



# Оптимизация сложного эндодонтического лечения никель-титановыми файлами мартенситной и аустенитной модификации

Д.А. Останина ✉, Ю.А. Митронин , Д.В. Анисимова , А.В. Митронин 

Российский университет медицины, г. Москва, Российская Федерация

✉ [dianaostanina@mail.ru](mailto:dianaostanina@mail.ru)

## Резюме

**ВВЕДЕНИЕ.** Никель-титановые сплавы (NiTi) и дизайн режущих граней эндодонтических инструментов продолжают революционировать. Помимо вариаций в конструкции никель-титановых файлов, производители внедрили несколько запатентованных производственных процедур обработки для улучшения их механических свойств.

**ЦЕЛЬ.** Повышение качества механической обработки сильно искривленных корневых каналов на основании данных лабораторно-экспериментальных исследований ротационных эндодонтических инструментов из никель-титановых сплавов различной модификации.

**МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ.** В рамках проведенных исследований были изучены следующие эндодонтические системы вращающихся файлов при препарировании сильно искривленных корневых каналов: группа 1 – Mtwo (VDW); группа 2 – Race Evo (FKG), группа 3 – Ultrataper next (Eurofile). Был проведен металлографический анализ инструментов, оценка морфологического строения дентина корня после инструментальной обработки методом сканирующей электронной микроскопии, а также анализ количества экструдированных за вершущку опилок.

**РЕЗУЛЬТАТЫ.** Инструменты групп 2 и 3 продемонстрировали значительные ухудшения после трех раз применения. У файлов Mtwo выявлено статистически более высокое количество повреждений поверхности после пятикратного использования ( $p < 0,05$ ). Наименьшее количество экструдированного дентина было выявлено в группе 2 исследования, в то время как наибольшее количество иррегуляций корневого дентина было выявлено в группах 1 и 3 исследования ( $p < 0,001$ ).

**ВЫВОДЫ.** Была выявлена различная степень повреждения поверхности инструментов в зависимости от количества обработанных корневых каналов. Наиболее безопасной и эффективной эндодонтической системой для механического препарирования сильно искривленных корневых каналов является Race EVO.

**Ключевые слова:** мартенсит, аустенит, Mtwo, Race Evo, Ultrataper next, искривленные корневые каналы

**Информация о статье:** поступила – 15.12.2023, исправлена – 31.01.2024, принята – 9.02.2024.

**Конфликт интересов:** А.В. Митронин является членом редакционной коллегии, однако, это было нивелировано в процессе двойного слепого рецензирования.

**Благодарности:** финансирование и индивидуальные благодарности для декларирования отсутствуют.

**Для цитирования:** Останина Д.А., Митронин Ю.А., Анисимова Д.В., Митронин А.В. Оптимизация сложного эндодонтического лечения никель-титановыми файлами мартенситной и аустенитной модификации. *Эндодонтия Today*. 2024;22(1):4–10. <https://doi.org/10.36377/ET-0004>

## Optimization of difficult endodontic treatment with nickel-titanium files in martensitic and austenitic phase

Diana A. Ostanina ✉, Yuriy A. Mitronin , Daria V. Anisimova , Alexander V. Mitronin 

Russian University of Medicine, Moscow, Russian Federation

✉ [dianaostanina@mail.ru](mailto:dianaostanina@mail.ru)

## Abstract

**INTRODUCTION.** Nickel-titanium alloys and cutting-edge design of endodontic files continue to revolutionize. In addition to variations in the design of nickel-titanium files, manufacturers have implemented several proprietary manufacturing processing procedures to improve their mechanical properties.

**AIM.** The aim of the study was to improve the quality of mechanical instrumentation of highly curved root canals based on the data of laboratory and experimental analysis of rotary endodontic instruments made of nickel-titanium alloys of various modifications.

**MATERIAL AND METHODS.** As part of the research, the following endodontic rotary files systems were studied during instrumentation of curved root canals: group 1 – Mtwo (VDW); group 2 – Race Evo (FKG), group 3 – Ultrataper next (Eurofile). A metallographic analysis of the instruments was performed, a morphological structure of the root dentin after instrumental was examined by scanning electron microscopy, as well as the amount of extruded debris was studied.

**RESULTS.** Groups 2 and 3 showed significant deterioration after three applications. Mtwo files showed a statistically higher amount of surface damage after five uses ( $p < 0.05$ ). The smallest amount of extruded

debris was found in the group 2, while the largest number of root dentin irregularities was found in the groups 1 and 3 ( $p < 0.001$ ).

**CONCLUSIONS.** A different degree of the surface damage of the instruments was revealed, depending on the number of treated root canals. The safest and most effective endodontic system for the mechanical preparation of curved root canals is the Race EVO.

