

С.А. Николаенко<sup>1,2</sup>,  
д.м.н., профессор, главный научный  
сотрудник; директор

А.С. Трунилина<sup>2</sup>,  
стоматолог-терапевт

А.И. Зубарев<sup>2</sup>,  
к.м.н., стоматолог-терапевт

Л.М. Дубинина<sup>3</sup>,  
к.м.н., стоматолог-терапевт

Л.А. Шапиро<sup>4</sup>,  
доцент кафедры медицинской  
и биологической физики

Т. Висснер<sup>5</sup>,  
врач-стоматолог клиники стоматологии № 1

У. Лобауэр<sup>5</sup>,  
доктор (PhD), профессор клиники  
стоматологии № 1

<sup>1</sup> НИИ медицинских проблем Севера  
СО РАМН, Красноярск

<sup>2</sup> Профессорская стоматология, научно-  
образовательный центр «Зубник»,  
Красноярск

<sup>3</sup> Клиническая больница № 42  
(филиал СКЦ ФМБА), Зеленогорск

<sup>4</sup> Красноярский государственный  
медицинский университет  
им. проф. В.Ф. Войно-Ясенецкого

<sup>5</sup> Фридрих-Александр Университета  
Эрлангена-Нюрнберга, Германия

## Исследование эффективности удаления гидроксида кальция из системы корневых каналов инструментами различной конусности

**Резюме.** Неполное удаление лекарственной вкладки негативно влияет на герметизирующие свойства пломбировочного материала. Недостаточно герметичное закрытие корневых каналов способствует развитию повторной инфекции и, таким образом, может привести к неблагоприятному исходу эндодонтического лечения. Вследствие этого эффективное удаление гидроксида кальция из системы корневых каналов является существенно важным. Корневые каналы обрабатываются как ручными, так и вращающимися инструментами в сочетании с ирригацией различными растворами. Целью данного исследования было изучение влияния конусности инструментов на эффективность удаления гидроксида кальция из корневого канала. Препарирование корневых каналов осуществлялось с помощью апикального мастер-файла FlexMaster 40.06, K-римерами и H-файлами до финального размера 40 по ISO и машинной обработки файлом Reciproc размером 40, конусностью 06 и 04. Ни один из применяемых методов не был в состоянии полностью удалить гидроокись кальция. Наилучшие результаты достигнуты с применением апикального мастер-файла FlexMaster 40.06 с попеременной ирригацией лимонной кислотой и гипохлоритом натрия объемом 8 мл порциями по 0,5 мл и могут быть рекомендованы для применения в клинической практике.

**Ключевые слова:** удаление гидроксида кальция, внутриканальные препараты, ирригация, конусность, обработка корневых каналов

**Summary.** The incomplete removal of an intracanal medication may produce a leaking root canal filling. A lacking seal of the root canal filling results in bacterial reinfection, which might imply the failure in endodontic treatment. Accordingly, the effective removal of calcium hydroxide from the root canal system is of essential importance. The root canal is shaped with hand and rotary instruments under constant irrigation. Therefore, the aim of the present study was to investigate the influence of taper and different irrigation protocols on root canal cleanliness. Root canals prepared with the master apical file FlexMaster 40.06, K-rimers and H-files to final ISO-size 40, Reciproc rotary files to preparation size 40 and final taper 0.06 and 0.04 respectively. None of the applied irrigation techniques was able to remove the calcium hydroxide completely. Best results in vitro can be achieved with the master apical file FlexMaster 40.06 and irrigation volume of 8 ml sodium hypochlorite (NaOCl) and the citric acid solutions with sequences of 0.5 ml, which justifies a clinical recommendation.

