

DOI: 10.24412/2707-6180-2022-64-147-150

УДК 616.314-085

МРНТИ 76.29.55

## ГИСТОЛОГИЧЕСКИЕ ПРЕИМУЩЕСТВА БИОСИЛИКАТНЫХ ЦЕМЕНТОВ КАК МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ВИТАЛЬНОЙ ТЕРАПИИ ПУЛЬПЫ

Е.И. УТКИНА<sup>1</sup>, М.А. ГОРБАТОВА<sup>1</sup>, А.М. ГРЖИБОВСКИЙ<sup>1,2,3</sup>, Л.Н. ГОРБАТОВА<sup>1</sup>,  
А.А. АЛГАЗИНА<sup>1</sup>

Северный государственный медицинский университет, Архангельск, Россия

Западно-Казахстанский медицинский университет имени Марата Оспанова, Актөбе, Казахстан

Гржибовский А.М. – <https://orcid.org/0000-0002-5464-0498>

Citation/

библиографиялық сілтеме/

библиографическая ссылка:

Utkina EI, Gorbatoва MA., Grzhibovsky AM, Gorbatoва LN, Algazina AA. Histological advantages of biosilicate cements as materials for vital pulp therapy. West Kazakhstan Medical Journal. 2022;64(3):147–150. DOI: 10.24412/2707-6180-2022-64-147-150

Уткина ЕИ, Горбатова МА, Гржибовский АМ, Горбатова ЛН, Алгазина АА. Пульпаның өмірлік терапиясына арналған материалдар ретінде силикат цементтерінің гистологиялық артықшылықтары. West Kazakhstan Medical Journal. 2022;64(3):147–150. DOI: 10.24412/2707-6180-2022-64-147-150

Уткина ЕИ, Горбатова МА, Гржибовский АМ, Горбатова ЛН, Алгазина АА. Гистологические преимущества биосиликатных цементов как материалов для витальной терапии пульпы. West Kazakhstan Medical Journal. 2022;64(3):147–150. DOI: 10.24412/2707-6180-2022-64-147-150

### Histological advantages of biosilicate cements as materials for vital pulp therapy

E.I. Utkina<sup>1</sup>, M.A. Gorbatoва<sup>1</sup>, A.M. Grzhibovsky<sup>1,2,3</sup>, L.N. Gorbatoва<sup>1</sup>, A.A. Algazina<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Northern State Medical University, Arkhangelsk, Russia

<sup>2</sup>West Kazakhstan Marat Ospanov Medical University, Aktobe, Kazakhstan

<sup>3</sup>North-Eastern Federal University named after M.K. Ammosov, Yakutsk, Russia

Vital pulp therapy of reversible pulpitis, aimed at reduction of pulp inflammation and keeping its vitality, is widespread at present time. This is particularly important for teeth with not completed root formation in children. The most known and accessible dental liners based on calcium hydroxide have proved clinical effectiveness, however, they demonstrate mechanical instability (solubility) and high cytotoxicity in some investigations. Contemporary calcium-silicate based materials have high biocompatibility, marked by activation of odontoblasts, leakage resistance and mechanical properties similar to dentin, that promotes use of them as dentin substitutes.

**Keywords:** reversible pulpitis, vital pulp therapy, calcium hydroxide liners, bioactive tri/dicalcium silicate cements

### Пульпаның өмірлік терапиясына арналған материалдар ретінде силикат цементтерінің гистологиялық артықшылықтары

Е.И. Уткина<sup>1</sup>, М.А. Горбатова<sup>1</sup>, А.М. Гржибовский<sup>1,2,3</sup>, Л.Н. Горбатова<sup>1</sup>,

А.А. Алгазина<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Солтүстік мемлекеттік медицина университеті, Архангельск, Ресей

<sup>2</sup>Марат Оспанов атындағы Батыс Қазақстан медицина университеті, Ақтөбе, Қазақстан

<sup>3</sup>М.К. Аммосов атындағы Солтүстік-Шығыс федеральды университеті, Якутск, Ресей

