis, Aline De Almeida Neves and Gustavo André De-Deus. 2013. Tridimensional Quantitative Porosity Characterization of Three Set Calcium Silicate-Based Repair Cements for Endodontic Use. *Microscopy Research and Technique*, 1450–57.

### References

1. Bekmuradov B.A., Dzhuraeva Sh.F. 2013. Sovremennye materialy i metody obturacii sistemy kornevyh kanalov zubov [Modern Materials and methods of Obturation Of the root Canal system of Teeth]. *Vestnik Avicenny*, 6: ijul'-sentjabr', 2013 g.
2. Ivashhenko V.A., Adamchik A.A. 2018. Jeffektivnost' primeneniya sovremennyh materialov pri biologicheskom metode lechenija jeksperimental'nogo pul'pita [Efficiency of using modern materials in the biological treatment of experimental pulpitis]. *Rossijskij Stomatologicheskij Zhurnal*, 22 (6).
3. Tarasenko S.V., Grigor'janc L.A., Gor I.A., Medvedeva I.V., Pogosjan G.R. 2018. Analiz antibakterial'nogo dejstvija plombirovochnyh materialov dlja postojannoj obturacii kanalov [Analysis of the antibacterial effect of filling materials for permanent channel obturation]. *Rossijskij Stomatologicheskij Zhurnal*, 22 (5).
4. Habadze Z.S., Zorjan A.V., Magaj V.E., Iljushina A.I., Magomedov O.I., Kakabadze N.M., Abazjan M.D. 2019. Biodentine™ Ili MTA ProRoot™: Sravnitel'nyj analiz primeneniya v jendodonticheskoj praktike [Biodentine™ Or MTA Proroot: Comparative analysis Of application in Endodontic Practice]. *Jendodontija Today*; 47–53.
5. Akhavan Zanjani V., Tabari K., Sheikh-Al-Eslamian S.M., Abrandabadi A.N. 2017. Physicochemical Properties of Experimental Nano-Hybrid MTA. *Journal of Medicine and Life*, 182–87.
6. Bolhari Behnam, Kazem Ashofteh Yazdi, Farnood Sharifi, Salma Pirmoazen. 2015. Comparative Scanning Electron Microscopic Study of the Marginal Adaptation of Four Root-End Filling Materials in Presence and Absence of Blood. *Journal of Dentistry (Tehran, Iran)*, 226–34.
7. Chong B.S., Pitt Ford T.R., Hudson M.B. 2009. A Prospective Clinical Study of Mineral Trioxide Aggregate and IRM When Used as Root-End Filling Materials in Endodontic Surgery. *International Endodontic Journal*, 502–6.
8. Fabricio Guerrero and Berástegui Esther. 2018. Porosity Analysis of MTA and Biodentine Cements for Use in Endodontics by Using Micro-Computed Tomography. *Journal of Clinical and Experimental Dentistry*.
9. Grech L., Mallia B., Camilleri J. 2013. Characterization of Set Intermediate Restorative Material, Biodentine, Bioaggregate and a Prototype Calcium Silicate Cement for Use as Root-End Filling Materials. *International Endodontic Journal*, 623–41.
10. Han L., Okiji T. 2011. Uptake of Calcium and Silicon Released from Calcium Silicate-Based Endodontic Materials into Root Canal Dentine. *International Endodontic Journal*, 1081–87.
11. Ivanova E.V., Shamkhalov G.S., Dmitrieva N.A., Akhmedova Z.R. 2014. Specific Features of Materials for Initial Pulpitis Treatment. *Stomatologia*, 281–84.
12. Kaur M., Singh H., Dhillon J.S., Batra M., Saini M. 2017. MTA versus Biodentine: Review of Literature with a Comparative Analysis. *Journal of Clinical and Diagnostic Research*.
13. Lindeboom Jerome A.H., Frenken Joost W.F.H., Kroon Frans H.M., Hans P. van den Akker. 2005. A Comparative Prospective Randomized Clinical Study of MTA and IRM as Root-End Filling Materials in Single-Rooted Teeth in Endodontic Surgery. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontics*, 495–500.