**Key words:** calcium hydroxide removal, intracanal medicament, irrigation, tapers, root canal treatment

Первичным фактором возникновения поражения пульпы и периапикальной области является наличие бактерий [5, 10]. Поэтому конечной целью эндодонтического лечения является уничтожение бактерий в системе корневых каналов. Способность основательно очистить и придать нужную форму такой сложной

с анатомической точки зрения системе является определяющим фактором успешности эндодонтического лечения [1]. В настоящее время пока не представляется возможным уничтожить инфекцию в корневом канале только путем инструментальной обработки, поэтому между циклами очистки дополнительно применяются

химические растворы для ирригации, а также временные внутриканальные лекарственные средства [5, 6].

Все еще неясно, какой инструмент способен обеспечить максимальную эффективность очистки при препарировании [4]. Мнения по этому вопросу расходятся. Так во многих исследованиях было продемонстрировано, что конусность инструмента при выполнении препарирования каналов оказывает незначительное влияние на качество их очистки. Скорее всего, это связано с тем, что инструменты с большей конусностью кажутся неспособными в достаточной мере удалить смазанный слой в апикальной части канала [2]. По мнению С. Boutsioukis и соавт., обработка инструментами с большей конусностью оказывает непосредственное положительное влияние на поток ирригационного раствора в корневом канале. Поэтому они должны обеспечивать более эффективную очистку апикальной части корневого канала [3].

В настоящее время гипохлорит натрия (NaOCl) наиболее часто применяется для промывания корневых каналов. Причина предпочтения этого препарата заключается в широком спектре действия против грамположительных и грамотрицательных бактерий, а также сильный противогрибковый эффект. В то же время применение для ирригации одного только гипохлорита натрия не способно растворить неорганическую дентинную стружку и предотвратить либо уменьшить образование смазанного слоя [15]. Для оптимальной очистки необходимо использовать его в комбинации с другим раствором. Кроме того, к недостаткам также относится и то, что гипохлорит натрия ухудшает механические свойства и структуру дентина. Чем выше концентрация NaOCl, тем больше его негативный эффект [7]. В редких случаях гипохлорит натрия может также вызывать аллергическую реакцию. Осложнения после применения гипохлорита натрия как ирригационного раствора наиболее часто наступают, если раствор по ошибке выводится за апекс. Так как NaOCl не способен удалять неорганические компоненты смазанного слоя, то дополнительно к нему требуется применение комплексобразующего вещества. Для этой цели хорошо подходит лимонная кислота или ЭДТА [12].

В качестве временных лекарственных средств при лечении инфицированных корневых каналов применяются препараты с гидроокисью кальция [6]. Остатки временного внутриканального лекарственного средства препятствуют проникновению силеров в дентинные каналы и связыванию с дентином силеров на основе смол. Кроме того, они ухудшают герметичность корневой пломбы в апикальной части канала, что способствует развитию повторной инфекции и, таким образом,

может негативно повлиять на качество и успешность эндодонтического лечения [8, 10, 11].

Целью данного исследования являлось сравнение эффективности удаления гидроксида кальция из системы корневых каналов эндодонтическими инструментами различной конусности.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В эксперименте использовались 50 удаленных одноканальных, прямых передних зубов человека. Из исследования были исключены кариозные, сломанные и подвергавшиеся лечению зубы. Помимо этого, экспериментальные зубы должны были демонстрировать полное завершение процесса роста и полностью сохранившуюся верхушку корня.

Все зубы были укорочены до одной длины, дополнительно в них были сделаны продольные канавки. Затем они были заполнены пастой Calxyl (42% гидроксида кальция, OCO-Präparate, Германия), меченой радиоактивной  $^{14}\text{C}$ -глюкозой с гуттаперчевым штифтом (рис. 1). В завершение все экспериментальные зубы были герметично запечатаны в коронковой части белым, непрозрачным, текучим композитом Grandio Flow (VOCO, Германия) и на 7 дней помещены в раствор «Йоностерил» (изотонический и изоионный электролитный раствор, содержащий ионы натрия, калия, кальция, магния, хлора в физиологически оптимальном соотношении) при температуре  $+35^\circ\text{C}$ .