Қазіргі уақытта бала кезде тамырдың аяқталмаған дамуы бар тістер үшін айтарлықтай маңызды болып табылатын пульпадағы асқынуды тоқтату мен оның өміршеңдігін сақтауға бағытталған пульпиттердің қайтымды түрлерін емдеудің биологиялық әдістері белсенді қолданылады. Дәлелденген клиникалық тиімділігі бар кальций гидроксиді негізіндегі ең кең таралған және белгілі одонтотропты материалдар бірқатар зерттеулерде механикалық тұрақсыздық пен жоғары цитоубыттылықты көрсетеді. Кальций силикатына негізделген заманауи материалдар жоғары биоүйлесімділікке, айқын одонтотропты әсерге, микроағзаларға төзімділікке және тіс дентиніне ұқсас механикалық сипаттамаларға ие, бұл оларды жоғалған тіс тіндерінің орнына қолдануға мүмкіндік береді.

**Негізгі сөздер:** қайтымды пульпит, целлюлозаның өмірлік терапиясы, кальций гидроксиді препараттары, Силикат цементтері

### Гистологические преимущества биосиликатных цементов как материалов для витальной терапии пульпы

Е.И. Уткина<sup>1</sup>, М.А. Горбатова<sup>1</sup>, А.М. Гржибовский<sup>1,2,3</sup>, Л.Н. Горбатова<sup>1</sup>,

А.А. Алгазина<sup>1</sup>

Северный государственный медицинский университет, Архангельск, Россия

Западно-Казахстанский медицинский университет имени Марата Оспанова,



Уткина Е.И.  
e-mail:znaika.85@mail.ru

Received/  
Келін түсті/  
Поступила:  
26.08.2022

Accepted/  
Басылымға қабылданды/  
Принята к публикации:  
20.09.2022

ISSN 2707-6180 (Print)  
© 2021 The Authors  
Published by West Kazakhstan Marat Ospanov  
Medical University

Актобе, Казахстан

В настоящее время активно применяется биологический метод лечения обратимых форм пульпитов, направленный на купирование идущих воспалительных изменений в пульпе и сохранение ее витальности, что является особенно значимым для зубов с незавершенным развитием корней в детском возрасте. Наиболее широкодоступные и известные одонтотропные материалы на основе гидроксида кальция при доказанной клинической эффективности тем не менее демонстрируют в ряде исследований механическую нестабильность и высокую цитотоксичность. Современные материалы на основе силиката кальция обладают высокой биосовместимостью, выраженным одонтотропным эффектом, устойчивостью к микроподтеканию и сходными с дентином зуба механическими характеристиками, что позволяет применять их как замену утраченным твердым тканям зуба.

**Ключевые слова:** обратимый пульпит, витальная терапия пульпы, препараты гидроксида кальция, биосиликатные цементы

## Введение

Современные подходы к сохранению витальности пульпы

Витальные методики лечения пульпы направлены на полное либо частичное сохранение пульпарной ткани, которая была затронута, но не разрушена кариозным процессом, травмой или последствиями реставраций. Это становится особенно важным для зубов с незавершенным развитием корневой системы у детей. Другим важным преимуществом сохранения витальности пульпы является большая устойчивость зуба к жевательным нагрузкам по сравнению с депульпированными зубами, особенно для зубов жевательной группы [1]. Традиционно считается, что витальные методики могут быть применены на зубах с обратимым пульпитом. Значимым фактором успеха витального метода является материал для покрытия пульпы, поэтому на первый план выходят требования биосовместимости, нетоксичности, одонтотропного и антибактериального действия [1, 2].

