

С.А. Николаенко^{1,2},
д.м.н., профессор, главный научный
сотрудник; директор

А.С. Трунилина²,
стоматолог-терапевт

А.И. Зубарев²,
к.м.н., стоматолог-терапевт

Л.А. Шапиро³,
доцент кафедры медицинской
и биологической физики

Т. Висснер⁴,
врач-стоматолог клиники стоматологии № 1

У. Лобауэр⁴,
доктор (PhD), профессор, клиника
стоматологии № 1

¹ НИИ медицинских проблем Севера
СО РАМН

² Профессорская стоматология (научно-
образовательный центр) «Зубник»,
Красноярск

³ Красноярский государственный
медицинский университет им. проф.
В.Ф. Войно-Ясенецкого

⁴ Фридрих-Александр Университет
Эрлангена-Нюрнберга, Германия

Сравнительная оценка способов удаления гидроксида кальция из корневых каналов зубов

Резюме. Уничтожение микроорганизмов в инфицированной системе корневых каналов необходимо для успешного эндодонтического лечения. Неполное удаление лекарственной вкладки негативно влияет на герметизирующие свойства пломбировочного материала. Целью данного исследования было проведение сравнительной оценки трех техник удаления гидроксида кальция из корневого канала. Протестировано шесть протоколов ирригации: обработка с помощью апикального мастер-файла, инструментов Canal Brush и пассивная ультразвуковая активация с попеременной ирригацией лимонной кислотой и гипохлоритом натрия объемами 2 и 4 мл с интервалами по 0,5 мл. Ни один из применяемых методов не был в состоянии полностью удалить гидроокись кальция. Обработка апикальным мастер-файлом выявила наихудшую эффективность очистки. Удаление лекарственного препарата посредством применения пассивной ультразвуковой активации с попеременной ирригацией дает удовлетворительную эффективность очистки (94%) и может быть рекомендовано для применения в клинической практике.

Ключевые слова: удаление гидроксида кальция, очистка микрощетками, ультразвуковая ирригация, внутриканальные препараты, ирригация, обработка корневых каналов

Summary. The elimination of microorganisms from an infected root canal system is essential for a successful endodontic treatment. An incomplete removal of the intracanal medication contributes to the insufficient interfacial sealing and therefore has to be avoided. The aim of this study was to assess and compare three techniques to remove the medical insert and to quantify their efficiency. Six different irrigation protocols to remove the calcium hydroxide insert were tested: the apical master file, the Canal Brush and the passive ultrasonic agitation, each with 2 ml and 4 ml combined syringe of sodium hypochlorite and citric acid in intervals of 0.5 ml. None of the applied irrigation techniques was capable of removing the medical insert completely. The apical master file showed the worst cleaning achievement. The passive ultrasonic agitation with a combined irrigation achieves a good cleaning efficiency (94%) and can be recommended.

Key words: calcium hydroxide removal, canalbrush technique, ultrasonic irrigation, intracanal medicament, irrigation, root canal treatment

Все эндодонтические патологии, требующие терапевтического лечения, обусловлены прежде всего микробиологическими причинами. При наличии стерильной среды ни в пульпе, ни в периапикальной области не возникает каких-либо патологических процессов. Источником периапикальных инфекционных поражений является микрофлора полости рта с ее многочисленными видами бактерий [1, 13]. Некроз пульпы может развиваться при обычном пульпите на основании разрыва сосудисто-нервного пучка вследствие травмы или воспалительного разложения тканей. При этом живущие во рту бактерии находят ниши в системе корневых каналов и дентинных канальцах, чтобы беспрепятственно размножаться. При некрозе пульпы остатками воспаленной

ткани инфицируется не только система корневых каналов, но и дентинные канальцы. Содержащиеся в них бактерии могут достичь эмалево-дентинной границы. Зубы, в корневом канале которых перед пломбированием все еще присутствуют бактерии, имеют значительно худший прогноз лечения, чем зубы с полностью стерильными каналами.

Названные выше цели эндодонтического лечения могут быть достигнуты путем максимального сокращения количества бактерий и предотвращения их дальнейшего размножения в системе корневых каналов. Уничтожение бактерий осуществляется с помощью хемомеханической подготовки корневого канала, а при инфицированных некрозах путем применения

лекарственного препарата. Изначально инфицированные корневые каналы можно почти полностью освободить от присутствия бактерий путем применения лекарственного препарата с гидроокисью кальция в течение 7 дней [7]. Для длительного сохранения результатов лечения корневых каналов огромное значение имеет герметичное пломбирование корневых каналов. Проблема заключается в том, что остатки гидроокиси кальция в полости канала негативно влияют на герметизирующие свойства пломбировочного материала, а следовательно, и на его адаптацию к стенкам корневого канала, т.е. на качество всего пломбирования [2]. По этой причине требуется как можно более полная очистка системы корневых каналов от гидроокиси кальция [11].