При завершении периода инкубации каждый зуб был обработан ирригационным раствором. После удаления пасты Calxyl и сушки корневого канала все зубы были заморожены в жидком азоте и разломаны вдоль предварительно высверленных канавок так, чтобы все поверхности каналов были доступными для сцинтилляционной жидкости. Частота импульсов в остатках радиоактивно меченой пасты измерялась в сцинтилляционном счетчике LKB Wallac 1409 (EG&G Berthold, Германия).

Для исследования влияния техники ирригации использовалась инструментальная обработка с помощью апикального мастер-файла (FlexMaster, VDW Densply), с попеременной ирригацией водными растворами 40% лимонной кислоты и 3% гипохлорита натрия 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 с (табл. 1).

Для оценки влияния конусности инструментов три группы по десять зубов обрабатывались различными способами. В I группе препарирование каналов

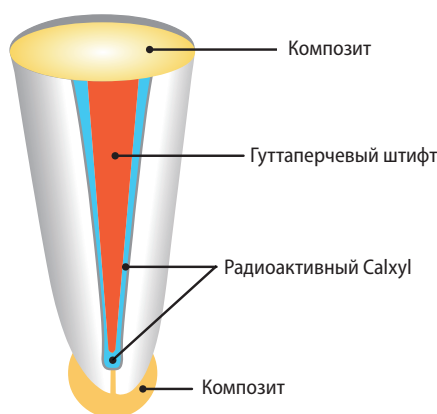


Рис. 1. Схематический разрез образца зуба

Таблица 1. Разделение на группы при исследовании влияния техники ирригации

Объем ирригационного раствора, мл	ЛК, мл	Инструмент	NaOCl, мл	Инструмент	ЛК, мл	NaOCl, мл	ЛК, мл	NaOCl, мл	ЛК, мл	NaOCl, мл
2 (10 образцов)	0,5	Мастер-файл	0,5	Мастер-файл	0,5	0,5	—	—	—	—
4 (10 образцов)							0,5	0,5	0,5	0,5

Примечание: ЛК — лимонная кислота.

проводилось с помощью машинной обработки файлами FlexMaster до ISO-размера апикального мастер-файла 40, конусностью 06. Во II группе препарирование каналов проводилось путем ручной обработки металлическими инструментами, стандартизированными по ISO. При этом использовались К-римеры и Н-файлы ISO-размерами 15, 20, 25, 30 и 35 до финального ISO-размера 40. Каналы 10 оставшихся зубов (III группа) подвергались машинной обработке файлом Reciproc размером 40. Здесь конусность на первых миллиметрах апикальной части составляла 06, цервикальной части — 04. Рабочая длина устанавливалась на 1 мм до апекса. Независимо от методики препарирования каналов, для удаления дентинной стружки при каждой смене инструмента применяли промывание лимонной кислотой и гипохлоритом натрия. Заключительное промывание проводилось после использования последнего файла (2 мл 40% лимонной кислоты, 2 мл 3% NaOCl, 0,5 мл 70% этилового спирта). Затем для сушки корневых каналов использовались бумажные штифты ISO-размером 40, после чего для проверки проходимости каналов использовался К-файл ISO-размером 10.

Статистическая оценка результатов измерений проводилась с помощью программного обеспечения SPSS 17.0. Проверка нормальности распределения количественных признаков осуществлялась критерием Колмогорова—Смирнова с поправкой Лилиефорса. Сравнение остатков лекарственного препарата между группами проводилось с помощью критерия Стьюдента для независимых выборок и однофакторного дисперсионного анализа с последующими множественными сравнениями (критерий Геймса — Хоуэлла). Различия принимались статистически значимыми при  $p < 0,05$ .