**Keywords:** martensite, austenite, Mtwo, Race Evo, Ultrataper, curved root canals

**Article info:** received – 15.12.2023, revised – 31.01.2024, accepted – 9.02.2024.

**Conflict of interests:** Alexander V. Mitronin is the members of the editorial board, however, it was excluded in the double-blind peer review process.

**Acknowledgments:** There are no funding and individual acknowledgments to declare

**For citation:** Ostanina D.A., Mitronin Yu.A., Anisimova D.V., Mitronin A.V. Optimization of difficult endodontic treatment with nickel-titanium files in martensitic and austenitic phase. *Endodontics Today*. 2024;22(1):4–10. (In Russ.) <https://doi.org/10.36377/ET-0004>

## ВВЕДЕНИЕ

Использование передовых технологий в эндодонтии облегчает инструментальную обработку корневых каналов, что положительно сказывается на достижении биологических целей при лечении болезней пульпы и периапикальных тканей [1]. Эндодонтические инструменты из никель-титанового сплава (NiTi) являются более гибкими, имеют повышенную устойчивость к фрагментации по сравнению с инструментами из нержавеющей стали [2]. На сегодняшний день для формирования корневых каналов используются вращающиеся инструменты из никель-титанового сплава различных модификаций.

Классический никель-титановый сплав, состоящий преимущественно из фазы аустенита и обладающий сверхэластичными свойствами; представителями инструментов из данного сплава являются Mtwo (VDW), ProFile (Dentsply), ProTaper Universal (Dentsply). Данные файлы изготавливаются методом фрезерования (вытачивания) и характеризуются относительной гибкостью, эластичностью, деликатностью к морфологии канала, высокой устойчивостью режущих граней [3].

Термически обработанные сплавы претерпели ряд модификаций за последние несколько лет, в связи с чем существует несколько видов термообработки поверхности эндодонтических инструментов [4]. Представителем термообработанного никель-титанового сплава является M-Wire, который содержит аустенитовую фазу с небольшим количеством мартенсита и R-фазы; демонстрирует большую гибкость, чем классические NiTi [5]. Представителями данного сплава являются инструменты ProTaper Next (Dentsply), Reciproc (VDW), Wave One (Dentsply).

Золотой и синий термообработанные сплавы, имеющие не только характерный цвет, но и эффект памяти формы благодаря уникальному процессу изготовления при определенном температурном режиме. Кроме того, инструменты, выполненные из данных сплавов, отличаются большей гибкостью и устойчивостью к фрагментации [3; 6]. Представителями голубого NiTi сплава являются новые инструменты Race Evo (FKG Dentire), а также Reciproc Blue (VDW). К золотым термически обработанным сплавам относятся файлы Ultrataper next (Eurofile), ProTaper Gold (Dentsply), WaveOne Gold (Dentsply) [7].

Max-Wire – еще один способ преобразования термообработанного сплава, при котором инстру-

мент приобретает не только контролируемый эффект памяти формы, но и сверхэластичность [4; 8]. К данным сплавам принадлежат файлы линейки XP-endo (FKG Dentire, Switzerland). Специфическая заданная форма и высокая гибкость позволяют этим инструментам сжиматься и расширяться внутри канала, обрабатывая участки, которых другие инструменты не могут достичь [9].

На сегодняшний день успех эндодонтического лечения напрямую зависит от понимания и учета физико-механических свойств эндодонтических инструментов, а также от контроля срока их эксплуатации [1; 3; 10].

## ЦЕЛЬ

Повышение качества механической обработки сильно изогнутых корневых каналов на основании данных лабораторно-экспериментальных исследований ротационных эндодонтических инструментов из никель-титановых сплавов различной модификации.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

В ходе исследования была выполнена инструментальная обработка корневых каналов 30 удаленных многокорневых зубов с сильно искривленными корневыми каналами (более 45°), которые были разделены на три группы в соответствии с используемой эндодонтической системой. Предварительно зубы хранились в изотоническом растворе.

### Методика инструментальной обработки корневых каналов

При проведении исследования были использованы эндодонтические файлы трех разных модификаций NiTi сплава, которые были разделены на три основные группы:

*Группа 1* – система файлов Mtwo, классический NiTi сплав,  $n = 3$  (21 мм, VDW GmbH, Germany);

*Группа 2* – система файлов Race Evo, голубой термообработанный сплав,  $n = 3$  (21 мм, FKG Dentire, Switzerland);

*Группа 3* – система файлов Ultrataper next, золотой термообработанный сплав,  $n = 3$  (21 мм, Eurofile, Shenzhen, China).

