

МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

БЕЛОРУССКАЯ МЕДИЦИНСКАЯ АКАДЕМИЯ
ПОСЛЕДИПЛОМНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

КАФЕДРА ОБЩЕЙ СТОМАТОЛОГИИ

Н.А. Юдина, Н.Н. Пиванкова, О.В. Юрис

СОВРЕМЕННЫЕ ЭНДОДОНТИЧЕСКИЕ ИНСТРУМЕНТЫ

Учебно-методическое пособие

Минск БелМАПО
2021

УДК 616.314.16-08-72(075.9)

ББК 56.6_я73

Ю 16

Рекомендовано в качестве учебно-методического пособия
НМС государственного учреждения образования
«Белорусская медицинская академия последипломного образования»
протокол № 8 от 28.12.2020

Авторы:

Юдина Н.А., заведующий кафедрой общей стоматологии БелМАПО, д.м.н., профессор

Пиванкова Н.Н., старший преподаватель кафедры общей стоматологии БелМАПО

Юрис О.В., заведующий стоматологическим ортопедическим отделением УЗ «4-я ГКСП», к.м.н.

Рецензенты:

Полянская Л.Н., доцент 2-й кафедры терапевтической стоматологии УО «Белорусский государственный медицинский университет», к.м.н.

Кафедра терапевтической стоматологии с курсом ФПК и ПК УО «Витебский государственный ордена Дружбы народов медицинский университет»

Юдина Н.А.

Ю 16

Современные эндодонтические инструменты : учеб.-метод. пособие /Н.А. Юдина, Н.Н. Пиванкова, О.В. Юрис – Минск: БелМАПО, 2021 – 28 с.

ISBN 978-985-584-544-8

В учебно-методическом пособии описаны современные вращающиеся инструменты и алгоритмы работы с ними при эндодонтическом лечении постоянных зубов.

Учебно-методическое пособие предназначено для слушателей, осваивающих содержание образовательных программ переподготовки по специальностям «Стоматология», «Стоматология терапевтическая», повышения квалификации врачей-стоматологов, врачей-стоматологов-терапевтов, а также клинических ординаторов и врачей-интернов.

УДК 616.314.16-08-72(075.9)
ББК 56.6_я73

ISBN 978-985-584-544-8

© Юдина Н.А., Пиванкова Н.Н., Юрис О.В., 2021.

© Оформление БелМАПО, 2021.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
ПЕРВИЧНОЕ ПРОХОЖДЕНИЕ КОРНЕВОГО КАНАЛА	5
ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЕ РАСШИРЕНИЕ КОРНЕВОГО КАНАЛА (КОВРОВАЯ ДОРОЖКА)	6
ФОРМИРОВАНИЕ КОРНЕВОГО КАНАЛА	11
АПИКАЛЬНАЯ КАЛИБРОВКА	21
ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА КРАТНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ВРАЩАЮЩИХСЯ НИКЕЛЬ-ТИТАНОВЫХ ИНСТРУМЕНТОВ	24
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	25
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	26

ВВЕДЕНИЕ

Сплав никеля и титана впервые был получен в начале 60-х годов прошлого века профессором William J. Buehler в рамках американской космической программы в Лаборатории Артиллерии Военно-Морских Сил США (Naval Ordnance Laboratory) город Силвер Спринг, штат Мериленд. Сплаву дали название Нитинол (NiTiNOL): сокращенно от Ni – никель, Ti – титан и NOL – аббревиатура Naval Ordnance Laboratory. А первый ротационный (от лат. rotatio – кругообразное движение, вращение) Ni-Ti инструмент для применения его в стоматологии был разработан доктором John McSpadden и выпущен на рынок в 1992 году [3, 7].

Появление Ni-Ti инструментов в эндодонтии кардинально изменило подход к формированию корневых каналов. Ротационные инструменты обладают рядом преимуществ по сравнению с ручными инструментами из стали (память формы, супергибкость). Также они значительно упрощают работу врача-стоматолога и экономят время при трудоемкой обработке корневых каналов. Новое поколение эндомоторов имеет возможность ограничения скорости вращения и торсионной нагрузки, что повышает безопасность при работе и дает возможность индивидуальной настройки под технические характеристики практически любой современной системы вращающихся инструментов.

Первичное прохождение корневого канала

Планируя проведение эндодонтического лечения, практикующим стоматологам следует помнить о, как минимум, 4-х типах анатомии корневого канала одного корня (Franklin S Weine, 1976):

- тип I: один канал с одним устьем и одним апикальным отверстием (1-1);
- тип II: два канала, которые сливаются в один, одно апикальное отверстие (2-1);
- тип III: два отдельных канала (два устья, два апикальных отверстия) (2-2);
- тип IV: один канал, который делится на два (одно устье, два апикальных отверстия) (1-2) (рисунок 1).

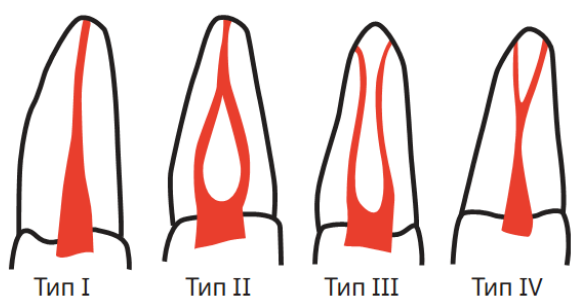


Рис. 1. Четыре типа конфигурации каналов в одном корне по Weine, 1976

канала, резкого искривления канала ближе к апексу или постепенного искривления канала с прямым апикальным участком.

Предложено множество методов определения кривизны корневого канала, но метод Schneider's получил наибольшее распространение (рисунок 2): через центр устья проводится линия, параллельная длинной оси корня зуба, а затем вторая линия, соединяющая апикальное отверстие и точку на первой линии, где канал начинает выходить за длинную ось корня. Угол, образованный этими двумя линиями и есть угол кривизны.

Классификация корневых каналов S.W. Schneider's, 1971 по степени их кривизны: прямые – угол $<5^\circ$; умеренно изогнутые – угол $10-20^\circ$; сильно изогнутые – угол $>20^\circ$ [2].

Сбор первичной информации о внутренней анатомии корневого канала (*скаутинг*) осуществляется с помощью ручных стальных К-файлов 006/.02, 008/.02 и 010/.02. На этапе прохождения корневого канала инструменты небольшого диаметра работают в технике

Также важным фактором в определении дальнейшей стратегии является знание о возможной кривизне корневого канала:

- почти все корневые каналы изогнуты в апикальной трети, особенно в щечно-язычном направлении, что не очевидно на стандартной рентгенографии;
- кривизна может варьировать от постепенного искривления всего



Рис. 2. Определение кривизны канала по методу Schneider's

«сбалансированной силы» совместно с эндолубрикантом (Glyde, Dentsply; ЭндоГель, ВладМива; Эдеталь гель, omega dent и другие).