Препараты на основе гидроксида кальция как традиционные материалы для покрытия пульпы

Известно, что гидроксид кальция стимулирует образование заместительного дентина, стимулирует апексо- и остеогенез при лечении зубов с незавершенным развитием корней, останавливает остеорезорбцию [3, 4]. При контакте с жизнеспособной тканью он способствует формированию так называемого «дентинного мостика», герметизирующего участок обнаженной пульпы. Доля успешных результатов прямого покрытия пульпы, согласно фундаментальным и клиническим исследованиям, более 80% [5]. На данный момент препараты на основе гидроксида кальция являются наиболее изученными и надежными материалами для прямого и непрямого покрытия пульпы, применяются в качестве «золотого стандарта» при тестировании новых средств и широко представлены на современном стоматологическом рынке [3].

Однако гидроксид кальция имеет ряд недостатков: слабое сцепление с дентином, возможность резорбции материала [6], его механическую нестабильность, понижение эффективности при контакте с воздухом

вследствие частичной карбонизации [1, 3], цитотоксичность ввиду высоких значений pH [7]. Дентинные мостики под гидроксидом кальция имеют пористую структуру и туннельные дефекты [1, 8, 9]. Как следствие, данный материал не обеспечивает долгосрочную полную защиту от микроподтеканий [5]. Пористость вновь образованной твердой ткани создает благоприятные условия для проникновения микроорганизмов, что может стать причиной воспаления и некротизации пульпы. Светоотверждаемые препараты на основе гидроксида кальция не столь раздражающе действуют на пульпу, но и не оказывают выраженного антибактериального действия [7]. Ввиду вышеперечисленных недостатков гидроксид кальция не может служить материалом выбора при закрытии перфораций и ретроградного пломбирования корней.

Материалы на основе портланд-цемента (ProRoot MTA, MTA Angelus)

Вышеперечисленные недостатки гидроксида кальция привели к внедрению в стоматологическую практику новых материалов на основе портланд-цемента (смесь силикатов кальция, кальцийсодержащие соединения алюминия и железа), самым известным представителем которых является ProRoot MTA (Mineral trioxide aggregate).

Изначально МТА был рекомендован как материал для пломбирования апикальной части корневых каналов при хирургической эндодонтии, однако продемонстрировал высокую биосовместимость, способность ускорять пролиферацию недифференцированных клеток и превращение их в одонтобласты, способность индуцировать осаждение фосфата кальция на поверхности для репаративных процессов в тканях периодонта и кости [8], став материалом выбора для замещения любых дентинных дефектов. МТА давно и успешно применяется при лечении перфорации пульпарной камеры, наличия резорбций корня, методов лечения с полным или частичным сохранением витальной пульпы, для стимулирования процессов апексификации или апексогенеза [10], причем для достижения апикального барьера требовалось гораздо меньше времени и посещений, чем для аналогичного

лечения с применением гидроксида кальция [11, 12]. Гидроксид кальция приводит к некрозу ткани и воспалению в начальном периоде после наложения [13], тогда как при использовании МТА не отмечается ни некроза, ни воспаления в прилежащей ткани пульпы [8, 14]. Также при 6-месячном периоде наблюдения толщина дентинного мостика под МТА составляла 0,43 мм, тогда как при использовании гидроксида кальция – лишь 0,15 мм [14].

Несмотря на успешность клинического применения (эффективность на уровне 97,96% через 9 лет после лечения), МТА, по мнению некоторых авторов, имеет сложности при работе и внесении, длительное время отверждения, высокую стоимость, возможность окрашивания тканей зуба за счет оксидов железа и марганца [1, 15-17], что привело к выпуску усовершенствованной версии материала МТА Angelus, а затем разработке следующей группы материалов на основе очищенного силиката кальция.

Материалы на основе трикальцийсиликата (Biodentine™, здесь и далее – Биодентин)

Способность материалов на основе трикальцийсиликата выделять гидроксид кальция при гидратации была доказана клинически [18]. Материал не повреждает клетки пульпы ни *in vitro*, ни *in vivo* [5], не нарушает функциональную активность фибробластов и других клеток [8, 19]. Образцы пульпы, покрытой как МТА, так и Биодентином, продемонстрировали полное образование дентинного мостика и отсутствие воспалительной реакции [9]. Образование третичного дентина происходит как при прямом, так и непрямом покрытии пульпы [5], причем дентинный мостик имеет более организованную структуру [9]. Также было выявлено, что Биодентин стимулирует пролиферацию и дифференциацию одонтобластов [8, 20] в большей степени, чем гидроксид кальция [12, 21].