Обработку корневых каналов начали с создания полости доступа и определения длины корневых каналов K-файлом 10.02, расширения устьев корневых каналов. Далее создавали ковровую дорожку

до размера 20.02 помощью ручных инструментов. Механическую обработку проводили эндодонтическими файлами согласно группам исследования. Для работы с файлами использовали эндодонтический мотор Rooter (FKG Dentire LA). Скорость вращения файлов и торк выставлялись в соответствии с рекомендациями производителей. Между препарированием осуществлялась медикаментозная обработка системы корневых каналов 3% раствором гипохлорита натрия. Каждый инструмент был подвержен трех- и пятикратному использованию при формировании корневых каналов. Суммарно каждым инструментом было пройдено от 9 до 15 корневых каналов.

### Сканирующая электронная микроскопия

Для оценки поверхностных дефектов инструментов была проведена сканирующая электронная микроскопия (СЭМ: Mira 3 FEF SEM, Tescan, Czech Republic) исследуемых файлов после трехкратного использования (9 корневых каналов), после пятикратного использования (12–15 корневых каналов). Были получены фотографии исследуемых инструментов под различным увеличением:  $\times 162$  для оценки геометрии режущих граней;  $\times 632$  для оценки дефектов кончика инструментов и микроструктуры поверхности.

Для оценки поверхностных дефектов инструментов был создан определенный ряд критериев, который основывается на типе поверхностных дефектов. Они подразумевают наличие или отсутствие таких видимых повреждений как *микроскопические поверхностные дефекты*, которые определяются как микротрещины режущих граней; глубокие вмятины, которым соответствует наличие крупных вдавлений на поверхности инструмента; *тупые режущие грани*, что характеризуется снижением режущей способности кромки; *разрушение целостности режущих граней*, при котором наблюдается потеря правильной непрерывной формы режущих кромок; *пластическая деформация*, которая определялась как «утраченная» геометрия инструмента; *полный перелом*, при котором происходил отлом инструмента во время испытаний [4].

**Таблица 1.** Пятибалльная шкала оценки повреждения инструмента

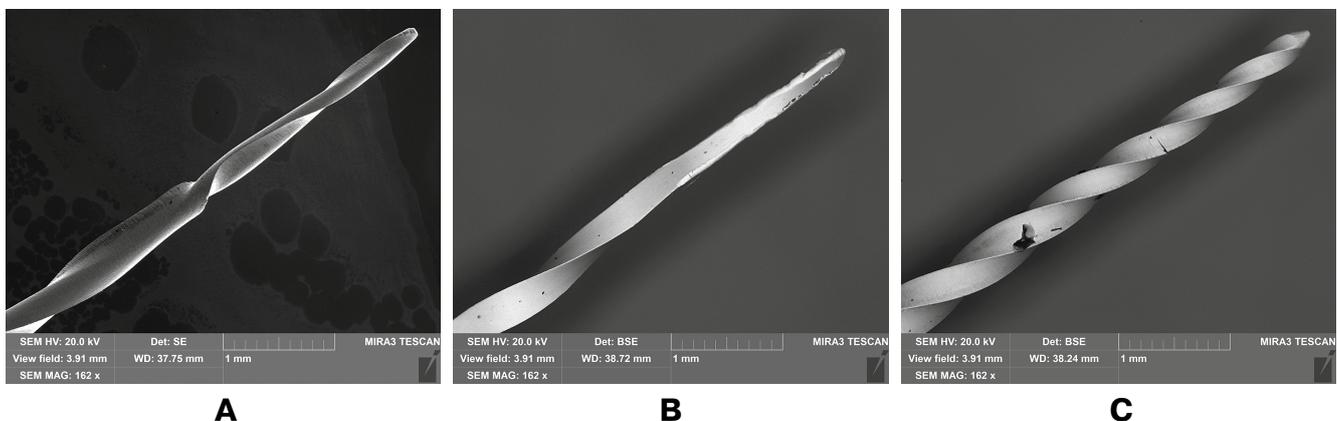
**Table 1.** Five-point instrument damage rating scale

| Баллы | Критерии  |
|-------|---|
| 0     | Отсутствие микротрещин, отсутствие глубоких вмятин, отсутствие нарушения целостности режущих граней, отсутствие пластических деформаций на поверхности инструмента. Отсутствие перелома |
| 1     | Наличие микротрещин / глубоких вмятин / нарушение целостности режущих граней / пластической деформации, которые наблюдаются вдоль одной спирали инструмента                             |
| 2     | Наличие микротрещин / глубоких вмятин / нарушение целостности режущих граней / пластической деформации, которые наблюдаются вдоль двух спиралей инструмента                             |
| 3     | Наличие микротрещин / глубоких вмятин / нарушение целостности режущих граней / пластической деформации, которые наблюдаются на двух и более спиралах инструмента                        |
| 4     | Перелом инструмента   |

Для проведения количественного анализа дефектов поверхности всех инструментов на каждом этапе использования была создана пятибалльная шкала оценки повреждения инструмента по вышеуказанным критериям (табл. 1).