Предварительное расширение корневого канала (ковровая дорожка)

После прохождения канала на всю длину К-файлом 010/.02 создается так называемая «ковровая дорожка». С этой целью используются ротационные нитиноловые инструменты небольшого диаметра и конусности совместно с эндолубрикантом или раствором гипохлорита натрия.

Dentsply Sirona

Ротационная система **PathFile** представлена тремя инструментами с фиксированной конусностью*: PathFile №1 – фиолетовое маркировочное кольцо – 013/.02; PathFile №2 – белое маркировочное кольцо – 016/.02 и PathFile №3 – желтое маркировочное кольцо – 019/.02. Это специально разработанные нитиноловые инструменты для предварительного расширения корневого канала, которые характеризуются высокой гибкостью, прочностью и эффективностью.

Система PathFile рекомендуется для быстрой и безопасной обработки сильно искривленных и (или) кальцифицированных корневых каналов.



Рис. 3. Последовательность использования инструментов PathFile

Последовательность использования системы инструментов PathFile очень проста (рисунок 3):

1. подготовка прямолинейного доступа к устью канала;
2. первичная навигация и исследование корневого канала до К-файла 010/.02;
3. подтверждение рабочей длины с помощью апекслокатора и (или) рентгенографии;
4. последовательное прохождение корневого канала на рабочую длину PathFile №1, №2 и №3;
5. ирригация;
6. контроль рабочей длины ручным К-файлом 015/.02.

**Конусность – это отношение разности диаметров двух поперечных сечений инструмента к расстоянию между ними. Конусность выражается дробью или в процентах. Конусность режущей части стальных ручных эндодонтических инструментов в соответствии со стандартом ISO составляет 0,02мм/мм или 2% (.02). Это означает, что на каждый миллиметр длины режущей части наружный диаметр инструмента увеличивается по направлению от вершины к хвостовику на 0,02мм [1].*

Ротационная система с переменной конусностью **ProGlider** представлена одним инструментом с белым маркировочным кольцом – 016/.02 (рисунок 4). Инструмент изготовлен из никель-титанового сплава *M-Wire** и подходит для обработки большинства корневых каналов, даже сильно искривленных.

Как утверждает производитель, для создания ковровой дорожки и предварительного расширения корневого канала ProGlider требуется на 25% меньше рабочего времени, чем системе PathFile и на 40% меньше, чем ручным инструментам (таблица 1).

Последовательность использования:

1. подготовка прямолинейного доступа к устью канала;
2. первичная навигация и исследование корневого канала до К-файла 010/.02;
3. подтверждение рабочей длины с помощью апекслокатора и (или) рентгенографии;
4. достижение рабочей длины инструментом ProGlider в один или несколько проходов;
5. ирригация; контроль рабочей длины.



Рис. 4. Ротационный инструмент ProGlider

Таблица 1 – Сравнительная характеристика ротационных систем PathFile и ProGlider

Характеристики	Система PathFile	Система ProGlider
Количество инструментов	3	1
Сплав	Standard NiTi	M-Wire NiTi
Поперечное сечение	Центрированный квадрат	Центрированный квадрат
Геометрия вершины	Неактивная 50°	Полуактивная вершина 65°
Диаметр вершины (D ₀)	013, 016, 019	016
Конусность по длине рабочей части	Фиксированная конусность 2%	Переменная конусность от 2% до 8.5%
Длина рабочей части	16 мм	18 мм
Длина инструмента	21, 25, 31 мм	21, 25, 31 мм

Параметры для эндомотора	Редукция 16:1 В зависимости от опыта врача от 300 об/мин и 1Н/см до 500 об/мин и 1,8Н/см	Редукция 16:1 300 об/мин и 2Н/см
--------------------------	---	-------------------------------------

**Сплав M-Wire был представлен в 2007 году компанией Dentsply Tulsa Dental. Он производится путем применения серии термообработок к заготовкам никель-титановой проволоки. Как утверждает производитель и ряд авторов проведенных исследований, такая обработка повышает гибкость и устойчивость к циклическим нагрузкам инструментов, изготовленных из сплава M-Wire по сравнению с инструментами, изготовленными из стандартного никель-титанового сплава [10].*

COLTENE

Ротационная система **HyFlex GPF (Glide Path Files)** изготовлена из NiTi-сплава с «памятью формы»* и представлена тремя инструментами (рисунок 5): №1 HyFlex GPF – серебристый хвостовик, белое маркировочное кольцо – 015/.01; №2 HyFlex GPF – золотистый хвостовик, белое маркировочное кольцо – 015/.02; №3 HyFlex GPF – золотистый хвостовик, желтое маркировочное кольцо – 020/.02.

Конусность фиксированная; длина инструментов 21, 25, 31 мм; рекомендуемые производителем параметры эндомотора – 300 об/мин и 1,8 Н/см.



Рис. 5. Ротационная система HyFlex GPF (Glide Path Files)

Последовательность использования системы инструментов HyFlex GPF:

1. подготовка прямолинейного доступа к устью канала;
2. первичная навигация и исследование корневого канала до К-файла 010/.02;
3. подтверждение рабочей длины с помощью апекслокатора и (или) рентгенографии;
4. последовательное прохождение корневого канала инструментами HyFlex GPF №1, №2 и №3 на рабочую длину;
5. ирригация;
6. контроль рабочей длины ручным К-файлом 015/.02.

*NiTi-сплав с «памятью формы» состоит из двух различных термозависимых кристаллических структур, называемых мартенсит (низкотемпературная, или дочерняя, фаза) и аустенит (высокотемпературная, или родительская, фаза). Ротационные инструменты в покое находятся в фазе аустенита, а при определённой температуре или индукции стрессом меняют структуру на мартенсит. В состоянии аустенита материал твёрдый и прочный, а когда находится в состоянии мартенсита – мягкий и податливый, легко деформируется, изгибание возникает сразу после нажатия на инструмент. Деформации материала можно практически полностью устранить, если нагреть его до уровня возвратной температурной трансформации. Этот уровень температуры находится вблизи 125°C. Восстанавливается прежняя форма образца, структура материала, его кристаллическая решётка, сплав возвращается в аустенитную фазу (Serene et al., 1995). Именно это свойство NiTi-сплава и называется «памятью формы» [5, 10].

FKG

Ротационная система **ScoutRace** представлена тремя инструментами с фиксированной конусностью, треугольным поперечным сечением и неактивной, направляющей верхушкой (рисунок 6): ScoutRace №1 – фиолетовое маркировочное кольцо – 010/.02; ScoutRace №2 – белое маркировочное кольцо – 015/.02 и ScoutRace №3 – желтое маркировочное кольцо – 020/.02.