14. Malhotra Sakshi, Mithra N. Hegde. 2015. Analysis of Marginal Seal of ProRoot MTA, MTA Angelus Biodentine, and Glass Ionomer Cement as Root-End Filling Materials: An in Vitro Study. *Journal of Oral Research and Review*, 44–49.
15. Malkondu Özlem, Meriç Karapinar Kazandağ, Ender Kazazoğlu. 2014. A Review on Biodentine, a Contemporary Dentine Replacement and Repair Material. *BioMed Research International*.
16. Mozayeni Mohammad Ali, Amin Salem Milani, Laleh Alim Marvasti, Fatemeh Mashadi Abbas and Seyed Jalil Modaresi. 2009. Cytotoxicity of Cold Ceramic Compared with MTA and IRM. *Iranian Endodontic Journal*, 106–11.
17. Nabeel Mohamed, Hossam M. Tawfik, Ashraf M.A. Abu-Seida, Abeer A. Elgendy. 2019. Sealing Ability of Biodentine versus ProRoot Mineral Trioxide Aggregate as Root-End Filling Materials. *Saudi Dental Journal*, 16–22.
18. Nikhil Vineeta, Molly Madan, Charu Agarwal, Navleen Suri. 2014. Effect of Addition of 2 % Chlorhexidine or 10 % Doxycycline on Antimicrobial Activity of Biodentine. *Journal of Conservative Dentistry*, 271–75.
19. Sarkar N.K., Caicedo R., Ritwik P., Moiseyeva R., Kawashima I. 2005. Physicochemical Basis of the Biologic Properties of Mineral Trioxide Aggregate. *Journal of Endodontics*, 97–100.
20. Sawyer Allen N., Sergey Y. Nikonov, Alaina K. Pancio, Li Na Niu, Kelli A. Agee, Robert J. Loushine, Roger N. Weller, David H. Pashley and Franklin R. Tay. 2012. Effects of Calcium Silicate-Based Materials on the Flexural Properties of Dentin. *Journal of Endodontics*, 603–6.
21. Shamkhalov G.S., Ivanova E.V., Dmitrieva N.A., Akhmedova Z.R. 2013. Comparative Study of Antimicrobial Activity of «Biodentin» and «Rootdent» Cements and «Futurabond NR» Adhesive. *Stomatologia*, 37–39.
22. De Souza, Erika Thuanne Gonçalves, Michele Dias Nunes Tameirão, Juliana Marins Roter, Joaquim Teixeira De Assis, Aline De Almeida Neves and Gustavo André De-Deus. 2013. Tridimensional Quantitative Porosity Characterization of Three Set Calcium Silicate-Based Repair Cements for Endodontic Use. *Microscopy Research and Technique*, 1450–57.

#### ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

#### INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

**Орлова Софья Евгеньевна**, студентка 2-го курса, кафедра пропедевтики стоматологических заболеваний, Институт стоматологии, Сеченовский Университет, г. Москва, Россия

**Sofia E. Orlova**, 2nd year Student, Department of propaedeutics of dental diseases, Institute of dentistry, Sechenov University, Moscow, Russia

**Иванова Варвара Анатольевна**, студентка 2-го курса, кафедра пропедевтики стоматологических заболеваний, Институт стоматологии, Сеченовский Университет, г. Москва, Россия

**Varvara A. Ivanova**, 2nd year Student, Department of propaedeutics of dental diseases, Institute of dentistry, Sechenov University, Moscow, Russia

**Арыхова Лейла Камаловна**, студентка 2-го курса, кафедра пропедевтики стоматологических заболеваний, Институт стоматологии, Сеченовский Университет, г. Москва, Россия

**Leila K. Arykhova**, 2nd year Student, Department of propaedeutics of dental diseases, Institute of dentistry, Sechenov University, Moscow, Russia

**Борисов Виталий Викторович**, доцент, кафедра пропедевтики стоматологических заболеваний, Институт стоматологии, Сеченовский Университет, г. Москва, Россия

**Vitaly V. Borisov**, associate Professor, Department of propaedeutics of dental diseases, Institute of dentistry, Sechenov University, Moscow, Russia