### Модель изучения количества апикального дебриса

В процессе препарирования корневых каналов каждый зуб был помещен в пробирку типа Эппендорф [11]. Корневые каналы подвергались механическому препарированию и воздействию ирригационных растворов (3% гипохлорит натрия) для удаления опилок и детрита из корневой системы. Пробирки помещались в стеклянные емкости, в каждую из них опускали иглу для выравнивания давления между самой пробиркой и внешней средой (рис. 1). В результате обработки каналов на дне пробирки скапливался апикальный мусор, который в дальнейшем взвешивали на аналитических весах, учитывая вес пробирки, равный 1 г.



**Рис. 1.** Сканирующая электронная микроскопия ( $\times 162$ ) режущей поверхности инструментов после трехкратного использования: А – Mtwo; В – Race Evo; С – Ultrataper next

**Fig. 1.** Scanning electron microscopy ( $\times 162$ ) of the cutting surface of the tools after three times use: A – Mtwo; B – Race Evo; C – Ultrataper next

### Модель исследования иррегуляций дентина

Подготовка корневых каналов удаленных зубов производилась в соответствии с протоколом эндодонтического лечения, описанного выше. Затем выполняли поперечный срез на уровне  $\frac{1}{2}$  канала. Методом сканирующей электронной микроскопии исследовали внутрикорневую поверхность с целью выявления дефектов, образующихся в процессе работы. Однако, следует учитывать ограничения в данном исследовании, поскольку иррегуляции, выявленные на СЭМ-изображениях, не могут полноценно указывать именно на воздействия от эндодонтического файла, так как зубы ранее подвергались удалению, в ходе которого нельзя исключать возникновения повреждений, таких как трещины. Все представленные микрофотографии для установления видимой разницы сделаны на одном увеличении –  $\times 527$ ;  $\times 1.26$ .

### Статистический анализ

Для каждого типа дефекта был рассчитан процент встречаемости в зависимости от кратности использования. С целью оценки статистической значимости различий внутри каждой группы использовали критерий  $\chi^2$  Пирсона (критерий хи-квадрат). Результат считался достоверным при  $p < 0,05$ .

### РЕЗУЛЬТАТЫ

Высокая распространенность поверхностных дефектов наблюдалась в активной средней трети рабочей части инструментов трех групп эксперимента. Инструменты групп 2 и 3 продемонстрировали значительные ухудшения после трех раз применения. У файлов Mtwo выявлено статистически

более высокое количество повреждений поверхности после пятикратного использования ( $p < 0,05$ ) (табл. 2).

Были выявлены проявления высокие прочностные свойства к развитию микротрещин и деформаций у инструментов группы 1, однако, к трехкратному использованию в сильно изогнутых корневых каналах инструмент в 33% случаев фрагментировался (рис. 1). К пятикратному использованию в 100% случаев была зафиксирована фрагментация инструмента в виде отлома кончика рабочей части (рис. 2).

Согласно результатам исследования, инструменты группы 2 имели мягкие режущие грани, так как на СЭМ-изображениях отмечались пластические деформации, глубокие вмятины и микротрещины уже к трехкратному использованию файлов (рис. 1). Благодаря высокой гибкости инструменты обладают повышенной циклической устойчивостью, так как максимальная амплитуда растяжения в точке изгиба не достигает критических показателей [12–14]. Данную эндодонтическую систему рекомендуется применять однократно в связи с утратой режущей эффективности, о чем свидетельствует затупление режущих граней. Тем не менее, во время прохождения сильно изогнутых каналов файлы не были подвержены перелому (рис. 2).

Эндодонтическая система Ultrataper next не проявила должной прочности в сравнении с предыдущими системами. После обработки 15 каналов по данным сканирующей электронной микроскопии внутри инструмента были зарегистрированы трещины, что в 67% случаев приводило к перелому рабочей части (рис. 1 и 2).

**Таблица 2.** Количество инструментов и процент встречаемости различных дефектов инструментов до использования, после трехкратного и пятикратного применений