Эту систему инструментов рекомендуют использовать для первичного прохождения сильно искривленных корневых каналов или каналов S-образной формы.

Последовательность использования системы инструментов ScoutRace:

1. подготовка прямолинейного доступа к устью канала;
2. первичная навигация и исследование корневого канала К-файлами 006/.02 и 008/.02;
3. подтверждение рабочей длины с помощью апекслокатора;

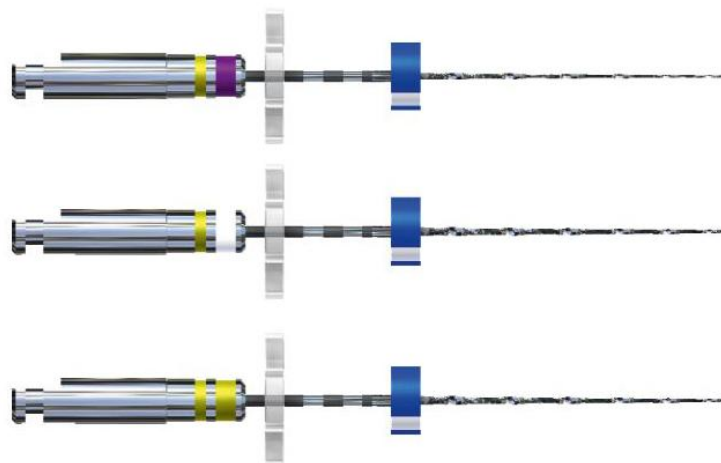


Рис. 6. Ротационная система ScoutRace

4. последовательное прохождение корневого канала инструментами ScoutRace №1, №2 и №3 на установленную рабочую длину;
5. ирригация;
6. контроль рабочей длины.

Длина инструментов 21, 25, 31 мм; рекомендуемые производителем параметры эндомотора – 600-800 об/мин и 1Н/см.

Ротационная система **Race ISO 10** представлена тремя инструментами с фиксированной конусностью (рисунок 7): Race ISO 10 №1 – желтое маркировочное кольцо – 010/.02; Race ISO 10 №2 – красное маркировочное кольцо – 010/.04 и Race ISO 10 №3 – синее маркировочное – 010/.06.

Эту систему инструментов рекомендуют использовать для достижения рабочей длины в тех случаях, когда ручные К-файлы 006/.02 и 008/.02 с трудом продвигаются в облитерированных или очень узких корневых каналах.

Последовательность использования системы инструментов Race ISO 10:

1. подготовка прямолинейного доступа к устью канала;
2. первичная навигация и исследование корневого канала ручными стальными К-файлами 006/.02 / и 008/.02;
3. подтверждение рабочей длины с помощью апекслокатора;
4. последовательное прохождение корневого канала инструментами Race ISO 10 №1, №2 и №3 на установленную рабочую длину;
5. ирригация;
6. контроль рабочей длины.

Длина инструментов 21, 25, 31 мм; рекомендуемые производителем параметры эндомотора – 600-800 об/мин и 1Н/см.



Рис. 7. Ротационная система Race ISO 10

Формирование корневого канала

Формирование корневого канала – важный этап эндодонтического лечения, во многом определяющий возможность тщательной дезинфекции и герметичной obturation сложной корневой системы. Для препарирования каналов разработано множество систем вращаемых никель-титановых инструментов. На сегодняшний день в мире их зарегистрировано более 240. Многие системы копируют друг друга.

Системы реципрокного вращения

Dentsply Sirona

Реципрокные инструменты в корневом канале работают в обратном режиме резания техники «сбалансированной силы».

Эндодонтический мотор X-Smart Plus предварительно запрограммирован на угол и скорость возвратно-поступательного движения. Движением против часовой стрелки (150°) инструмент продвигается вперед, внедряясь и срезая дентин. Двигаясь по часовой стрелке (30°), инструмент отходит от дентина, что предотвращает его заклинивание в канале. Три возвратно-поступательных цикла совершают один полный обратный оборот в канале и инструмент продвигается апикально с небольшим усилием.

Реципрокный тип вращения снижает действие циклической и торсионной нагрузок на инструмент, а, следовательно, уменьшает вероятность его отлома в канале.

Система реципрокного вращения WaveOne Gold состоит из четырех инструментов (рисунок 8): Small – желтое маркировочное кольцо – 020/.07; Primary – красное маркировочное кольцо – 025/.07; Medium – зеленое маркировочное кольцо – 035/.06 и Large – белое маркировочное кольцо – 045/.05.

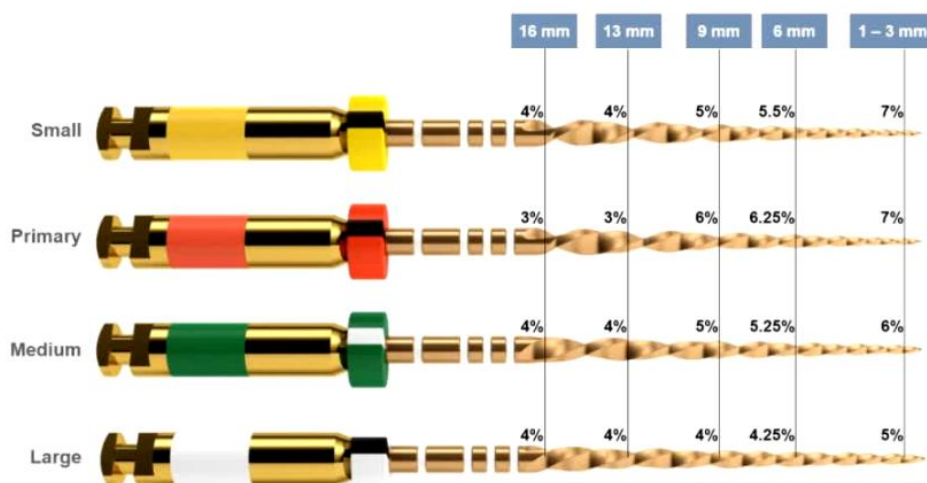


Рис. 8. Реципрокная система WaveOne Gold

Особенности использования системы инструментов WaveOne Gold.

Предварительное расширение корневого канала проводится с помощью системы ProGlider (см., выше).

