



Сравнение устойчивости к циклической усталости и формирующей способности двух однофайловых реципрокных систем в изогнутых каналах

Ezgi Doğanay Yıldız,¹ Hakan Arslan,² Meltem Sümbüllü,² Mine Büker,²
İbrahim Şevki Bayraktar,³ Ertuğrul Karataş,² Muhammet Akif Sümbüllü⁴

¹Кафедра эндодонтии, Университет Кырыккале, факультет стоматологии, Кырыккале, Турция

²Кафедра эндодонтии, Университет Ататюрк, факультет стоматологии, Эрзурум, Турция

³Кафедра диагностической стоматологии и радиологии, Университет Османгази, факультет стоматологии, Эскишехир, Турция

⁴Кафедра диагностической стоматологии и радиологии, Университет Ататюрк, Эрзурум, Турция

Цель: оценить устойчивость к циклической усталости в имитированных каналах, а также перенос, центрирующую способность и время препарирования двух однофайловых реципрокных систем в изогнутых каналах нижних моляров.

Методы: испытаны инструменты Reciproc и NiC (размер 25) в стальных каналах с радиусом 3 мм и углом изгиба 60° (n=20). Зарегистрировано время излома в секундах. В дальнейшем 20 мезиальных корневых каналов нижних моляров с углами изгиба 35°–70° и радиусами 2–6 мм обработаны инструментами NiC и Reciproc. Проведена конусно-лучевая компьютерная томография перед обработкой и после нее. Рассчитаны перенос корневого канала и коэффициент центрирования, данные проанализированы с помощью теста независимых выборок t (p=.05).

Результаты: между инструментами Reciproc и NiC в отношении циклической усталости значительных различий не обнаружено (p>.05). На уровнях 3, 5 и 7 мм не было значительного расхождения в переносе корневого канала и коэффициенте центрирования между группами (p>.05).

Вывод: в рамках данного исследования значения циклической усталости, перенос корневого канала и коэффициент центрирования инструментов NiC и Reciproc аналогичны.

Ключевые слова: центрирующая способность; циклическая усталость; возвратно-поступательное движение; инструментальная обработка корневого канала; перенос канала.

Производство и распространение никель-титановых (NiTi) вращательных инструментов стало возможным в начале 1990-х гг. Несмотря на свои преимущества никель-титановые инструменты могут ломаться внутри канала без каких-либо признаков.^[1] Циклическая усталость и усталость при кручении – главные механизмы излома NiTi инструментов.^[2] Разрушение при кручении происходит, когда часть инструмента оказывается зажатой в дентине.^[3] Излом инструмента от циклической усталости происходит, когда инструмент

свободно вращается в изгибе, создавая циклы растяжения/сжатия в области максимального изгиба, пока не происходит излом.^[1]

Другая проблема – перенос корневого канала, который может происходить при инструментальной обработке в изогнутых каналах.^[4] Внутри изогнутого корневого канала инструмент склонен восстанавливать исходную форму.^[5] Несколько исследований показали, что гибкие NiTi инструменты давали более центрованную обработку канала,

Correspondence: Dr. Ezgi Doğanay Yıldız. Kırıkkale Diş hekimliği Fakültesi, Endodonti Anabilim Dalı, Kırıkkale, Turkey.

Tel: +90 318 – 224 49 27 **e-mail:** dtezigidoganay@gmail.com

Submitted: February 25, 2017 **Accepted:** June 12, 2017

©2017 Turkish Endodontic Society



чем негибкие стальные ручные файлы.^[6,7]

Технологические достижения в NiTi инструментах привели к новым концепциям их применения, другой кинематике и улучшенным сплавам, что повысило устойчивость инструментов к циклической усталости. Reciproc (VDW, Мюнхен, Германия) – никель-титановая однофайловая система, изготовленная по технологии M-Wire. Она разработана для использования в возвратно-поступательном движении. Срок службы инструментов и их устойчивость к усталости увеличиваются при таком движении в сравнении с показателями при непрерывном вращательном движении.^[8-10] Недавно изготовлен новый NiTi инструмент NIC (Shenzhen Superline Technology Co., Ltd; Гуандун, Китай) для применения в возвратно-поступательном движении. Он рассчитан для препарирования в направлении против часовой стрелки, как инструменты Reciproc. По нашим сведениям, доступных исследований, сравнивающих циклическую усталость и перенос корневого канала инструментов NIC и Reciproc, нет. Следовательно цель данного исследования – оценить устойчивость к циклической усталости в имитированных каналах, а также перенос, способность к центрированию и время препарирования двух однофайловых реципрокных систем в изогнутых каналах нижних моляров с помощью конусно-лучевой компьютерной томографии (КЛКТ). Нулевая гипотеза заключается в отсутствии значительных различий между группами в отношении (1) циклической усталости, (2) переноса корневого канала, (3) способности к центрированию и (4) времени препарирования.