Поверхностный слой дентина при этом называют «зоной минеральной инфильтрации»: ощелачивающее действие материала приводит к деградации коллагеновых волокон поверхностного слоя дентина, а затем к формированию пористой структуры, которая способствует проникновению высокой концентрации ионов  $Ca^{2+}$ ,  $OH^-$ , и  $CO_3^{2-}$ , как следствие – повышенной минерализации в этом участке. Текучая консистенция цемента способствует его проникновению в открытые дентинные трубочки с кристаллизацией внутри них через некоторое время («щелочное протравливание») [21]. Данным явлением объясняют редкость возникновения постоперационной чувствительности при терапевтическом лечении [2, 22]. Материалы на основе трикальций силиката обеспечивают образование гомогенного слоя минеральных веществ на поверхности дентина, вызывая клинически значимую obturацию дентинных трубочек, причем глубина герметизации

увеличивалась с понижением вязкости материала [23]. Это является их преимуществом по сравнению со стеклоиономерными цементами, отверждение которых является кислотной реакцией («кислотное протравливание») [21].

В отличие от предшественников Биодентина – портландцементов, он не содержит примесей металлов, а содержание силиката кальция составляет около 99%, в отличие от последних, содержащих 68% [2]. Биодентин обладает механическими свойствами, сходными с таковыми у дентина зуба и может замещать его как в области коронки, так и в области корня зуба [8]. Экспериментальными зарубежными исследованиями был установлен модуль упругости в 22 ГПа (при 18,5 ГПа у естественного дентина) и прочность на сжатие около 220 МПа, что все же несколько ниже, чем у дентина зуба (290 МПа), однако значительно больше, чем у группы стеклоиономерных цементов. Микротвердость практически равнялась таковой у натурального дентина [2, 24]. Материал имеет низкое водопоглощение, устойчив к микроподтеканию, обеспечивая высокую сохранность реставрации витальных зубов [22, 25]. Также было выявлено, что Биодентин обеспечивает хороший краевой герметизм даже в случаях, когда край полости располагается ниже эмалево-цементного соединения [26], причем не требует какого-либо кондиционирования твердых тканей зуба. Изоляционные свойства данного материала приближены к таковым у стеклоиономерных цементов [27]. Гидроксид кальция, высвобождающийся при отверждении Биодентина, имеет бактериостатическое действие [15]. Отечественными и зарубежными исследованиями доказано, что Биодентин обладает значительным антибактериальным действием в отношении *E.coli*, *S.aureus*, *Str. Faecalis*, а также *C.albicans* [25, 28].

#### Выводы

Таким образом, биосовместимые материалы на основе портланд-цемента и силиката кальция являются как клинически эффективной альтернативой эндодонтическому лечению зубов с обратимыми формами пульпита, так и материалами выбора при закрытии перфораций, резорбций корня и иных прогностически сложных эндодонтических манипуляциях. Также данные материалы можно применять и для полноценного замещения утраченных твердых тканей зуба. Относительно невысокая стоимость и простота использования позволяют надеяться на более частое применение данной группы материалов для решения самых разнообразных клинических ситуаций в ежедневной практике врача-стоматолога. В то же время механизм их воздействия на пульпарную ткань и отдаленные результаты лечения продолжают оставаться объектом дальнейшего изучения.