Реципрокная система WaveOne Gold (таблица 2) позиционируется производителем, как система одного файла. Поэтому в большинстве клинических ситуаций достаточно одного инструмента WaveOne Gold Primary. Предлагается контролируемый и предсказуемый протокол формирования корневого канала без риска чрезмерной нагрузки на файл:

1. неактивный WaveOne Gold Primary погружается в корневой канал до ощущения сопротивления. Глубина погружения фиксируется, к ней прибавляется 4-6 мм, устанавливается стоппер;

2. канал заполняется раствором гипохлорита натрия, файл вносится в устье канала, активируется и без применения апикального давления продвигается по корневому каналу на установленную длину;

3. как только стоппер достиг контрольной точки, вращающийся инструмент извлекается из корневого канала, очищается и осматривается. Канал промывается раствором гипохлорита натрия, проводится рекапитуляция ручным К-файлом 010/02 на всю рабочую длину, повторяется ирригация;

4. стоппер на WaveOne Gold Primary снова перемещается на 4-6 мм ближе к хвостовику или устанавливается на всю рабочую длину;

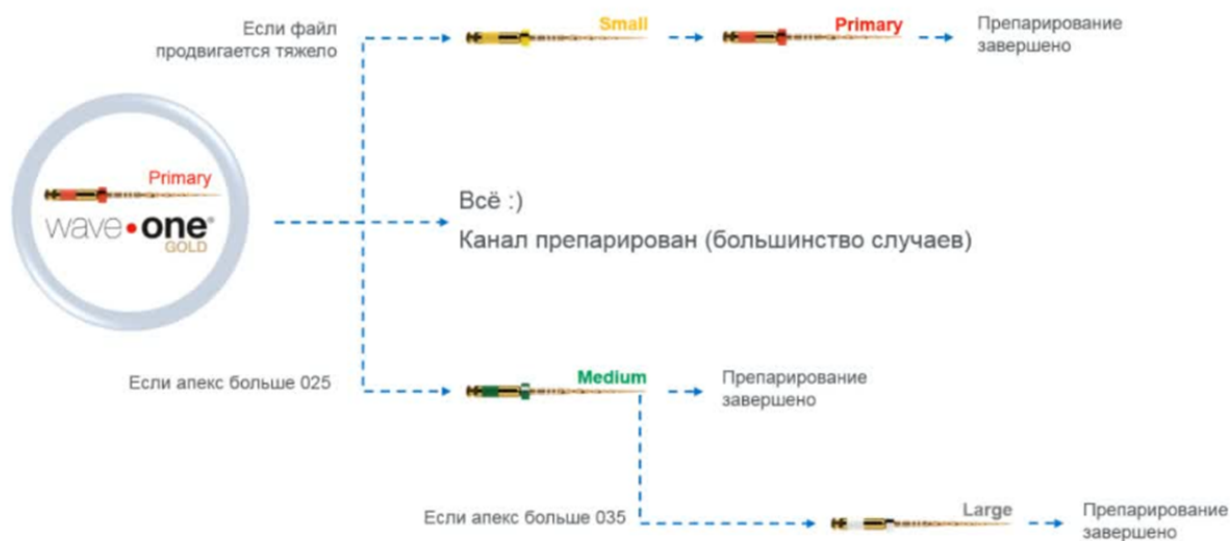


Рис. 9. Протокол формирования корневого канала реципрокной системой WaveOne Gold

5. циклы обработки повторяются пока инструмент не достигнет рабочей длины. Щеточные движения допускаются в каналах с нерегулярным поперечным сечением или при необходимости устранения дентинных помех в области устьевой трети канала.

Далее WaveOne Gold Primary извлекается из корневого канала и осматривается. Если апикальные 2-3 мм режущих граней заполнены дентинными опилками, то это указывает на соответствие диаметра

инструмента диаметру апикальной части канала. Если опилок нет, то формирование рекомендуется продолжить с помощью файлов WaveOne Gold Medium и WaveOne Gold Large.

Файл WaveOne Gold Small используется после предварительного расширения корневого канала, если файл Primary с трудом продвигается по каналу или, если врач-стоматолог чувствует неуверенность, работая только одним файлом Primary (рисунок 9).

б. Апикальная калибровка, подбор мастер-штифта или obtуратора.

Длина инструментов 21, 25, 31 мм. Рекомендуемые производителем параметры загружены в эндомотор X-Smart Plus в виде отдельной программы.

Таблица 2 – Характеристики реципрокной системы WaveOne Gold

Характеристики	WaveOne Gold
Количество инструментов	4
Сплав	NiTi+Gold обработка
Поперечное сечение	Параллелограмм
Спиральный угол*	24°
Диаметр верхушки (D ₀)	020, 025, 035, 045
Конусность по длине рабочей части	Переменная
Длина рабочей части	16 мм
Длина инструмента	21, 25, 31 мм
Параметры для эндомотора	Установлены производителем

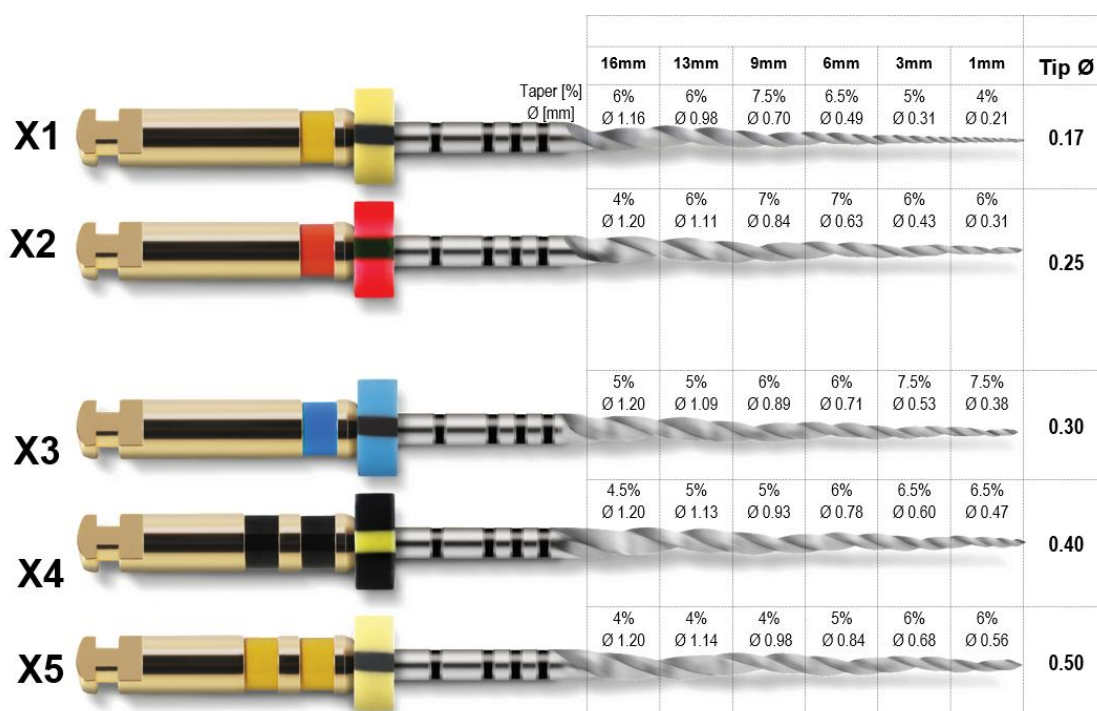
Спиральный угол(helix angles) – это угол между осью инструмента и касательной к линии режущей кромки. С увеличением спирального угла увеличивается эффект вкручивания инструмента в корневой канал. При прочих равных условиях это происходит за счет уменьшения силы трения.*

Явление вкручивания заключается в том, что инструмент втягивается в канал в результате вращения даже при отсутствии апикального давления со стороны оператора. Уловить момент возникновения эффекта вкручивания в процессе препарирования очень трудно и часто это заканчивается заклиниванием, а затем и поломкой инструмента в канале.