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

При удалении гидроксида кальция в канале с помощью апикального мастер-файла с чередованием ирригации объемом 2 мл были обнаружены значительные остатки препарата (табл. 2). В среднем в канале осталось около

Таблица 2. Зависимость содержания гидроксида кальция в канале от объема ирригационного раствора при применении апикального мастер-файла (в %)

Объем ирригационного раствора, мл	Среднее значение	Разброс значений	Значимость различий, $p$
2	12,04±2,11	9,6—15,8	0,0012
4	8,48±2,04	5,4—11,3	

12% пасты Calxyl. Проведение дополнительной попеременной ирригации объемом 2 мл (лимонная кислота и гипохлорит натрия в интервалах по 0,5 мл) существенно улучшило эффективность очистки. При применении апикального мастер-файла с чередованием ирригации объемом 4 мл остаток гидроксида кальция в канале составил 8,5%. Поэтому следует ожидать улучшения эффективности очистки в зависимости от применяющихся объемов ирригации.

При оценке влияния конусности инструментов общий объем ирригационного раствора был увеличен до 8 мл. В качестве раствора для финального промывания канала хорошо зарекомендовал себя этиловый спирт концентрацией 70%. Он подсушивает систему корневых каналов и благодаря своему низкому поверхностному натяжению обеспечивает диффузию в латеральные каналы [14].

При препарировании корневого канала конусность мастер-файла оказывает определенное влияние на эффективность очистки после применения гидроксида кальция (рис. 2).

Статистическая оценка демонстрирует значительную разницу между результатами очистки корневого канала, препарированного до размера файла 40.02 ручными инструментами, стандартизированными по ISO, и результатами очистки корневого канала, препарированного до размера файла 40.06, инструментами FlexMaster. Препарирование каналов по ISO показало среднее остаточное количество пасты Calxyl в корневом канале  $11,76 \pm 4,86\%$ , а препарирование каналов

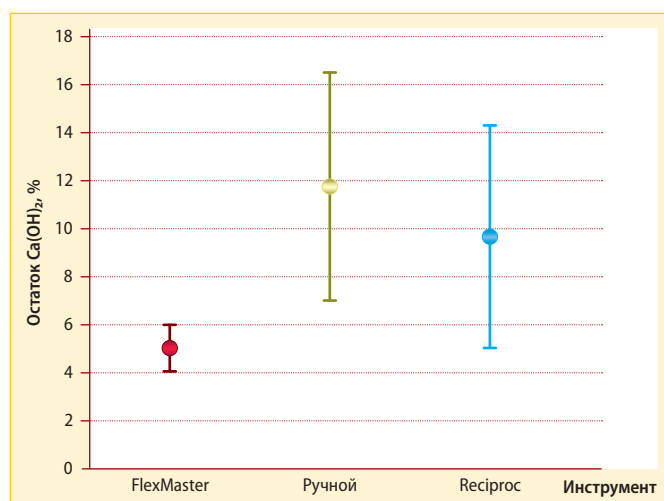


Рис. 2. Содержание гидроксида кальция в канале после применения различных методик препарирования

инструментами FlexMaster соответственно  $5,03 \pm 1,08\%$  ( $p=0,004$ ). Количество остатков варьировало от 3,7 до 7,4%. Остаточное количество пасты Calxyl в корневом канале после обработки файлом Reciproc 40 составило  $9,67 \pm 4,69\%$  и также продемонстрировало значительную разницу с образцами, обработка которых проводилась инструментами FlexMaster ( $p=0,03$ ). В этой группе также наблюдался большой разброс отдельных значений (от 2,5 до 15,9%), как и в случае обработки ручными инструментами (от 4,1 до 17,7%), поэтому статистической значимости различий не было выявлено ( $p=0,6$ ).

## ВЫВОДЫ

По всей видимости, большая конусность инструментов позволяет достичь лучшей эффективности очистки. Это согласуется с исследованиями С. Boutsoukis и соавт. (2010), I.S Arvaniti, M.G. Khabbaz (2011), которые также установили более высокую эффективность очистки при применении инструментов с большей конусностью. Однако в данных работах проверяли эффективность очистки от дентинной стружки или смазанного слоя. В других исследованиях по удалению гидроксида

кальция корневые каналы препарировались в соответствии со стандартами, поэтому влияние конусности здесь нельзя было оценить [9, 11, 13].

