

Сравнительная характеристика свойств различных паст на основе гидроокиси кальция

Шубитидзе М.М.¹Аджиева А.Б.¹Дадашов Н.А.¹Багишева М.Т.²Щерба К.Н.³Солиманов Ш.М.³Нажмудинов Ш.А.³¹ФГАОУ ВО Российский университет дружбы народов (РУДН), Москва, Россия.²ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования»

Министерства здравоохранения Российской Федерации, Москва, Россия

³Частная стоматологическая практика, Москва, Россия.

Аннотация

Гидроксид кальция широко используется в качестве материала временного пломбирования корневых каналов благодаря его благоприятному щелочному эффекту. Предполагается, что действие происходит от диффузии гидроксильных ионов через апикальное отверстие. Целью данной статьи являлся обзор исследований различных свойств чистого гидроксида кальция, а также его коммерческих аналогов.

Ключевые слова: гидроксид кальция, эндодонтическое лечение, апикальный периодонтит.

Для цитирования: Шубитидзе М.М., Аджиева А.Б., Дадашов Н.А., Багишева М.Т., Щерба К.Н., Солиманов Ш.М., Нажмудинов Ш.А. Сравнительная характеристика свойств различных паст на основе гидроокиси кальция. *Эндодонтия today*. 2020; 18(1):37-40. DOI: 10.36377/1683-2981-2020-18-1-37-40.

Comparative properties characteristics of the various pastes based on calcium hydroxide

M.M. Shubitidze¹A.B. Adzhieva¹N.A. Dadashov¹M.T. Bagisheva²K.N. Shcherba³S.M. Solimanov³S.A. Nazhmudinov³¹RUDN University, Moscow, Russia²Russian Medical Academy of Continuing Professional Education of the Ministry of Health of the Russian Federation, Moscow, Russia³Private practice, Moscow Russia

Abstract

Calcium hydroxide is widely used as a interappointment root canal filling material due to its favorable alkaline effect. It is assumed that the action occurs from the diffusion of hydroxyl ions through the apical foramen. The aim of this article was to review studies of the various properties of pure calcium hydroxide, as well as its commercial analogues.

Keywords: calcium hydroxide, endodontic treatment, apical periodontitis.

For citation: M.M. Shubitidze, A.B. Adzhieva, N.A. Dadashov, M.T. Bagisheva, K.N. Shcherba, S.M. Solimanov, S.A. Nazhmudinov. Comparative properties characteristics of the various pastes based on calcium hydroxide. *Endodontics today*. 2020; 18(1):37-40. DOI: 10.36377/1683-2981-2020-18-1-37-40.

АКТУАЛЬНОСТЬ

Роль микроорганизмов как основная причина апикального периодонтита хорошо задокументирована в литературе [1]. Все типы эндодонтической инфекции связаны с очень разнообразной микробиотой. Поэтому эндодонтическое лечение направлено на удаление микроорганизмов из системы корневых каналов с использованием химико-механической обработки [2]. Было показано, что применение лекарственных средств между визитами значительно улучшает дезинфекцию после химико-механических процедур [3].

Одним из таких медикаментозных средств является гидроксид кальция $\text{Ca}(\text{OH})_2$ [4-8]. Антимикробное действие гидроксида кальция зависит от концентрации гидроксид-ионов в растворе [4,9]. Менее 0,2% суспензии гидроксида кальция при температуре тела диссоциирует на ионы кальция (Ca^{2+}) и гидроксид-ионы (OH^-). Большая часть водной суспензии гидроксида кальция состоит из нерастворенных частиц [10]. Если происходит прямое механическое проникновение частиц гидроксида кальция в открытые дентинные каналы, проникающие частицы могут действовать как прямой источник диссоциированного гидроксида кальция, продолжая растворяться в водных формах гидроксида кальция. Это может

привести к сохранению высокого местного pH для повышения антимикробной эффективности [11].

Препараты на основе гидроксида кальция оказывают положительное влияние на снижение уровня микробов, уровня провоспалительных цитокинов (PICs) и матричных металлопротеиназ (MMPs) при апикальном периодонтите [12]. Также данные препараты имеют способность растворять органические ткани [13] и инактивировать другие бактериальные эндотоксины [14,15]. Несмотря на эти свойства, $\text{Ca}(\text{OH})_2$ не обладает удовлетворительными физическими свойствами, такими как рентгеноконтрастность для визуализации на рентгенограммах зубов и пропускной способностью для облегчения его введения в корневой канал [16, 17].