Таким образом, инструменты с большим спиральным углом и, соответственно, малым шагом нарезки обладают существенным недостатком – такая конструкция увеличивает силу вкручивания. Это требует особой осторожности при их использовании в практике [1].

Системы непрерывного ротационного вращения Dentsply Sirona

Ротационная система с переменной конусностью **ProTaper Next** (таблица 3) состоит из пяти инструментов (рисунок 10): ProTaper Next X1 – желтое маркировочное кольцо – 017/.04; ProTaper Next X2 – красное маркировочное кольцо – 025/.06; ProTaper Next X3 – синее маркировочное кольцо – 030/.07; ProTaper Next X4 – два черных маркировочных кольца – 040/.06 и ProTaper Next X5 – два желтых маркировочных кольца – 050/.06. Инструменты изготовлены из никель-титанового сплава *M-Wire*.



	16mm	13mm	9mm	6mm	3mm	1mm	Tip Ø
X1	Taper [%] 6% Ø 1.16	6% Ø 0.98	7.5% Ø 0.70	6.5% Ø 0.49	5% Ø 0.31	4% Ø 0.21	0.17
X2	4% Ø 1.20	6% Ø 1.11	7% Ø 0.84	7% Ø 0.63	6% Ø 0.43	6% Ø 0.31	0.25
X3	5% Ø 1.20	5% Ø 1.09	6% Ø 0.89	6% Ø 0.71	7.5% Ø 0.53	7.5% Ø 0.38	0.30
X4	4.5% Ø 1.20	5% Ø 1.13	5% Ø 0.93	6% Ø 0.78	6.5% Ø 0.60	6.5% Ø 0.47	0.40
X5	4% Ø 1.20	4% Ø 1.14	4% Ø 0.98	5% Ø 0.84	6% Ø 0.68	6% Ø 0.56	0.50

Рис. 10. Ротационная система с переменной конусностью ProTaper Next

Особенности использования системы инструментов ProTaper Next.

Предварительное расширение корневого канала проводится с помощью системы PathFile (в большинстве случаев PathFile №1 и №2 создают достаточно пространства для ProTaper Next X1) или ProGlider (рисунки 11 и 12).

Стандартные клинические ситуации:

1. канал заполняется раствором гипохлорита натрия;
2. ProTaper Next X1 активируется и вносится в корневой канал.

Допускаются легкие выметающие движения наружу, особенно в устьевой трети, для создания дополнительного пространства. Без апикального давления, следуя «ковровой дорожке», за один или несколько подходов инструмент должен достигнуть рабочей длины;

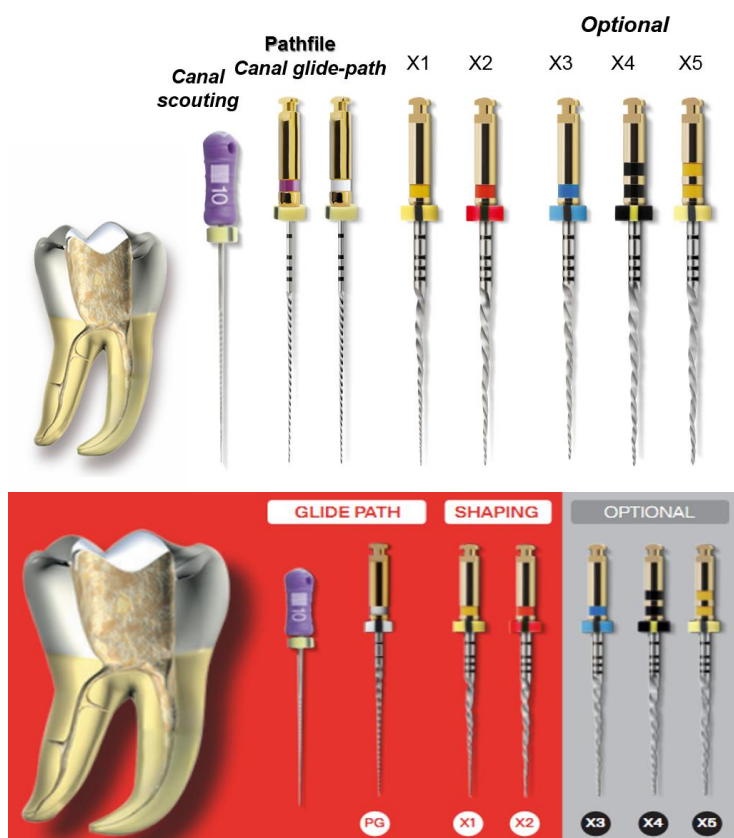


Рис. 11-12. Последовательность использования инструментов ProTaper Next

инструментов с 2% конусностью.

Если после ProTaper Next X2 ручной К-файл 025/.02 плотно прилегает к стенкам корневого канала по всей рабочей длине, то формирование закончено. Если после ProTaper Next X2 К-файл 025/.02 размещается в корневом канале свободно и есть вероятность его выведения за рабочую длину, то это указывает на то, что апикальный диаметр больше, чем 0,25 мм. В такой ситуации рекомендуется продолжить подготовку канала с помощью ProTaper Next X3, а апикальный диаметр проверить с помощью К-файла 030/.02.

ProTaper Next X3, X4 и X5 при необходимости используются так же, как ProTaper X1 или X2, но исключаются выметающие движения.

3. ProTaper Next X1 извлекается из корневого канала вращающимся, очищается и осматривается. Канал промывается раствором гипохлорита натрия, проводится рекапитуляция ручным К-файлом 010/.02 на всю рабочую длину, повторяется ирригация;

4. далее в таком же режиме в корневом канале работает ProTaper Next X2;

5. ирригация, рекапитуляция ручным К-файлом 010/.02, снова ирригация;

6. апикальная калибровка, подбор мастер-штифта или obturator.