Существуют различные методы очистки корневых каналов от гидроокиси кальция [10]. Первичная механическая обработка никель-титановыми инструментами в сочетании с ирригацией является основой достижения максимальной дезинфекции системы корневых каналов и общепризнанным методом в обычной стоматологической практике. Гипохлорит натрия (NaOCl) сейчас является самым популярным средством для ирригации корневых каналов. Бактерицидный эффект NaOCl очень высок, и он действует против большинства эндопатогенов. Однако гипохлорит натрия в состоянии растворять только органические ткани. Смазанный слой состоит в основном из неорганических структурных компонентов, и поэтому не может быть удален с помощью NaOCl. Для этого его необходимо комбинировать с каким-либо хелатом, таким как ЭДТА или лимонная кислота, которые способны растворять органические ткани [7]. Основным эффектом лимонной кислоты заключается в удалении смазанного слоя после обработки корневого канала. Благодаря ее действию улучшается антибактериальный эффект дезинфицирующих ирригационных растворов, таких как NaOCl, в глубоком dentине. При ирригации с использованием ультразвука достигается гораздо более интенсивное сокращение количества бактерий, чем при мануальной ирригации [12]. Ультразвуковая ирригация используется и для удаления лекарственного препарата. Однако согласно современным исследованиям, даже этот метод не в состоянии полностью удалить из системы корневых каналов такие лекарственные препараты, как гидроокись кальция [3, 5, 8, 9].

Целью данного исследования было проведение сравнительной оценки трех техник удаления гидроокиси кальция, а также количественной оценки эффективности очистки корневых каналов.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Шестьдесят фронтальных, одноканальных верхних и нижних зубов человека с полностью сохраненной верхушкой были подготовлены и обработаны механическим способом с использованием инструментов FlexMaster до размера файла по ISO 40, конусность 06. При этом при смене инструментов проводилась непрерывная ирригация канала. На подготовленных для исследования зубах была удалена верхушка корня, все зубы были обработаны до длины 15 мм. В ортовестибулярном направлении были сделаны продольные канавки, выполненные отрезным диском (0,2 мм), которые образовали заданное место разлома для последующей криодеструкции. После этого верхушка корня каждого зуба была запечатана текучим композитом (Grandio Flow) во избежание возможного вытеснения лекарственного препарата при заполнении канала (рис. 1).

Лекарственный препарат замешивался отдельно, при этом использовалось одинаковое количество Calxyl (197 мг) и ^{14}C -глюкозы (5 мкл). Кроме этого, в полость зуба был вставлен гуттаперчевый штифт, после чего он был временно герметично закрыт текучим композитом, чтобы обеспечить сохранность лекарственного препарата и создать реальные условия на период его действия (рис. 2).

Масса заложеного в канал препарата Calxyl определялась как разность масс заполненного зуба и препарированного зуба с укороченным гуттаперчевым штифтом на высокоточных весах (модель R160P, Sartorius GmbH, Геттинген, Германия).

Зубы хранились в физиологическом растворе в течение семи дней при температуре 35°C для моделирования микросреды полости рта во время срока действия лекарственного препарата.

После этого было проведено рандомизированное разделение зубов на шесть групп, по десять зубов в каждой группе. В качестве техник ирригации использовались дополнительная инструментальная обработка с помощью апикального мастер-файла (FlexMaster, VDW Densply GmbH), инструментов Canal Brush фирмы Roeko и пассивная ультразвуковая активация наконечником ультразвукового скалера Piezon Master 600 (Electro Medical Systems GmbH) с попеременной ирригацией лимонной кислотой (40%) и гипохлоритом натрия (3%). Во всех методах ирригация проводилась объемами 2 и 4 мл порциями по 0,5 мл, при этом инструментальная обработка проводилась после первого и второго интервала ирригации. Каждая из сессий инструментальной обработки длилась около 20 секунд (см. таблицу).