Сегодня существуют различные коммерческие продукты $\text{Ca}(\text{OH})_2$ для использования в качестве внутриканальных лекарств, и каждый продукт имеет свой собственный состав, процентное содержание $\text{Ca}(\text{OH})_2$ и другие особенности. Целью данной статьи является обзор литературы по характеристикам различных паст на основе гидроксида кальция для сравнения их свойств.

СОСТАВ

Более быстрое выделение гидроксильных ионов в течение периода времени может быть неотъемлемым свойством состава, включая добавки и процента содержание гидроксида кальция [21].

Например, Calasept (Nordiska Dental, Angelholm, Швеция) состоит из гидроксида кальция (41,07%), сульфата бария (8,33%) и других ингредиентов в стерильном изотоническом физиологическом растворе. UltraCal XS (Ultradent Products Inc., South Jordan, UT, США) в основном состоит из 35% гидроксида кальция, рентгеноконтрастного вещества и транспортного средства, которое не имеет пропорций, указанных производителем. Бразильская паста Hydropast (Biodinamica Quimica e Farmaceutica Ltda., Ibirapora, PR, Бразилия), состоящая из 38% гидроксида кальция, имеет оксида бария, в качестве рентгеноконтрастного вещества, и пропиленгликоля в качестве носителя. Vitapex (Neo Dental Chemical Products Co. Lt, Tokyo, Япония) в своем составе имеет 30% гидроксида кальция, силиконовые масла – лубриканты, которые обеспечивают полное покрытие стенок канала и 40% бактериостатического вещества йодоформа. Концентрация $\text{Ca}(\text{OH})_2$ в составе препарата Pulpdent (Puldent Corp., Watertown, MA, США) достигает 40%. Однако, для подтверждения эффективности того или иного препарата необходимы ряд исследований и сравнение отдельных их свойств.

СТАБИЛЬНОСТЬ pH

Было продемонстрировано, что действие воспалительных клеток усиливается с изменением pH в кислотную сторону, что приводит к распаду и последующей резорбции твердых тканей [18]. Поэтому щелочная среда, которая может быть достигнута при использовании соединений гидроксида кальция и метода диффузии гидроксильных ионов через апикальное отверстие, заслуживает изучения.

Zmener и соавт [19] проверили изменения pH, которые произошли в течение 30 дней, с использованием смеси гидроксида кальция и дистиллированной воды и двух коммерческих продуктов на основе гидроксида кальция (Calasept и Ultracal XS) в имитируемой периапикальной среде. Изменения щелочности среды измеряли через 1 и 24 часа, а также через 15 и 30 дней (таблица 1). Через 1 час pH среды пасты из гидроксида

Таблица 1. Средние уровни pH среды через четыре интервала времени по Zmener и соавт [19]

Table 1. Mean pH levels of the medium at four time intervals (initial pH 7.40) according to Zmener et al [19]

Материал	1 час	24 часа	15 дней	30 дней
$\text{Ca}(\text{OH})_2$ + дистиллированная вода	10.93	11.24	11.26	11.27
Calasept	9.82	11.23	11.42	11.77
Ultracal XS	9.92	11.26	11.44	11.82

кальция и дистиллированной воды, Calasept и Ultracal XS, испытали быстрое

повышение, причем у некоммерческой смеси оно было статистически значительно выше ($P < 0,05$), чем у Calasept и Ultracal XS. В конце эксперимента через 30 дней Calasept и Ultracal XS дали значительно более высокий pH ($P < 0,05$), чем смесь гидроксида кальция и дистиллированной воды. В конце эксперимента через 30 дней Ultracal XS показал самую высокую щелочность среди исследуемых паст.

Можно предположить, что более медленное повышение pH у Calasept и Ultracal XS было вызвано уменьшенной доступностью гидроксида кальция из-за присутствия дополнительных компонентов в этих составах [19]. Также в другом исследовании было продемонстрировано, что UltraCal XS имеет более высокое значение pH. [20]

ПОДВЕРЖЕННОСТЬ К ПЕРЕЛОМАМ

В ряде исследований *in vitro* по измерению влияния гидроксида кальция на зубы с использованием различных методологий было выдвинуто предположение, что зубы, леченные с разным гидроксидом кальция, имеют разную подверженность переломам [22-25].