**Table 2.** Number of tools and percentage of occurrence of different tool defects before use, after three times and five times use

| Стадия применения      | Микротрещины |       | Глубокие вмятины |      | Пластические деформации |       | Перелом инструмента |       |
|------------------------|--------------|-------|------------------|------|-------------------------|-------|---------------------|-------|
|                        | n = 3        | %     | n = 3            | %    | n = 3                   | %     | n = 3               | %     |
| <b>Mtwo</b>            |              |       |                  |      |                         |       |                     |       |
| До использования       | 0            | 0     | 0                | 0    | 0                       | 0     | 0                   | 0     |
| 3x                     | 1            | 33,3  | 0                | 0    | 0                       | 0     | 1                   | 33,0  |
| 5x                     | 3            | 100,0 | 0                | 0    | 1                       | 33,3  | 3                   | 100,0 |
| $\chi^2$ достоверность | $p < 0,05$   |       | No value         |      | $p < 0,05$              |       | $p < 0,05$          |       |
| <b>Race EVO</b>        |              |       |                  |      |                         |       |                     |       |
| До использования       | 0            | 0     | 0                | 0    | 0                       | 0     | 0                   | 0     |
| 3x                     | 3            | 100,0 | 1                | 33,3 | 2                       | 67,0  | 0                   | 0     |
| 5x                     | 3            | 100,0 | 2                | 67,0 | 3                       | 100,0 | 0                   | 0     |
| $\chi^2$ достоверность | $p < 0,05$   |       | $p < 0,05$       |      | $p < 0,05$              |       | $p < 0,05$          |       |
| <b>Ultrataper Next</b> |              |       |                  |      |                         |       |                     |       |
| До использования       | 0            | 0     | 0                | 0    | 0                       | 0     | 0                   | 0     |
| 3x                     | 2            | 67,0  | 0                | 0    | 2                       | 67,0  | 1                   | 33,0  |
| 5x                     | 3            | 100,0 | 0                | 0    | 2                       | 67,0  | 2                   | 67,0  |
| $\chi^2$ достоверность | $p < 0,05$   |       | No value         |      | $p < 0,05$              |       | $p < 0,05$          |       |

**Таблица 3.** Количество экструдированного дebrиса в группах исследования

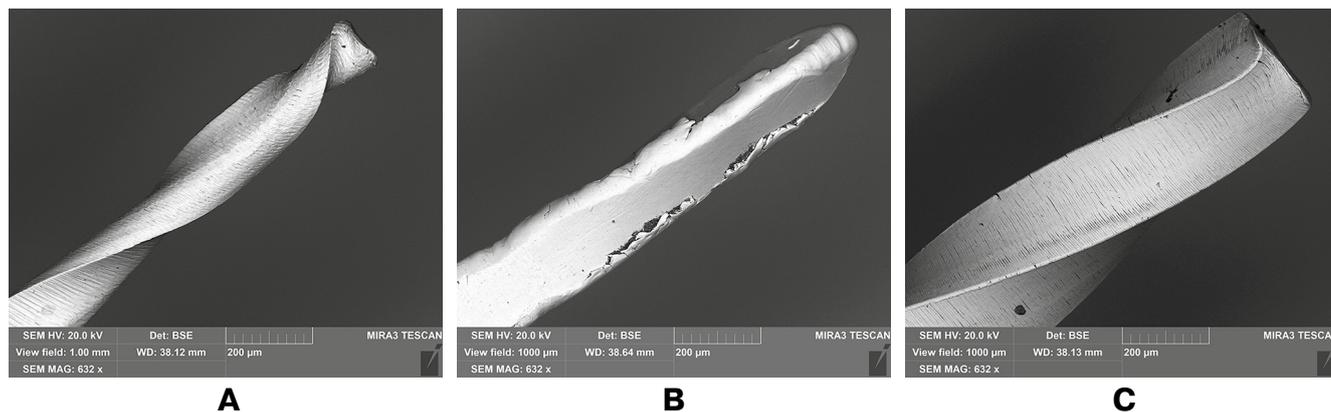
**Table 3.** Amount of extruded debris in the study groups

| Инструменты     | Количество экструдированного дebrиса, г. [M±m] |
|-----------------|--|
| Mtwo            | 0,25±0,06                                      |
| RaceEVO         | 0,17±0,04                                      |
| Ultrataper next | 0,22±0,05                                      |

Примечание.  $p = 0,085$ .