В завершение все корневые каналы были просушены бумажными штифтами (размер по ISO 40,



Рис. 1. Подготовленный опытный образец зуба

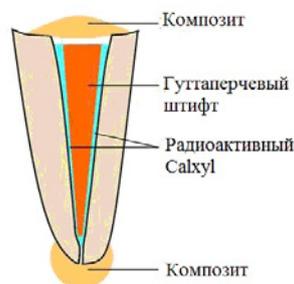


Рис. 2. Схематический разрез образца зуба

Разделение на группы и структура эксперимента

Группа	Подгруппа	ЛК, мл	Инструмент	NaOCl, мл	Инструмент	ЛК, мл	NaOCl, мл	ЛК, мл	NaOCl, мл	ЛК, мл	NaOCl, мл
1	A	0,5	Мастер-файл	0,5	Мастер-файл	0,5	0,5	—	—	—	—
	B	0,5	Мастер-файл	0,5	Мастер-файл	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
2	A	0,5	Canal Brush	0,5	Canal Brush	0,5	0,5	—	—	—	—
	B	0,5	Canal Brush	0,5	Canal Brush	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
3	A	0,5	ПУИ	0,5	ПУИ	0,5	0,5	—	—	—	—
	B	0,5	ПУИ	0,5	ПУИ	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5

Примечание. ЛК — лимонная кислота, ПУИ — пассивная ультразвуковая ирригация.

конусность 02). После полного высыхания корневых каналов, зубы примерно на 2 минуты опускали в жидкий азот, затем корни были разломаны по продольной оси так, чтобы все поверхности каналов стали доступными для скнтилляционной жидкости (рис. 3).

После этого фрагменты зубов были помещены в пластиковый адаптер с 10 мл скнтиллятора. Полученные стандартные образцы и пробы были измерены в жидком скнтилляционном счетчике LKB Wallac 1409 (EG&G Berthold, Бад Вильдбах, Германия). С помощью радиоактивной метки была рассчитана масса препарата, оставшегося в канале после удаления лекарственного препарата.

Статистическая оценка результатов измерений проводилась с помощью программного обеспечения SPSS 17.0. Данные представлены как среднее арифметическое (M) и стандартное отклонение (s). Проверка нормальности распределения количественных признаков

осуществлялась критерием Колмогорова — Смирнова. Сравнение значений эффективности удаления препарата внутри групп проводилось с помощью двухфакторного дисперсионного анализа с последующими множественными сравнениями (критерий Стьюдента — Ньюмана — Кейлса). Различия принимались статистически значимыми при $p < 0,05$.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

После того, как во всех 60 зубах было определено количество оставшегося в канале препарата Calxyl, была проведена оценка эффективности его удаления (рис. 4).

При удалении гидроокиси кальция в канале с помощью апикального мастер-файла с чередованием ирригации объемом 2 мл были обнаружены значительные остатки препарата. В среднем в канале осталось около $12 \pm 2,1\%$ Calxyl. Отдельные значения варьировали между 9,6 и 15,8%. Применение микрощеток Canal Brush с аналогичным объемом ирригации не выявило значимого различия от предыдущей группы ($11,7 \pm 2,3\%$, $p = 0,68$). Разброс отдельных значений составил от 8,6 до 15,3%. Лучшие результаты получены при удалении лекарственного препарата с помощью пассивной ультразвуковой ирригации — $9,1 \pm 2,2\%$ ($p = 0,007$). Отдельные значения варьировали между 6,2 и 12,5%. В работе Sarar I.D. и соавт. также показано, что пассивная ультразвуковая ирригация с растворами NaOCl и EDTA более эффективно удаляет гидроокись кальция в апикальной части корневого канала [4].

Проведение дополнительной попеременной ирригации объемом 2 мл (лимонная кислота и NaOCl в интервалах по 0,5 мл) существенно улучшило эффективность очистки. При применении апикального мастер-файла с чередованием ирригации объемом 4 мл остаток гидроокиси кальция в канале составил $8,5 \pm 2,04\%$. Значения варьировали между 5,4 и 11,3%. Применение микрощеток, как и в предыдущем случае, не привело к значимому улучшению эффективности очистки ($7,35 \pm 1,86\%$, $p = 0,22$). Все отдельные значения в этой группе были меньше 10%. В группе образцов, обработанных методом пассивной ультразвуковой ирригации с чередованием ирригации объемом 4 мл, была установлена наилучшая эффективность среди всех исследуемых в эксперименте методов. В среднем $6,16 \pm 1,77\%$ препарата осталось в канале



Рис. 3. Опытный образец зуба после криодеструкции

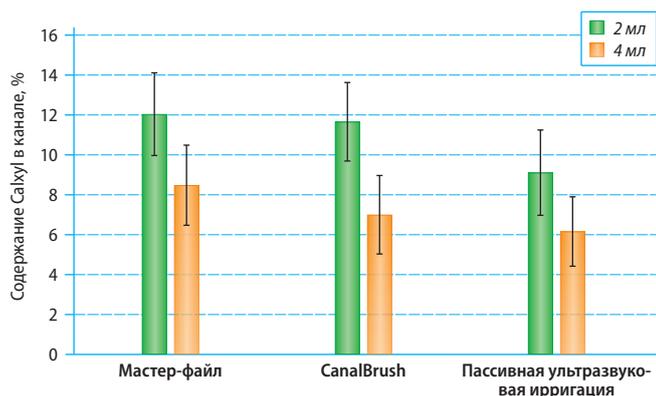


Рис. 4. Зависимость содержания гидроксида кальция в канале от объема ирригационного раствора при различных методах очистки

($p=0,04$). Вариативность отдельных значений составила 3,1–8,8%.