В исследовании Hawkins и соавт [25] было показано, что среднее сопротивление переломам Vitapex составляло 0,0386, 0,0399 и 0,0404 МПа через 1, 3 и 6 месяцев соответственно. Средняя устойчивость к переломам Ultracal XS составила 0,0392, 0,0430 и 0,0369 МПа через 1, 3 и 6 месяцев соответственно. Средняя устойчивость к переломам Pulpdent XS составила 0,0377, 0,0394, 0,0380 МПа через 1, 3 и 6 месяцев соответственно.

Группы Pulpdent и Vitapex не показали значительного снижения сопротивления переломам в любой момент времени. Группа Ultracal XS не показала значительной разницы ($P = 1,79$) между временными точками, однако, интересно, что прочность у 3-месячной группы Ultracal XS была выше, чем у Ultracal через 1 или 6 месяцев.

Также в других исследованиях была показана более высокая устойчивость к переломам у зубов с в UltraCal XS по сравнению с нелечеными зубами в течение 12 месяцев. Однако, Kahler и соавт.[26] в 2018 году установили, что прочность на излом в группах Calasept Plus, UltraCal XS и Calmix имели незначительную разницу в прочности, и кроме того, не было никаких существенных различий в прочности между группами в последний, 9-месячный момент времени.

Вопрос о связи между прочностью зубов и материалами для временного пломбирования каналов на основе гидроксида кальция по сей день остается открытым. Есть серьезные методологические проблемы в проведении исследований *in vitro*, в которых изучалось влияние гидроксида кальция на зубы. Следует

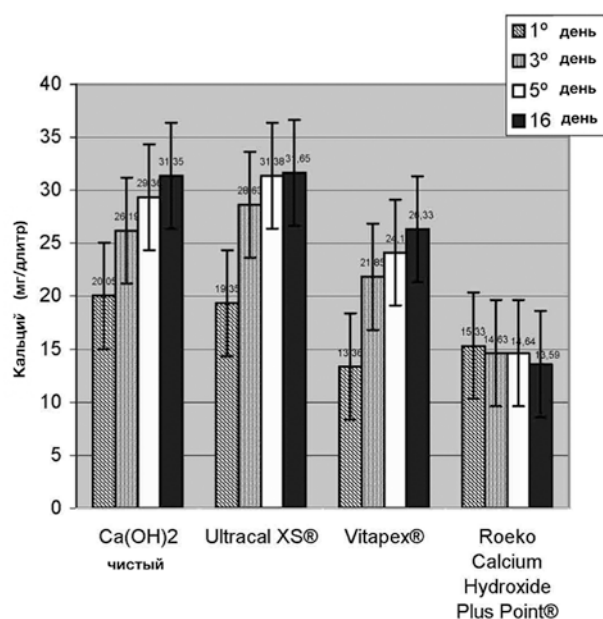


Рис. 1. Средняя концентрация Ca (мг/дл) для каждого материала

Fig. 1. Concentration average of Ca (mg/dl) for each material

продолжить изучение клинической значимости этих исследований и опираться на проведенные в будущем систематические обзоры литературы и мета-анализы.

МОРФОЛОГИЯ ЧАСТИЦ И ДИФфуЗИЯ ИОНОВ КАЛЬЦИЯ

Плотность и размер дентинных канальцев в корневом дентине изучались различными исследователями [27–30]. Обычно считается, что дентинные трубочки имеют диаметр от 2 до 5 мкм. Средние значения длины, ширины, периметра и соотношения частиц Ca(OH)₂ в Ultracal XS составляли 1,66 мкм, 1,17 мкм, 5,08 мкм и 0,72 соответственно. Существовали значительные различия между частицами Ultracal XS и чистым гидроксидом кальция по всем четырем параметрам – Ultracal XS содержит частицы меньшего размера [31].