Материалы и методы

Циклическая усталость

Испытана (n=20) циклическая усталость реципрокных инструментов Reciproc R25 (VDW, Мюнхен, Германия) и V-file NIC размера 25 (Shenzhen Superline Technology Co., Ltd; Гуандун, Китай). Каждый инструмент осмотрен на предмет дефектов и деформаций перед экспериментом под стереомикроскопом (Novex, Арнем, Нидерланды). Дефектных инструментов не найдено.

Для тестирования циклической усталости использовался тот же аппарат, что у Larsen, Watanabe.^[11] Искусственный канал выполнен в блоке из нержавеющей стали с внутренним диаметром 1,5 мм, углом изгиба 60° и радиусом изгиба 3 мм. Принята стандартная рабочая длина 19 мм для всех инструментов. Каналы покрыты стеклом, чтобы предотвратить выскользывание инструментов. Для снижения трения файла при контакте со стенками искусственного канала использовалось смазочное масло (KaVo Spray; KaVo Dental GmbH, Биберах, Германия). Во всех группах инструмент приводился в движение электромотором (Satelec Endo Dual, Acteon, Франция), который позволяет изменять и настраивать углы возвратно-поступательного движения в обоих направлениях вращения. Задан угол возвратно-поступательного движения 150° против часовой стрелки и 30° по часовой

(угол хода вперед для каждого движения составлял 120°) при 300 об/мин для инструментальной обработки.

Инструменты использовались до излома. Время излома регистрировалось в секундах. После того, как инструмент был расположен в канале, запускался мотор и отсчет времени. В момент излома инструмента отсчет времени останавливался.

Перенос канала, центрирующая способность и время препарирования

Первые нижние моляры выбраны из набора зубов, удаленных по причинам, не связанным с данным исследованием. До использования зубы хранились в дистиллированной воде. Начальный критерий включения – визуальный изгиб в мезиальном корне зуба. С зубов удалялась коронка и отделялся дистальный корень. Затем зубы фиксировались в силиконовом оттискном материале и нумеровались. Мезиальные корни сканировались КЛКТ сканером (New-Tom FP QR-DVT 9000 Верона, Италия), а полученные снимки проанализированы с помощью ПО для анализа изображений (ImageJ; <http://imagej.nih.gov/ij/>) для определения изгиба и радиуса. Проведены прямые линии одной длины от апикальной и корональной области. Отмечены средние точки линий, вокруг них нарисованы окружности. Измерены их радиусы, угол между линиями записан как угол изгиба.

В исследование включены корни с углами изгиба 35-70° и радиусами 2-6 мм. Согласно этим критериям 20 образцов отобраны для исследования и назначены в зависимости от изгиба и радиуса в две процедуры формирования корневого канала (n=10). Односторонний дисперсионный анализ показал отсутствие значительного межгруппового расхождения в изгибах и радиусах каналов ($p > .05$).

Определена рабочая длина каналов введением K-файла #10 (Dentsply Maillefer) в конечную точку канала, из этого показателя вычли 1 мм. Каждый инструмент использован в одном корневом канале. Инструментальная обработка канала выполнялась реципрокными инструментами Reciproc R25 (VDW) или NIC size 25 (Shenzhen Superline Technology Co., Ltd). Также записано время препарирования для групп.

По завершении инструментальной обработки каналов корни помещались в тот же силиконовый оттискный материал, что использовался перед обработкой. Выполнено сканирование со снимками на 3, 5 и 7 мм от апикальной конечной точки корня до и после обработки. Перенос корневого канала рассчитывался на каждом уровне по следующей формуле, описанной Gambill, Alder:^[12] $(x_1 - x_2) - (y_1 - y_2)$. x_1 и x_2 означают кратчайшее мезиальное расстояние от внешней поверхности

изогнутого корня до периферии необработанного и обработанного канала соответственно; y_1 и y_2 - кратчайшее дистальное расстояние от внешней поверхности изогнутого корня до периферии необработанного и обработанного канала соответственно. Коэффициент центрирования канала на каждом уровне рассчитан по следующей формуле:^[12] $(x_1-x_2)/(y_1-y_2)$ или $(y_1-y_2)/(x_1-x_2)$.

Статистический анализ

Данные проанализированы с помощью теста независимых выборок ($p=0.05$). Поскольку было лишь одно сравнение, применен уровень значимости $p<0.05$ без корректировки Бонферрони. Статистический анализ выполнен в программе IBM® SPSS® Statistics 20 (IBM SPSS Inc., Чикаго, США) со степенью достоверности 95% ($p=0.05$).