Апикальная калибровка проводится с помощью ручных никель-титановых

Таблица 3 – Характеристики ротационной системы ProTaper Next

Характеристики	ProTaper Next
Количество инструментов	5
Сплав	M-Wire
Поперечное сечение	Билатеральное симметричное прямоугольное поперечное сечение со смещением от центральной оси вращения, которое создает асимметричное ротационное движение
Спиральный угол	18,5° (ProTaper Next X2)

Характеристики	ProTaper Next
Диаметр верхушки (D ₀)	017, 025 и 030, 040, 050
Конусность по длине рабочей части	ProTaper Next X1 и X2 имеют как повышающуюся, так и понижающуюся конусность на протяжении рабочей части инструмента. ProTaper Next X3, X4 и X5 имеют фиксированную конусность на протяжении первых 3мм длины, а затем понижающуюся – на всей оставшейся активной части
Длина рабочей части	16 мм
Длина инструмента	21, 25, 31 мм
Параметры для эндомотора	Редукция 16:1 300 об/мин и 2Н/см.

Ротационная система с переменной конусностью **ProTaper Gold** (таблица 4) состоит из восьми инструментов (рисунок 13): ProTaper Gold SX – золотистый хвостовик, маркировочного кольца нет – 019/.04; ProTaper Gold S1 – фиолетовое маркировочное кольцо – 018/.02; ProTaper Gold S2 – белое маркировочное кольцо – 020/.04; ProTaper Gold F1 – желтое маркировочное кольцо – 020/.07, ProTaper Gold F2 – красное маркировочное кольцо – 025/.08, ProTaper Gold F3 – синее маркировочное кольцо – 030/.09, ProTaper Gold F4 – два черных маркировочных кольца – 040/.06 и ProTaper Gold F5 – два желтых маркировочных кольца – 050/.05.

Система имеет такую же геометрию, как и система ротационных инструментов ProTaper Universal. Однако, за счет усовершенствованного процесса производства, гибкость ProTaper Gold увеличилась на 24%, а устойчивость к циклической нагрузке увеличилась в 2,6 раза. Также появилась возможность предварительного изгибания инструментов.

PROTAPER-GOLD™						Диаметр на кончике	Конусность на кончике	
		16мм	13мм	9мм	6мм	3мм	-	-
	SX	-	1.17	1.01	0.58	0.32	0.19	4.5%
	S1	1.20	1.08	0.67	0.43	0.27	0.18	2%
	S2	1.20	1.04	0.74	0.53	0.34	0.20	4%
	F1	1.08	0.96	0.65	0.59	0.41	0.20	7%
	F2	1.05	0.96	0.82	0.67	0.49	0.25	8%
	F3	1.12	1.03	0.87	0.74	0.57	0.30	9%
	F4	1.14	1.04	0.88	0.73	0.58	0.40	6%
	F5	1.13	1.03	0.89	0.77	0.65	0.50	5%

Рис. 13. Диаметр и конусность ProTaper Gold

Особенности использования системы инструментов ProTaper Gold (рисунок 14):

1. предварительное расширение корневого канала проводится с помощью системы PathFile или ProGlider. В зависимости от клинической ситуации на этом этапе допускается создание «ковровой дорожки» на $2/3$ длины корневого канала;
2. канал заполняется раствором гипохлорита натрия;
3. ProTaper Gold S1 формирует коронковую треть. Файл вносится в устье корневого канала, активируется. Без апикального давления, следуя «ковровой дорожке», инструмент работает на $2/3$ рабочей длины. Допускаются легкие выметающие движения (в многокорневых зубах – от фуркации) для создания дополнительного пространства. Извлекается инструмент из корневого канала вращающимся, очищается и осматривается;
4. ProTaper Gold S2 используется в точном соответствии с описанием для S1. Инструмент формирует среднюю треть канала;
5. ирригация раствором гипохлорита натрия, ручной К-файл 010/.02 на всю рабочую длину, система PathFile или ProGlider на всю рабочую длину, повторяется ирригация;
6. ProTaper Gold S1 на всю рабочую длину;
7. ProTaper Gold S2 на всю рабочую длину;
8. канал промывается раствором гипохлорита натрия, проводится рекапитуляция ручным К-файлом 010/.02 на всю рабочую длину, повторяется ирригация;
9. далее ProTaper Gold F1 за один или несколько подходов должен достигнуть рабочей длины. Выметающие движения не используются. Как только стоппер достиг контрольной точки, F1 тут же извлекается из корневого канала. На этом этапе формируется апикальная треть;
10. апикальная калибровка, подбор мастер-штифта или obturатора.



Рис. 14. Последовательность использования инструментов ProTaper Gold

ProTaper Gold SX является дополнительным инструментом, при необходимости применяется после ProTaper Gold S1, заменяет Gates Gliddens до №4. Может использоваться самостоятельно в прямых, коротких каналах.

Таблица 4 – Характеристики ротационной системы ProTaper Gold

Характеристики	ProTaper Gold		
Количество инструментов	8		
Сплав	NiTi+Gold обработка Файлы выглядят слегка изогнутыми		
Поперечное сечение	В виде треугольника с выпуклыми гранями (до инструмента F3)		
Спиральный угол	19,1° (ProTaper Gold S1) Изменяется на протяжении рабочей части		
Диаметр вершины (D ₀)	(SX 019), 018, 020; 020, 025, 030, 040, 050		
Конусность по длине рабочей части	Переменная, прогрессивная		
Длина рабочей части	16 мм		
Длина инструмента	21, 25, 31 мм		
Параметры для эндомотора	Редукция 16:1		
	ProTaper Gold S1 и SX	250-300 об/мин	5,1 Н/см
	ProTaper Gold S2 и F1		1,5-3 Н/см
	ProTaper Gold F2, F3, F4 и F5		3,1-5 Н/см

COLTENE

Ротационная система 5-го поколения **HyFlex EDM** изготовлена из Нитинола и является следствием эволюционного развития системы HyFlex SM. Файлы HyFlex EDM обладают эффектом «памяти формы»* и способностью перехода в фазу мартенсита при комнатной температуре, что делает их чрезвычайно гибкими.

Инструменты HyFlex EDM получают из Ni-Ti заготовок методом электроразрядной механической обработки (Electric Discharge Machine). Это производственный процесс, при котором электрический ток проходит через заготовку и электрод, погруженный в диэлектрическую жидкость. В результате создаются тщательно контролируемые искры, которые заставляют металлическую поверхность заготовки расплавляться и испаряться. Затем металл охлаждается диэлектрической жидкостью (Jameson, 2001). Преимуществом электроразрядной механической обработки является возможность изготовления файлов со сложным дизайном.

Основным инструментом системы HyFlex EDM является HyFlex EDM One File 25/~ с нулевым диаметром вершины 025 и изменяющейся конусностью: 8% для первых 5 мм от вершины и 4% для остальной части файла. Вершина инструмента имеет прямоугольное поперечное сечение, а к

хвостовику поперечное сечение становится практически треугольным. По результатам некоторых исследований, и способ изготовления, и строение повышают устойчивость файла к нагрузкам и его режущую эффективность.