Также в данном разделе хотелось бы затронуть аспект рентгеноконтрастности, на примере Ultracal XS. Сульфат бария, который является одним из наиболее распространенных контрастных агентов в медицине [32], добавляют к гидроксиду кальция для увеличения рентгеноконтрастности. Размер частиц (диаметр) коммерчески доступного сульфата бария варьируется от наноразмерного (80–500 нм) до микронного (2 мкм) масштаба, в зависимости от источников производства. Ранние исследования [33] показали, что наночастицы BaSO₄ могут улучшить рентгеноконтрастные свойства. Таким образом, добавление сульфата бария увеличивает процент более мелких частиц в Ultracal XS.

Антимикробная активность гидроксида кальция зависит от высвобождения гидроксил-иона в водной среде. Гидроксил-ионы окисляют свободные радикалы, которые очень реактивны и реагируют на несколько биомолекул [34]. Saicedo и соавт. [35] изучили концентрацию ионов кальция у различных паст на основе гидроксида кальция (рисунок 1).

По данным авторов среди материалов, проанализированных в этом исследовании, Ultracal XS показал наибольшее среднее значение диффузии. Это со-

гласуется с предыдущими результатами [36], указывающими на то, что Ultracal XS продемонстрировал большую диффузию ионов кальция через дентинные каналы по сравнению с Calasept, Roeko и чистым гидроксидом кальция.

БИОСОВМЕСТИМОСТЬ

Учитывая рекомендацию Международной организации по стандартизации [37], необходимы исследования in vitro и / или in vivo для оценки биосовместимости всех новых материалов.

Andolfatto и соавт. [38] указывают на то, что UltraCal XS и Hydropast проявляют биологическое поведение, подобное Calen (как контрольная группа). Через 7 дней в соседней капсуле с имплантированными материалами наблюдалась интенсивная воспалительная реакция и очаги коагуляционного некроза. Через 30 дней достоверное уменьшение воспалительного процесса было подтверждено во всех проанализированных группах; обычно образующаяся капсула рядом с пастой калена обнаруживает воспалительные клетки среди типичных пучков коллагеновых волокон и фибробластов. Через 30 дней капсула, примыкающая к Hydropast, показала значительно меньшее количество гигантских клеток, чем у UltraCal XS. Гигантские клетки происходят из слияния моноцитов / макрофагов и образуются для удаления экзогенных агентов. В течение 30 дней большое количество гигантских клеток, подтвержденных в группе UltraCal XS, позволяют предположить, что этот материал может выделять больше стимулирующих веществ, чем Hydropast и Calen.

В исследовании Nelson и соавт. [39] Calen показал лучшую биосовместимость, в то время как паста Calasept имела более медленный процесс восстановления. Пасты индуцировали воспалительную реакцию при каждом периоде наблюдения, хотя интенсивность, продолжительность и распространение воспаления были разными.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной статье обобщаются некоторые свойства и особенности коммерческих и некоммерческих паст на основе Ca(OH)₂ для временного пломбирования корневых каналов. К сожалению, на сегодняшний день существует ограниченное количество всеобъемлющих статей на данную тематику. В основном исследования направлены на изучение химических, физических и биологических свойств, однако, клиническим свойствам отводится меньшее внимание. Например, отсутствуют сравнительные исследования таких свойств как удобство внесения и удаления препаратов на основе Ca(OH)₂ при работе в корневых каналах.

При отборе исследования для данного обзора литературы авторы столкнулись с вопросами методологии проведения научных исследований – при изучении разных моделей часто появлялись неконкретные результаты. Таким образом, стоит следующая дилемма. Что является критерием выбора препарата: рекомендации производителя или научные исследования с ограничениями? Благодаря обзорам литературы существует возможность с большим пониманием относиться к эндодонтическим протоколам и выбору препаратов. Также данный обзор литературы дал понять особенности некоторых из препаратов с использованием сравнительных исследований и провести новые исследования уже в более определенных направлениях с учетом современных методик.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ / REFERENCES