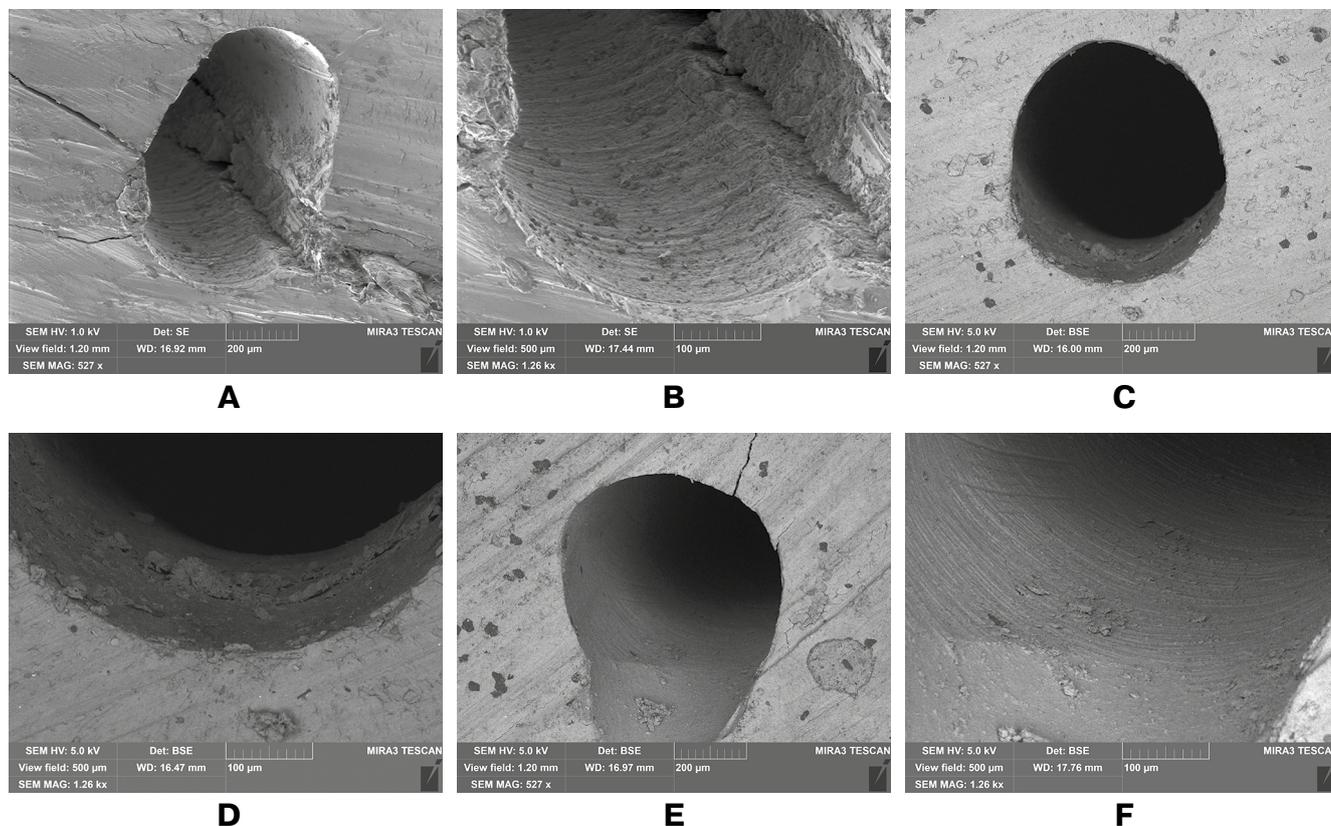
Note.  $p = 0.085$ .

Согласно результатам второй части исследования, наименьшее количество экструдированного дebrиса было выявлено в группе 2 исследования (табл. 3), в то время как наибольшее количество иррегулярной корневой дентина было выявлено в группах 1 и 3 исследования ( $p < 0,001$ ). Зачастую дентин корня зуба ослабевает в процессе механического препарирования, что приводит к образованию трещин и возможным фрактурам (рис. 3). Различные факторы вызывают трещины в зубах, но гибкость файла, кинематика и базовый дизайн файла являются наиболее значимыми [15].



**Рис. 2.** Сканирующая электронная микроскопия апикальных третей инструментов после пятикратного использования (x632): А – Mtwo; В – Race Evo; С – Ultrataper next

**Fig. 2.** Scanning electron microscopy of apical thirds of instruments after five times use (x632): A – Mtwo; B – Race Evo; C – Ultrataper next



**Рис. 3.** Сканирующая электронная микроскопия внутрикорневого дентина после механического препарирования (x527; x1.26): А–В – Mtwo; С–Д – Race Evo; Е–F – Ultrataper next

**Fig. 3.** Scanning electron microscopy of intra-root dentin after mechanical preparation (x527; x1.26): A–B – Mtwo; C–D – Race Evo; E–F – Ultrataper next

## ОБСУЖДЕНИЕ

Была выявлена различная степень повреждения поверхности инструментов в зависимости от количества обработанных корневых каналов ( $p < 0.05$ ). Установлено, что системы вращающихся файлов Mtwo и Ultrataper Next имеют высокий запас прочности при сохранении эффективности режущих граней до трехкратного использования, однако, не предназначены для обработки сильно искривленных корневых каналов. Инструменты Race Evo теряют 50% эффективности режущих граней к трехкратному использованию, но в 3 раза устойчивее к циклической усталости.

Выявлено, что в 100% случаев наблюдается апикальная экструзия дебриса. Однако, при использовании системы файлов Race EVO в 1,5 раза уменьшается количество выведенного за верхушку корня дебриса, в сравнении с файлами Mtwo и UltraTaper Next.