Файлы HyFlex EDM способны реагировать на торсионную нагрузку раскручиванием спирали, что позволяет избежать заклинивания файла в канале и, следовательно, противостоять поломке. Чтобы файлы восстановили свою форму, их следует поместить в гласперленовый стерилизатор на 10 секунд или автоклавировать. Тем не менее, необходимо внимательно следить, чтобы режущая кромка инструмента не закручивалась в обратном направлении во время использования, так как в таком случае файл уже не сможет восстановиться. Если после автоклавирования файл имеет несколько распрямленных спиралей его следует утилизировать.



Рис. 15. Последовательность использования инструментов HyFlex EDM в прямых и изогнутых каналах

Особенности использования системы инструментов HyFlex EDM в стандартных клинических ситуациях (рисунок 15):

1. обработка устьевой трети корневого канала HyFlex EDM Orifice Opener 025/.12 (400 об/мин 2,5 Н/см);
2. прохождение корневого канала ручным К-файлом 010/.02 на всю рабочую длину;
3. предварительное расширение на рабочую длину HyFlex EDM Glidepath File 010/.05 (300 об/мин 1,8 Н/см), обильная ирригация и контроль рабочей длины;

4. формирование корневого канала основным формирующим файлом – HyFlex EDM 25/~ One File на рабочую длину. Файл вносится в устье корневого канала, активируется. Движения инструмента «клюющие», без апикального давления до ощущения сопротивления (400 об/мин 2,5 Н/см). Извлекается инструмент из корневого канала вращающимся, очищается и тщательно осматривается. Канал обильно промывается гипохлоритом натрия, рабочая длина контролируется ручным К-файлом 010/.02. При необходимости можно вернуться к предыдущему инструменту.

5. апикальная калибровка, подбор мастер-штифта или obturатора.

В изогнутых каналах после этапа предварительного расширения инструментом HyFlex EDM Glidepath File рекомендуется использовать на рабочую длину промежуточный инструмент – HyFlex Preparation File 020/.05 или HyFlex SM 020/.04 (500 об/мин 2,5 Н/см).

Длина инструментов 21, 25, 31 мм.

FKG

Не так давно в эндодонтический арсенал белорусских стоматологов был включен инструмент, разработанный для трехмерного формирования корневых каналов – ***XP-3D Shaper***.

Адаптивный файл XP-3D Shaper формирует пространство корневого канала с соблюдением исходной анатомии, исключая скопление дентинных опилок в/на необработанных участках. Инструмент изготовлен из никель-титанового сплава MaxWire: при комнатной температуре сплав находится в мартенситной фазе, что повышает гибкость инструмента; при температуре тела сплав переходит в аустенитную фазу, что повышает устойчивость инструмента к усталостным нагрузкам, обеспечивает способность расширяться, повышает режущую эффективность.

Направляющая верхушка инструмента с нулевым диаметром 015 по ISO – Booster Tip – лишена режущих граней на первых 0,25 мм. Далее, в пределах 1 мм, появляются 6 режущих граней и диаметр инструмента увеличивается до 030/.01 (рисунок 16) [11].

Особенности использования:

1. предварительное расширение узких корневых каналов проводится ротационной системой ScoutRace (ScoutRace №1 и №2 создают достаточно пространства для XP-3D Shaper);
2. далее канал заполняется раствором гипохлорита натрия;
3. XP-3D Shaper вносится в устьевую треть корневого канала, активируется. Параметры для эндомотора – 800-1000 об/мин и 1 Н/см;
4. за 3-5 подходов достигается рабочая длина, апикальная треть расширяется до размера 030/.02;
5. ирригация раствором гипохлорита натрия, рекапитуляция ручным К-файлом 010 на всю рабочую длину, повтор ирригации;

6. 10 дополнительных длинных подходов расширяет апикальную треть до размера 030/.04 (Каждые дополнительные 10 подходов увеличивают конусность на 2%. Максимальная возможная конусность – 8%. В узких корневых каналах формирование рекомендуется заканчивать на диаметре 030/.04);

7. апикальная калибровка, подбор мастер-штифта или obtуратора.

Длина инструмента 21, 25, 31 мм.

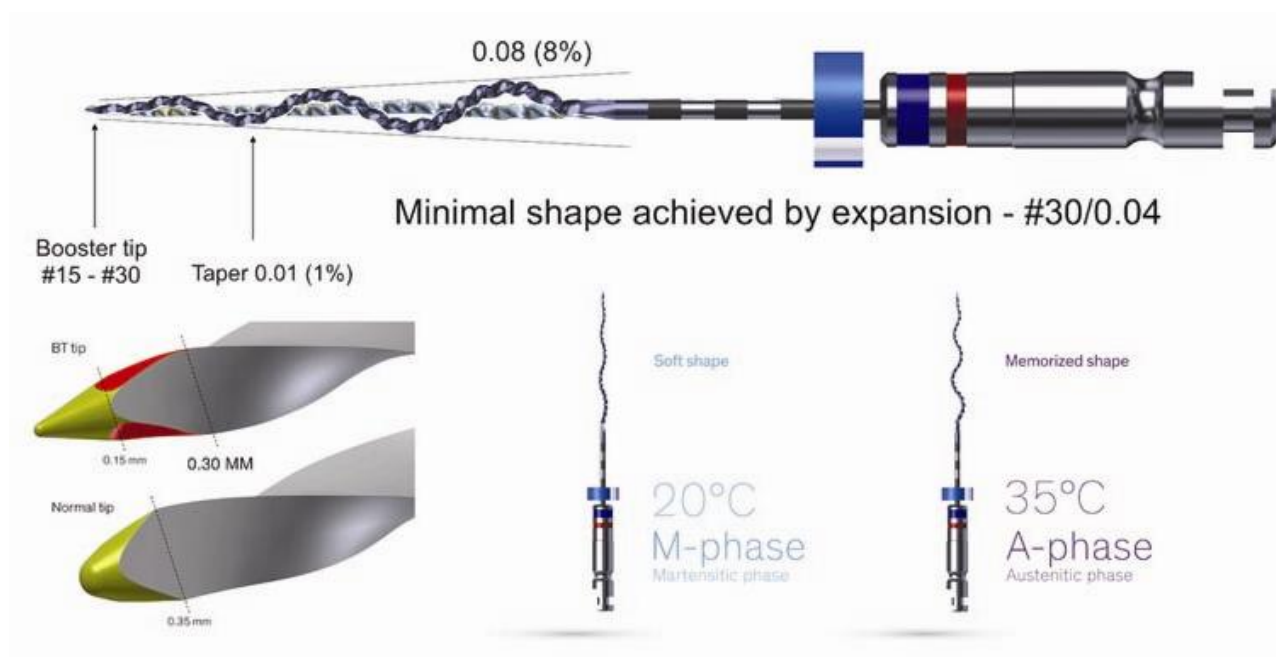


Рис. 16. Ротационный инструмент XP-3D Shaper

Апикальная калибровка

Последовательность проведения апикальной калибровки описана на примере системы ProTaper Next.