1. Manoil D, Al-Manei K, Belibasakis GN. A Systematic Review of the Root Canal Microbiota Associated with Apical Periodontitis: Lessons from Next-Generation Sequencing. *Proteomics Clin Appl.* 2020 Jan 17:e1900060.
2. Sjogren U, Figdor D, Persson S, Sundqvist G. Influence of infection at the time of root filling on the outcome of endodontic treatment of teeth with apical periodontitis. *Int Endod J.* 1997;30:297–306.
3. Siqueira JF, Magalhaes KM, Roca IN. Bacterial reduction in infected root canals treated with 2.5% NaOCl as an irrigant and calcium hydroxide/ camphorated paramonochlorophenol paste as an intracanal dressing. *J Endod.* 2007;33:667–72.
4. Bystrom A, Claesson R, Sundqvist G. The antibacterial effect of camphorated paramonochlorophenol, camphorated phenol and calcium hydroxide in the treatment of infected root canals. *Endod Dent Traumatol.* 1985; 1:170–175.
5. Safavi KE, Dowden WE, Introcaso JH, Langeland K. A comparison of antimicrobial effects of calcium hydroxide and iodine-potassium iodide. *J Endod.* 1985; 11:454–456.
6. Sjogren U, Figdor D, Spångberg L, Sundqvist G. The antimicrobial effect of calcium hydroxide as a short-term intracanal dressing. *Int Endod J.* 1991; 24:119–125.
7. Stuart KG, Miller CH, Brown CE Jr, Newton CW. The comparative antimicrobial effect of calcium hydroxide. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1991; 72:101–104.
8. Evans M, Davies JK, Sundqvist G, Figdor D. Mechanisms involved in the resistance of *Enterococcus faecalis* to calcium hydroxide. *Int Endod J.* 2002; 35:221–228.
9. Safavi K, Nakayama TA. Influence of mixing vehicle on dissociation of calcium hydroxide in solution. *J Endod.* 2000; 26:649–651.
10. Speight, JG. Lange's handbook of chemistry. 16. Vol. Section 1. McGraw-Hill; New York: 2005. p. 18–63.
11. Komabayashi T, D'Souza RN, Dechow PC, Safavi KE, Spångberg LS. Particle size and shape of calcium hydroxide. *J Endod.* 2009; 35:284–287.
12. Alsabait S, Alsaad N, Alahmari S, Alfaraj F, Alfawaz H, Alqedairi A. The effect of intracanal medicaments used in Endodontics on the dislocation resistance of two calcium silicate-based filling materials. *BMC Oral Health.* 2020;20(1):57. Published 2020 Feb 18. doi:10.1186/s12903-020-1044-6
13. G. Hasselgren, B. Olsson, and M. Cvek, "Effects of calcium hydroxide and sodium hypochlorite on the dissolution of necrotic porcine muscle tissue," *Journal of Endodontics*, vol. 14, no. 3, pp. 125–127, 1988.
14. K. E. Safavi and F. C. Nichols, "Effect of calcium hydroxide on bacterial lipopolysaccharide," *Journal of Endodontics*, vol. 19, no. 2, pp. 76–78, 1993.
15. J. M. G. Tanomaru, M. R. Leonardo, M. Tanomaru Filho, I. Bonetti Filho, and L. A. B. Silva, "Effect of different irrigation solutions and calcium hydroxide on bacterial LPS," *International Endodontic Journal*, vol. 36, no. 11, pp. 733–739, 2003.
16. T. Alacam, G. Gorgul, and H. Omurlu. "Evaluation of diagnostic radiopaque contrast materials used with calcium hydroxide," *Journal of Endodontics*, vol. 16, no. 8, pp. 365–368, 1990.
17. L. R. G. Fava and W. P. Saunders, "Calcium hydroxide pastes: classification and clinical indications," *International Endodontic Journal*, vol. 32, no. 4, pp. 257–282, 1999.
18. McCormick JE, Weine FS, Maggio JD. Tissue pH of developing periapical lesions in dogs. *J Endod* 1983;9:47–51.
19. Zmener O, Pameijer CH, Banegas G. An in vitro study of the pH of three calcium hydroxide dressing materials. *Dent Traumatol.* 2007 Feb;23(1):21–5.
20. S. Heward and C. M. Sedgley, "Effects of intracanal mineral trioxide aggregate and calcium hydroxide during four weeks on pH changes in simulated root surface resorption defects: an in vitro study using matched pairs of human teeth," *Journal of Endodontics*, vol. 37, no. 1, pp. 40–44, 2011.