Результаты

Циклическая усталость

Среднее время до излома составило $1087,6 \pm 91,92$ с в группе Recipro и $1080,6 \pm 52,69$ с в группе NIC. Отсутствует значительное расхождение между Recipro и NIC instruments в отношении циклической усталости ($p>0.05$) (Таблица 1).

Перенос, центрирующая способность и время препарирования

В Таблице 2 показаны значения переноса корневого канала и коэффициента центрирования на уровне 3, 5 и 7 мм для групп. На этих трех уровнях нет значительного расхождения в переносе корневого канала и коэффициенте центрирования между группами ($p>0.05$). Ни в одной из групп при инструментальной обработке не происходили изломы инструмента. Среднее и стандартное отклонение времени препарирования составило $1,05 \pm 0,43$ мин для Recipro и $1,16 \pm 0,71$ мин для NIC. Во времени препарирования между группами Recipro и NIC значительного различия нет ($p<0.05$).

Обсуждение результатов

КЛКТ - неинвазивный и надежный метод оценки геометрии корневого канала.^[13] Предыдущие исследования подтвердили пользу КЛКТ в оценке эффективности вращательных систем в отношении геометрии корневого канала.^[14,15]

Согласно результатам принята нулевая гипотеза, поскольку между группами не обнаружены статистически значимые расхождения в отношении циклической усталости, переноса корневого канала, центрирующей способности и времени препарирования ($p>0.05$). В доступных источниках нет информации о циклической усталости и переносе корневого канала в отношении сравнения NIC и других инструментов. По нашим сведениям, эти инструменты не сравнивались ни в одном исследовании. Следовательно, нужно провести дальнейшие исследования с аналогичными условиями эксперимента для дополнительной оценки результатов.

Kiefner, Van^[10] сравнили устойчивость к циклической усталости двух геометрически аналогичных NiTi инструментов, используемых в условиях, аналогичных клиническому применению, в реципрокном и непрерывном вращательном движении. Они применили имитацию канала в стальном блоке с диаметром 1,4 мм, углом изгиба 60° и радиусом изгиба 5 мм. По результатам, время на излом инструмента Recipro 25 составило 2066,4 с. В настоящем исследовании среднее время до излома в группе Recipro равнялось $1087,6 \pm 91,92$ с. Различие может быть обусловлено различными причинами, наиболее вероятная – использование канала с другим диаметром и радиусом изгиба.

Для оценки устойчивости к циклической усталости NiTi инструментов применялись различные методы.^[11,16] Во многих отчетах для оценки циклической усталости NiTi инструментов применялась имитация канала в стальном блоке.

Таблица 1. Среднее время излома и длина фрагмента для групп. Между группами нет статистически значимого расхождения в отношении среднего времени до излома ($p>0.05$).

Бренд	n	Среднее время излома (с)	Стандартное отклонение	Длина фрагмента (мм)	Стандартное отклонение
Recipro	20	1087.6	91.9	15.1	0.68
NIC	20	1080.6	52.6	15.06	0.08

Таблица 2. Средние значения переноса корневого канала (мм) и коэффициента центрирования испытанных групп. Между группами нет значительных различий в значениях переноса и центрирования каналов на любых уровнях ($p>0.05$).

Группа	Переменная	3 мм	5 мм	7 мм
NIC	Перенос	0.110±0.128	0.110±0.128	0.100±0.105
	Центрирование	0.000±0.000	0.041±0.131	0.143±0.198
Recipro	Перенос	0.050±0.108	0.100±0.105	0.130±0.133
	Центрирование	0.214±0.304	0.173±0.213	0.116±0.211

[17–19] В настоящем исследовании аналогично применялся имитированный канал в стальном блоке. Plotino, Grande^[20] отмечали, что выпуклый цилиндр контактирует с коническим инструментом непредсказуемым образом, в связи с чем инструмент может входить свободно, а радиус и угол изгиба могут быть неоднородны. В результате трудно точно управлять глубиной инструмента в таких устройствах, так что точка инструмента, находящаяся в центре изгиба, может постоянно меняться.^[10] Поэтому экспериментальная конструкция с использованием имитации канала в стальном блоке не может имитировать клинические условия. Несмотря на недостатки такой экспериментальной конструкции, по результатам настоящего исследования длина фрагмента равна примерно 15 мм для обеих марок инструментов.

В настоящем исследовании оценены циклическая усталость и перенос корневого канала для инструментов NIC и Reciproc. Инструменты NIC и Reciproc имеют схожие значения циклической усталости. Кроме того, инструменты Reciproc и NIC образовали аналогичный перенос корневого канала при препарировании мезиальных каналов нижнечелюстных моляров. Следует проводить дальнейшие исследования по сравнению реципрокных инструментов Reciproc и NIC в удалении обломков или образовании дентинных трещин.