Таким образом, ни один из примененных методов не был в состоянии полностью удалить лекарственный препарат из корневого канала. Дополнительная инструментальная обработка апикальным мастер-файлом показала наихудшие результаты, при этом результаты инструментальной обработки Canal Brush были незначительно лучше. Эффективность очистки обеих техник обработки увеличилась примерно на 4% при удваивании объема попеременной ирригации с 2 до 4 мл. Поэтому следует ожидать улучшения эффективности очистки скорее от применяющихся объемов ирригации, чем от обеих техник инструментальной обработки.

Это согласуется с данными Gorduysus M. и соавт., выявившими, что эффективность очистки при применении апикального мастер-файла и комбинации мастер-файла с микрощетками Canal Brush при ирригации растворами NaOCl и EDTA отличается только в апикальной трети корня. В корональной и средней трети корня различий между способами очистки не наблюдается. Кроме этого, техника обработки микрощетками Canal Brush вызывает эффект блокирования $\text{Ca}(\text{OH})_2$ в области апекса [6].

Самым эффективным показал себя способ очистки канала пассивной ультразвуковой ирригацией. Эффективность очистки увеличилась до 94%. Это различие было ощутимым как при 2 мл, так и при 4 мл ирригационного раствора.

ЛИТЕРАТУРА:

1. **Боровский Е.В.** Клиническая эндодонтия. — М.: Стоматология, 2003.— 208 с.
2. **Николаенко С.А., Франкенбергер Р.** Влияние гидрооксида кальция на адгезию современных пломбирочных материалов. — *Клиническая стоматология*. — 2003; 4: 32—3.
3. **Balvedi R.P., Versiani M.A., Manna F.F., Biffi J.C.** A comparison of two techniques for the removal of calcium hydroxide from root canals. — *Int Endod J.* — 2010; 43: 763—8.
4. **Capar I.D., Ozcan E., Arslan H., Ertas H., Aydinbelge H.A.** Effect of different final irrigation methods on the removal of calcium hydroxide from an artificial standardized groove in the apical third of root canals. — *J Endod.* — 2014; 40(3): 451—4.
5. **Faria G., Viola K.S., Kuga M.C., Garcia A.J., Daher V.B., De Pasquali Leonardo M.F., Tanomaru-Filho M.** Effect of rotary instrument associated with different irrigation techniques on removing calcium hydroxide dressing. — *Microsc Res Tech.* — 2014; 77 (8): 642—6.
6. **Gorduysus M., Yilmaz Z., Gorduysus O., Atila B., Karapinar S.O.** Effectiveness of a new canal brushing technique in removing calcium hydroxide from the root canal system: A scanning electron microscope study. — *J Conserv Dent.* — 2012; 15 (4): 367—71.
7. **Haapasalo M., Shen Y., Quin W., Gao Y.** Irrigation in endodontics. — *DentClin North Am.* — 2010; 54: 291—312.
8. **Kenee D.M., Allemang J.D., Johnson J.D., Hellstein J., Nichol B.K.** A quantitative assessment of efficacy of various calcium hydroxide removal techniques. — *J Endod.* — 2006; 32(6): 563—5.
9. **Rödig T., Hirschleb M., Zapf A., Hülsmann M.** Comparison of ultrasonic irrigation and RinsEndo for the removal of calcium hydroxide and Ledermix paste from root canals. — *Int Endod J.* — 2011; 44 (12): 1155—61.
10. **Tasdemir T., Celik D., Er K., Yildirim T., Ceyhanli K.T., Yesilyurt C.** Efficacy of several techniques for the removal of calcium hydroxide medicament from root canals. — *Int Endod J.* — 2011; 44: 505—9.
11. **van der Sluis L.W., Wu M.K., Wesselink P.R.** The evaluation of removal of calcium hydroxide paste from an artificial standardized groove in the apical root canal using different irrigation methodologies. — *Int Endod J.* — 2007; 40 (6): 52—7.
12. **van der Sluis L.W., Versluis M., Wu M.K., Wesselink P.R.** Passive ultrasonic irrigation of the root canal: a review of the literature. — *Int Endod J.* — 2007; 40 (6): 415—26.
13. **Zirkel C., Schlichting R.** Antimikrobielles Konzept der modernen Endodontie. — *Der freie Zahnarzt.* — 2009; 5: 53—63.