Список литературы:

- Ghoddusi J, Forghani M, Parisay I. New approaches in vital pulp therapy in permanent teeth. *Iranian Endodontic Journal*. 2014;9(1):15–22.
- Звигинцева ЕМ, Старосветский СИ, Звигинцев АМ. Биодентин – новый биоактивный цемент для сохранения жизнеспособности пульпы. Актуальные вопросы биомедицинской инженерии: сборник материалов II Всероссийской заочной научной конференции для молодых ученых, студентов и школьников. Саратов, 2012;44–48.  
*Zviginseva EM, StarosvetSKI SI, Zviginsev AM. Biodentin – novyi bioaktivnyi sement dlä sohraneniä jiznesposobnosti pülpy. Aktuälnye voprosy biomedisinskoj injenerii: sbornik materialov II Vserossiskoi zaochnoi nauchnoi konferensii dlä molodyh uchenyh, studentov i škölnikov. Saratov, 2012;44–48. (In Russian)*
- Рувинская ГР, Фазылова ЮВ. Современные принципы консервативного лечения пульпита. Современные проблемы науки и образования. 2012;5; URL: [www.science-education.ru/105-6739](http://www.science-education.ru/105-6739).  
*Ruvinskaia GR, Fazylova IUV. Sovremennye prinsipy konservativnogo lecheniä pülpita. Sovremennye problemy nauki i obrazovaniä. 2012;5; URL: www.science-education.ru/105-6739. (In Russian)*
- Кузьмина ЕА, Чувев ВП. «Триоксидент» – в помощь стоматологам. Институт стоматологии. 2005;3:12–113.  
*Küzmina EA, Chuev VP. «Trioksident» – v pomöš stomatologam. Institut stomatologii. 2005;3:12–113. (In Russian)*
- Даммашке Т. Биодентин – новый биологически активный цемент для прямого покрытия пульпы. *Dental Times*. 2013;16:12–14.  
*Dammaške T. Biodentine – novyi biologicheski aktivnyi sement dlä prätmogo pokrytiä pülpy. Dental Times. 2013;16:12–14. (In Russian)*
- Santos PSD, Pedrotti D, Braga MM, Rocha RO, Lenzi TL. Materials used for indirect pulp treatment in primary teeth: a mixed treatment comparisons meta-analysis. *Braz Oral Res*. 2017 Dec 18;31:e101.
- Weiner R. Liners and bases in general dentistry. *Aust Dent J*. 2011 Jun;56 Suppl 1:11–22.
- Priyalakshmi S, Manish Ranjan. Review on Biodentine-A Bioactive Dentin Substitute. *Journal of Dental and Medical Sciences (IOSR-JDMS)*. 2014 Jan;13(1)III:13–17.
- Boddeda KR, Rani CR, Vanga NR, Chandrabhatla SK. Comparative evaluation of biodentine, 2% chlorhexidine with RMGIC and calcium hydroxide as indirect pulp capping materials in primary molars: An in vivo study. *J Indian Soc Pedod Prev Dent*. 2019 Jan-Mar;37(1):60–66.
- Asgary S, Eghbal MJ. Treatment outcomes of pulpotomy in permanent molars with irreversible pulpitis using biomaterials: a multi-center randomized controlled trial. *Acta Odontol Scand*. 2013 Jan;71(1):130–6.
- Nayar S, Bishop K, Alani A. A report on the clinical and radiographic outcomes of 38 cases of apexification with mineral trioxide aggregate. *Eur J Prosthodont Restor Dent*. 2009 Dec;17(4):150–6.
- Pradhan DP, Chawla HS, Gauba K, Goyal A. Comparative evaluation of endodontic management of teeth with unformed apices with mineral trioxide aggregate and calcium hydroxide. *J Dent Child (Chic)*. 2006 May-Aug;73(2):79–85.
- Witherspoon DE. Vital pulp therapy with new materials: new directions and treatment perspectives-permanent teeth. *J Endod*. 2008 Jul;34(7):S25–8.
- Терехова ТН, Романова ОС, Шаковец НВ. Витальные методы лечения пульпы постоянных зубов с незаконченным формированием корней у детей. *Медицинский журнал*. 2013;1(43):155–159.  