Таким образом, ни одна из применяемых методик препарирования корневых каналов не позволила полностью удалить лекарственный препарат гидроксида кальция. Эффективность удаления временного внутриканального лекарственного средства из корневого канала напрямую связана с конусностью финального инструмента при подготовке корневых каналов. Чем больше конусность, тем выше эффективность очистки применяемым объемом ирригационных растворов. При общем объеме ирригации 8 мл применение всех методик препарирования корневых каналов позволило достичь хороших результатов *in vitro*. В клинической практике ирригация таким количеством ирригационного раствора является очень затратной по времени, но тем не менее такая ирригация выполнима и прежде всего эффективна. Необходимо также учитывать, что увеличение конусности инструмента неминуемо приводит к увеличению объема потери корневого дентина, что также свидетельствует в пользу более продолжительной и обильной ирригации.

## ЛИТЕРАТУРА:

1. Боровский Е.В. Клиническая эндодонтия. — М.: Стоматология, 2003. — 208 с.
2. Arvaniti I.S., Khabbaz M.G. Influence of root canal taper on its cleanliness: a scanning electron microscopic study. — *J Endod.* — 2011; 37: 871—4.
3. Boutsoukis C., Gogos C., Verhaagen B. et al. The effect of apical preparation size on irrigant flow in root canals evaluated using an unsteady Computational Fluid Dynamics model. — *Int Endod J.* — 2010; 43: 874—81.
4. Bürklein S., Hinschitzka K., Dammasczke T. et al. Shaping ability and cleaning effectiveness of two single-file systems in severely curved root canals of extracted teeth: Reciproc and WaveOne versus Mtwo and ProTaper. — *Int Endod J.* — 2012; 45: 449—61.
5. Guerreiro-Tanomaru J.M., Chula D.G., de Pontes Lima R.K. et al. Release and diffusion of hydroxyl ion from calcium hydroxide-based medicaments. — *Dent Traumatol.* — 2012; 28 (4): 320—3.
6. Haapasalo M., Shen Y., Quin W. et al. Irrigation in endodontics. — *Dent Clin North Am.* — 2010; 54 (2): 291—312.
7. Hu X., Peng Y., Sum C.P., Ling J. Effects of concentrations and exposure times of sodium hypochlorite on dentin deproteinization: attenuated total reflection Fourier transform infrared spectroscopy study. — *J Endod.* — 2010; 36 (12): 2008—11.
8. Kim S.K., Kim Y.O. Influence of calcium hydroxide intracanal medication on apical seal. — *Int Endod J.* — 2002; 35: 623—8.
9. Lambrianidis T., Kosti E., Boutsoukis C., Mazinis M. Removal efficacy of various calcium hydroxide/chlorhexidine medicaments from the root canal. — *Int Endod J.* — 2006; 39 (1): 55—61.
10. Mohammadi Z., Dummer P.M. Properties and applications of calcium hydroxide in endodontics and dental traumatology. — *Int Endod J.* — 2011; 44 (8): 697—730.
11. Rödig T., Döllmann S., Konietzschke F. et al. Effectiveness of different irrigant agitation techniques on debris and smear layer removal in curved root canals: a scanning electron microscopy study. — *J Endod.* — 2010; 36 (12): 1983—7.
12. Tuncer K.A., Tuncer S. Effect of different final irrigation solutions on dentinal tubule penetration depth and percentage of root canal sealer. — *J Endod.* — 2012; 38 (6): 860—3.
13. Van der Sluis L.W.M., Gambarini G., Wu M.K. et al. The influence of volume, type of irrigant and flushing method on removing artificially placed dentine debris from the apical root canal during passive ultrasonic irrigation. — *Int Endod J.* — 2006; 39 (6): 472—6.
14. Wilcox L.R., Wiemann A.H. Effect of a final alcohol rinse on sealer coverage of obturated root canals. — *J Endod.* — 1995; 21 (5): 256—8.
15. Zehnder M. Root canal irrigants. — *J Endod.* — 2006; 32 (5): 389—98.