Заключение

В рамках данного исследования, инструменты NIC и Reciproc имеют схожие значения циклической усталости. Перенос корневого канала и коэффициент центрирования NIC аналогичны значениям инструмента Reciproc.

Благодарности

Авторы отказываются от любых конфликтов интересов, связанных с данным исследованием.

Конфликты интересов: Не заявлено.

Источники

- Sattapan B, Nervo GJ, Palamara JE, Messer HH. Defects in rotary nickel-titanium files after clinical use. *J Endod* 2000;26:161–5. [\[CrossRef\]](#)
- Berutti E, Chiandussi G, Paolino DS, Scotti N, Cantatore G, Castellucci A, et al. Canal shaping with WaveOne Primary reciprocating files and ProTaper system: a comparative study. *J Endod* 2012;38:505–9. [\[CrossRef\]](#)
- Peters OA, Barbakow F. Dynamic torque and apical forces of ProFile.04 rotary instruments during preparation of curved canals. *Int Endod J* 2002;35:379–89. [\[CrossRef\]](#)
- Roane JB, Sabala CL, Duncanson MG Jr. The “balanced force” concept for instrumentation of curved canals. *J Endod* 1985;11:203–11. [\[CrossRef\]](#)
- Weine FS, Kelly RF, Bray KE. Effect of preparation with endodontic handpieces on original canal shape. *J Endod* 1976;2:298–303. [\[CrossRef\]](#)
- Gergi R, Rjeily JA, Sader J, Naaman A. Comparison of canal transportation and centering ability of twisted files, Pathfile-ProTaper system, and stainless steel hand K-files by using computed tomography. *J Endod* 2010;36:904–7.
- Short JA, Morgan LA, Baumgartner JC. A comparison of canal centering ability of four instrumentation techniques. *J Endod* 1997;23:503–7. [\[CrossRef\]](#)
- Plotino G, Grande NM, Testarelli L, Gambarini G. Cyclic fatigue of Reciproc and WaveOne reciprocating instruments. *Int Endod J* 2012;45:614–8. [\[CrossRef\]](#)
- De-Deus G, Moreira EJ, Lopes HP, Elias CN. Extended cyclic fatigue life of F2 ProTaper instruments used in reciprocating movement. *Int Endod J* 2010;43:1063–8.
- Kiefner P, Ban M, De-Deus G. Is the reciprocating movement per se able to improve the cyclic fatigue resistance of instruments? *Int Endod J* 2014;47:430–6. [\[CrossRef\]](#)
- Larsen CM, Watanabe I, Glickman GN, He J. Cyclic fatigue analysis of a new generation of nickel titanium rotary instruments. *J Endod* 2009;35:401–3. [\[CrossRef\]](#)
- Gambill JM, Alder M, del Rio CE. Comparison of nickel-titanium and stainless steel hand-file instrumentation using computed tomography. *J Endod* 1996;22:369–75.
- Elnaghy AM, Elsaka SE. Evaluation of root canal transportation, centering ratio, and remaining dentin thickness associated with ProTaper Next instruments with and without glide path. *J Endod* 2014;40:2053–6. [\[CrossRef\]](#)
- Hashem AA, Ghoneim AG, Lutfy RA, Foda MY, Omar GA. Geometric analysis of root canals prepared by four rotary NiTi shaping systems. *J Endod* 2012;38:996–1000.
- Hartmann MS, Barletta FB, Camargo Fontanella VR, Vanni JR. Canal transportation after root canal instrumentation: a comparative study with computed tomography. *J Endod* 2007;33:962–5. [\[CrossRef\]](#)
- Zinelis S, Darabara M, Takase T, Ogane K, Papadimitriou GD. The effect of thermal treatment on the resistance of nickel-titanium rotary files in cyclic fatigue. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2007;103:843–7.
- Bouska J, Justman B, Williamson A, DeLong C, Qian F. Resistance to cyclic fatigue failure of a new endodontic rotary file. *J Endod* 2012;38:667–9. [\[CrossRef\]](#)
- Pedullà E, Grande NM, Plotino G, Palermo F, Gambarini G, Rapisarda E. Cyclic fatigue resistance of two reciprocating nickel-titanium instruments after immersion in sodium hypochlorite. *Int Endod J* 2013;46:155–9. [\[CrossRef\]](#)
- Capar ID, Kaval ME, Ertas H, Sen BH. Comparison of the cyclic fatigue resistance of 5 different rotary pathfinding instruments made of conventional nickel-titanium wire, M-wire, and controlled memory wire. *J Endod* 2015;41:535–8.
- Plotino G, Grande NM, Cordaro M, Testarelli L, Gambarini G. A review of cyclic fatigue testing of nickel-titanium rotary instruments. *J Endod* 2009;35:1469–76. [\[CrossRef\]](#)