*Terehova TN, Romanova OS, Šakovets NV. Vitälnye metody lecheniä pülpy postoiannyh zubov s nezakončennym formirovaniem kornei u detei. Medisinski jurnal. 2013;1(43):155–159. (In Russian)*
- Левин Р. Обзор пятидесяти клинических случаев: покрытие пульпарной камеры материалом «Биодентин». *Современная стоматология*. 2013;1:20–22.  
*Levin R. Obzor pätidēsäti kliničeskikh sluchaev: pokrytie pülparnoi kamery materialom «Biodentin». Sovremennaja stomatologia. 2013;1:20–22. (In Russian)*
- Marciano MA, Duarte MA, Camilleri J. Dental discoloration caused by bismuth oxide in MTA in the presence of sodium hypochlorite. *Clin Oral Investig*. 2015 Dec;19(9):2201–9.
- Kang SH, Shin YS, Lee HS, Kim SO, Shin Y, Jung IY, Song JS. Color Changes of Teeth after Treatment with Various Mineral Trioxide Aggregate-based Materials: An Ex Vivo Study. *J Endod*. 2015 May;41(5):737–41.
- Camilleri J. Characterization and hydration kinetics of tricalcium silicate cement for use as a dental biomaterial. *Dent Mater*. 2011 Aug;27(8):836–44.
- Laurent P, Camps J, De Méo M, Déjou J, About I. Induction of specific cell responses to a Ca(3)SiO(5)-based posterior restorative material. *Dent Mater*. 2008 Nov;24(11):1486–94.
- Matsuo T, Nakanishi T, Shimizu H, Ebisu S. A clinical study of direct pulp capping applied to carious-exposed pulps. *J Endod*. 1996 Oct;22(10):551–6.
- Atmeh AR, Chong EZ, Richard G, Festy F, Watson TF. Dentin-cement interfacial interaction: calcium silicates and polyalkenoates. *J Dent Res*. 2012 May;91(5):454–9.
- Макеева ИМ, Сарапульцева МВ. Лечение травмы постоянных зубов с применением материала «Биодентин» (BiodentineTM). *Sti-online*. 2011;8:28–30.  
*Makeeva IM, Sarapulceva MV. Lechenie travmy postoiannyh zubov s primeneniem materiala «Biodentin» (BiodentineTM). Sti-online. 2011;8:28–30. (In Russian)*
- Dong Z, Chang J, Deng Y, Joiner A. Tricalcium silicate induced mineralization for occlusion of dentinal tubules. *Aust Dent J*. 2011 Jun;56(2):175–80.
- Koubi G, Colon P, Franquin JC, Hartmann A, Richard G, Faure MO, Lambert G. Clinical evaluation of the performance and safety of a new dentine substitute, Biodentine, in the restoration of posterior teeth - a prospective study. *Clin Oral Investig*. 2013 Jan;17(1):243–9.
- Шамхалов ЕС, Иванова ЕВ, Дмитриева НА, Ахмелова ЗР. Сравнительный анализ антимикробной активности цементов «Биодентин» (Septodont), «Рутдент» (Tehno Dent) и адгезива «Футурабонд НР» (Voco). *Стоматология*. 2013;4:37–39.  
*Šamhalov ES, Ivanova EV, Dmitrieva NA, Ahmelova ZR. Sravnitelnyi analiz antimikrobnoi aktivnosti sementov «Biodentin» (Septodont), «Rutdent» (Tehno Dent) i adgeziva «Futurabond NR» (Voco). Stomatologia. 2013;4:37–39. (In Russian)*
- Raskin A, Eschrich G, Dejous J, About I. In vitro microleakage of Biodentine as a dentin substitute compared to Fuji II LC in cervical lining restorations. *J Adhes Dent*. 2012 Dec;14(6):535–42.
- Machtou P. Open trial, not randomized study evaluating the efficacy and the tolerance of RD94in patients needing endodontic care, medical device class III. Report on going. 2009a 09/001.
- Wang X, Chang J, Hu S. A study on the sealing ability and antibacterial activity of Ca3SiO5/CaCl2 composite cement for dental applications. *Dent Mater J*. 2012;31(4):617–22.