## ВЫВОДЫ

По данным лабораторного исследования установлено, что наиболее безопасной и эффективной эндодонтической системой для механического препарирования сильно искривленных корневых каналов является Race EVO.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ / REFERENCES

- Silva E.J.N.L., Martins J.N.R., Lima C.O., Vieira V.T.L., Braz Fernandes F.M., De-Deus G., Versiani M.A. Mechanical tests, metallurgical characterization, and shaping ability of nickel-titanium rotary instruments: A multimethod research. *J Endod.* 2020;46(10):1485–1494. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2020.07.016>
- Ржанов Е.А., Копьев Д.А. Метод оценки вероятности поломки никель-титанового инструмента в зависимости от продолжительности его работы в условиях искривленного канала. *Эндодонтия Today.* 2011;9(2):66–72. Режим доступа: <https://www.endodont.ru/jour/article/view/759> (дата обращения: 16.01.2024).  
Rzhanov E.A., Kopyev D.A. Method for estimating the probability of the nickel-titanium instrument failure depending on the duration of its work in a curved channel. *Endodontics Today.* 2011;9(2):66–72. (In Russ.) Available at: <https://www.endodont.ru/jour/article/view/759> (accessed: 16.01.2024).
- Zupanc J., Vahdat-Pajouh N., Schäfer E. New thermo-mechanically treated NiTi alloys – a review. *Int Endod J.* 2018;51(10):1088–1103. <https://doi.org/10.1111/iej.12924>
- Митронин А.В., Останина Д.А., Митронин Ю.А. Морфометрический анализ рабочей поверхности инструментов группы XP-endo после препарирования каналов корня. *Эндодонтия Today.* 2019;17(2):9–16. <https://doi.org/10.33925/1683-2981-2019-17-2-9-16>  
Mitronin A.V., Ostanina D.A., Mitronin Yu.A. Morphometric analysis of surface changes in XP-endo group files after root canal instrumentation. *Endodontics Today.* 2019;17(2):9–16. (In Russ.) <https://doi.org/10.33925/1683-2981-2019-17-2-9-16>
- Alcalde M.P., Duarte M.A.H., Bramante C.M., Tanomaru-Filho M., Vasconcelos B.C., Só M.V.R., Vivan R.R. Torsional fatigue resistance of pathfinding instruments manufactured from several nickel-titanium alloys. *Int Endod J.* 2018;51(6):697–704. <https://doi.org/10.1111/iej.12879>
- Duque J.A., Bramante C.M., Duarte M.A.H., Alcalde M.P., Silva E.J.N.L., Vivan R.R. Cyclic fatigue resistance of nickel-titanium reciprocating instruments after simulated clinical use. *J Endod.* 2020;46(11):1771–1775. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2020.08.010>
- Uygun A.D., Unal M., Falakaloglu S., Guven Y. Comparison of the cyclic fatigue resistance of hyflex EDM, vortex blue, protaper gold, and onecurve nickel-Titanium instruments. *Niger J Clin Pract.* 2020;23(1):41–45. [https://doi.org/10.4103/njcp.njcp\\_343\\_19](https://doi.org/10.4103/njcp.njcp_343_19)
- Манак Т.Н., Девятникова В.Г. Оценка физико-механических свойств Ni-Ti эндодонтических инструментов. *Стоматолог. Минск.* 2012;(3):45–48.  
Manak T.N., Devyatnikova V.G. The evaluation of physical and mechanical properties of Ni-Ti endodontic instruments. *Stomatolog. Minsk.* 2012;(3):45–48. (In Russ.)
- Oh S., Moon S.-Y., Chanotis A., Pedullá E., Al-Ghamdi A.S., Al-Ghamdi F.A. et al. Evaluation of cyclic fatigue and bending resistance of coronal Preflaring NiTi file manufactured with different heat treatments. *Appl Sci.* 2021;11(16):7694. <https://doi.org/10.3390/app11167694>
- Yilmaz Ö.S., Keskin C., Aydemir H. Comparison of the torsional resistance of 4 different glide path instruments. *J Endod.* 2021;47(6):970–975. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2021.02.009>
- Al Omari T., El-Farraj H., Arican B., Atav Ateş A. Apical debris extrusion of full-sequenced rotary systems in narrow ribbon-shaped canals. *Aust Endod J.* 2022;48(2):245–250. <https://doi.org/10.1111/aej.12540>
- Thu M., Ebihara A., Maki K., Miki N., Okiji T. Cyclic fatigue resistance of rotary and reciprocating nickel-titanium instruments subjected to static and dynamic tests. *J Endod.* 2020;46(11):1752–1757. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2020.08.006>
- Palma P.J., Messias A., Cerqueira A.R., Tavares L.D., Caramelo F., Roseiro L., Santos J.M. Cyclic fatigue resistance of three rotary file systems in a dynamic model after immersion in sodium hypochlorite. *Odontology.* 2019;107(3):324–332. <https://doi.org/10.1007/s10266-018-0401-2>
- Виван Р. Эндодонтическое лечение инвазивной цервикальной резорбции (клинические случаи). *Cathedra – Кафедра. Стоматологическое образование.* 2022;81(3):6–11.  
Vivan R. Endodontic treatment of invasive cervical resorption (clinical cases). *Cathedra. Dental Education.* 2022;81(3):6–11. (In Russ.)
- Seracchiani M., Miccoli G., Di Nardo D., Zanza A., Cantore M., Gambarini G., Testarelli L. Effect of flexural stress on torsional resistance of NiTi instruments. *J Endod.* 2021;47(3):472–476. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2020.10.011>

## ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

**Останина Диана Альбертовна** – к.м.н., доцент кафедры кариесологии и эндодонтии, ФГБОУ ВО «Российский университет медицины» Министерства здравоохранения Российской Федерации; 127006, Российская Федерация, г. Москва, ул. Долгоруковская, д. 4; <https://orcid.org/0000-0002-5035-5235>

**Митронин Юрий Александрович** – аспирант, ассистент кафедры кариесологии и эндодонтии, ФГБОУ ВО «Российский университет медицины» Министерства здравоохранения Российской Федерации; 127006, Российская Федерация, г. Москва, ул. Долгоруковская, д. 4; <https://orcid.org/0000-0002-3118-2869>

**Анисимова Дарья Вадимовна** – лаборант кафедры кариесологии и эндодонтии, студент стоматологического факультета, ФГБОУ ВО «Российский университет медицины» Министерства здравоохранения Российской Федерации; 127006, Российская Федерация, г. Москва, ул. Долгоруковская, д. 4; <https://orcid.org/0009-0009-3115-8357>

**Митронин Александр Валентинович** – д.м.н., профессор, декан стоматологического факультета, заведующий кафедрой кариесологии и эндодонтии, Заслуженный врач РФ, ФГБОУ ВО «Российский университет медицины» Министерства здравоохранения Российской Федерации; 127006, Российская Федерация, г. Москва, ул. Долгоруковская, д. 4; <https://orcid.org/0000-0002-3561-6222>

## INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

**Diana A. Ostanina** – Cand. Sci. (Med.), Associate Professor of the Department of Cariology and Endodontics, Russian University of Medicine; 4 Dolgorukovskaya St., Moscow 127006, Russian Federation; <https://orcid.org/0000-0002-5035-5235>

**Yuriy A. Mitronin** – Postgraduate Student, Assistant of the Department of Cariology and Endodontics, Russian University of Medicine; 4 Dolgorukovskaya St., Moscow 127006, Russian Federation; <https://orcid.org/0000-0003-4732-0493>

**Daria V. Anisimova** – Laboratory Assistant, Student, Russian University of Medicine; 4 Dolgorukovskaya St., Moscow 127006, Russian Federation; <https://orcid.org/0009-0009-3115-8357>

**Alexander V. Mitronin** – Dr. Sci. (Med.), Professor, Dean of the Faculty of Dentistry, Head of the Department of Cariology and Endodontics, Honored Doctor of Russian Federation, Russian University of Medicine; 4 Dolgorukovskaya St., Moscow 127006, Russian Federation; <https://orcid.org/0000-0002-3561-6222>

## ВКЛАД АВТОРОВ

Д.А. Останина – существенный вклад в замысел и дизайн исследования, сбор данных, анализ и интерпретация данных, подготовка статьи, критический пересмотр статьи в части значимого интеллектуального содержания;

Ю.А. Митронин – сбор данных, анализ и интерпретация данных, подготовка статьи;

Д.В. Анисимова – сбор данных, анализ и интерпретация данных, подготовка статьи;

А.В. Митронин – существенный вклад в замысел и дизайн исследования, критический пересмотр статьи в части значимого интеллектуального содержания; окончательное одобрение варианта статьи для опубликования.

## AUTHOR'S CONTRIBUTION

Diana A. Ostanina – has made a substantial contribution to the concept or design of the article; the acquisition, analysis, or interpretation of data for the article; drafted the article; revised the article critically for important intellectual content.

Yuriy A. Mitronin – the acquisition, analysis, or interpretation of data for the article; drafted the article.

Daria V. Anisimova – the acquisition, analysis, or interpretation of data for the article; drafted the article.

Alexander V. Mitronin – has made a substantial contribution to the concept or design of the article; revised the article critically for important intellectual content; approved the version to be published.