21. Simon ST, Bhat KS, Francis R. Effect of four vehicles on the pH of calcium hydroxide and the release of calcium ion. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1995;80:459–64.
22. Rosenberg B, Murray PE, Namerow K. The effect of calcium hydroxide root filling on dentin fracture strength. *Dent Traumatol* 2007;23:26–9.
23. White JD, Lacefield WR, Chavers LS, et al. The effect of three commonly used endodontic materials on the strength and hardness of root dentin. *J Endod* 2002;28: 828–30.
24. Grigoratos D, Knowles J, Ng Y-L, et al. Effect of exposing dentine to sodium hypo-chlorite and calcium hydroxide on its flexural strength and elastic modulus. *Int Endod J* 2001;34:113–9.
25. Hawkins JJ, Torabinejad M, Li Y, et al. Effect of three calcium hydroxide formulations on fracture resistance of dentin over time. *Dent Traumatol* 2015;31:380–4.
26. Kahler SL, Shetty S, Andreasen FM, Kahler B. The Effect of Long-term Dressing with Calcium Hydroxide on the Fracture Susceptibility of Teeth. *J Endod.* 2018 Mar;44(3):464–469.
27. Carrigan PJ, Morse DR, Furst ML, Sinai IH. A scanning electron microscopic evaluation of human dentinal tubules according to age and location. *J Endod.* 1984; 10:359–363.
28. Fogel HM, Marshall FJ, Pashley DH. Effects of distance from the pulp and thickness on the hydraulic conductance of human radicular dentin. *J Dent Res.* 1988; 67:1381–1385.
29. Pashley DH. Dentin: a dynamic substrate--a review. *Scanning Microsc.* 1989; 3:161–174.
30. Mjör IA, Nordahl I. The density and branching of dentinal tubules in human teeth. *Arch Oral Biol.* 1996; 41:401–412.
31. Komabayashi T, Ahn C, Spears R, Zhu Q. Comparison of particle morphology between commercial- and research-grade calcium hydroxide in endodontics. *J Oral Sci.* 2014;56(3):195–199.
32. Ginebra MP, Albuixech L, Fernández-Barragán E, Aparicio C, Gil FJ, San RJ, et al. Mechanical performance of acrylic bone cements containing different radiopacifying agents. *Biomaterials.* 2002; 23:1873–1882.
33. Ricker A, Liu-Snyder P, Webster TJ. The influence of nano MgO and BaSO4 particle size additives on properties of PMMA bone cement. *Int J Nanomedicine.* 2008; 3:125–132.
34. Siquerra Junior JF, Lopez HP. Mechanisms of antimicrobial activity of calcium-hydroxide: a critical review. *Int Endod J.* 32: 361–69, 1999.
35. R Caicedo, D Mercante, and D J Alongi. Calcium-Ion Diffusion of Four Calcium-Hydroxide-Based Materials: Ultracal XS, Vitapex, Roeko Calcium-Hydroxide Plus Points, and Pure Calcium Hydroxide Through Radicular Dentin. *Int J Oral-Med Sci* 3(2):75–82, 2004
36. Caicedo R, Leal L, Pulgarin M, Arias S. Diffusion of the calcium-ion in four calcium-hydroxide materials. *J Endod.* 26: 552, 2000.
37. International Organization for Standardization, ISO 7405: dentistry—preclinical evaluation of biocompatibility of medical devices used in dentistry—test methods for dental materials, 2008.
38. Andolfatto C, da Silva GF, Cornélio AL, et al. Biocompatibility of intracanal medications based on calcium hydroxide. *ISRN Dent.* 2012;2012:904963.
39. Nelson Filho P, Silva LA, Leonardo MR, Utrilla LS, Figueiredo F. Connective tissue responses to calcium hydroxide-based root canal medicaments. *Int Endod J.* 1999 Aug;32(4):303–11.

Конфликт интересов:

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов /

Conflict of interests:

The authors declare no conflict of interests.

Получена / Received 15.02.2020

Исправлена / Revised 14.03.2020

Принята / Accepted 17.03.2020

Координаты для связи с авторами /

Coordinates for communication with authors:

А.Б. Аджиева / A.B. Adzhieva

E-mail: Aanzhoka@mail.ru

ORCID: 0000-0002-5586-4805