Апикальная граница инструментальной обработки корневого канала.

По результатам многочисленных исследований наиболее благоприятные гистологические условия обеспечиваются при ограничении инструментальной обработки областью апикального сужения, которое находится на 0,5-1,5 мм (среднестатистическое значение равно 1 мм) корональнее рентгенологической верхушки корня (рисунки 17 и 18). Эндодонтические границы рекомендуется не менять ни при витальной, ни при некротизированной пульпе [4].

В области апикального сужения корневой канал имеет либо неоднородную круглую форму, либо (значительно чаще, чем первый вариант) овальную или неправильную форму. Овальные каналы* имеют два диаметра: меньший и больший (рисунок 19) [9].

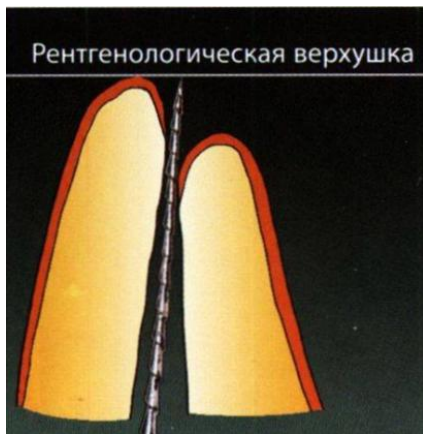


Рис. 17. Эндодонтический инструмент, установленный до рентгенологической вершины, действительно всегда находится за пределами корневого канала [4]

Качество механической очистки зависит от инструмента для большего диаметра (вся стенка канала должна быть включена в препарирование).

Проведенные морфологические исследования показывают, что апикальный диаметр в нормальных зубах взрослого человека равен 300-350 мкм или даже больше. Таким образом, анатомия канала диктует нам заканчивать апикальное формирование на

инструменте с D_0 не менее 0,30-0,35 мм.

Но следует помнить, что

никель-титановые

вращающиеся

инструменты с повышенной конусностью и D_0 0,30 мм и выше, менее гибкие и не могут безопасно использоваться на рабочую длину в некоторых клинических ситуациях. Основным ограничивающим фактором их использования является кривизна канала.

Когда изогнутые каналы подвергаются механической обработке, возникает риск транспортиции канала, иногда вплоть до ленточной перфорации [13].

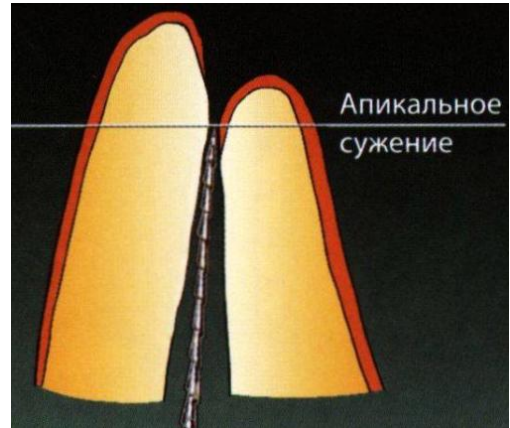


Рис. 18. Апикальное сужение – самый узкий участок перед воронкообразным расширением корневого канала [4]

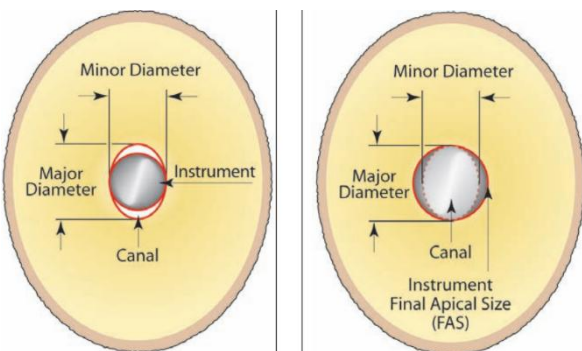


Рис. 19. Два диаметра овального канала []

Верификаторы

Верификаторы – это ручные Ni-Ti инструменты с 5% конусностью и режущими радиальными фасками, как у ProFiles (рисунок 20).

С помощью верификатора определяется доступное пространство для obturатора Thermafil или Gutta Core:

- после этапа апикальной калибровки, перед удалением смазанного слоя;
- верификатор, соответствующий по размеру последнему апикальному файлу, устанавливается на рабочую длину;
- положение верификатора подтверждается апекслокатором и рентгеном;
- при необходимости верификатором можно корректировать форму и диаметр корневого канала;

– цветовая маркировка верификатора и obturатора совпадают (таблица 5).



Рис. 20. Верификатор

Таблица 5 – Соответствие диаметра и конусности формирующего инструмента носителю гуттаперчи Gutta Core

Окончательная конусность сформированного канала 4% (.04)	Обтуратор Gutta Core:	Окончательная конусность сформированного канала 6% (.06)	Обтуратор Gutta Core:
20/.04	-	20/.06	20
25/.04	20	25/.06	25
30/.04	25	30/.06	30
35/.04	30	35/.06	35
40/.04	35	40/.06	40
45/.04	40	45/.06	45
50/.04	45	50/.06	50
55/.04	50	55/.06	55
60/.04	55	60/.06	60
70/.04	60	70/.06	70

**Овальные каналы обнаруживаются в 25% зубов, а в определенных группах зубов они могут присутствовать до 90% случаев. Нельзя ожидать, что ротационные или реципрокные файловые системы, которые очень эффективны в случаях простых корневых каналов с круглым поперечным сечением, будут так же эффективны в овальных. Маловероятно, что механическое воздействие вращающихся инструментов затронет весь больший диаметр такого канала. Следовательно, необработанные щечные и/или язычные пространства («плавники») являются частой находкой. Попытки преодолеть эту проблему с помощью выметающих/щеточных движений малоэффективны. Объясняется это свойством гибкого никель-титанового инструмента при вращении оставаться в центре канала. Надеяться в таких случаях остается только на эффективность ирригационных растворов в сочетании с активацией звуком (EndoActivator) или ультразвуком (УЗ-файлы небольшого диаметра) [13].*

Факторы, влияющие на кратность применения вращающихся никель-титановых инструментов

Все ротационные инструменты в корневом канале испытывают два вида нагрузки: *торсионную и циклическую*.

При вращении и срезании дентина, инструмент испытывает действие момента сил сопротивления со стороны стенок корневого канала, или так называемую *торсионную нагрузку*. Если сопротивление стенок канала достаточно велико, инструмент заклинивает в канале. При продолжении вращения инструмента вокруг своей оси, торсионная нагрузка превышает предел прочностных характеристик Ni-Ti сплава и приводит к поперечному перелому инструмента (рисунок 21). Такой тип разрушения сопровождается продольно видимой пластической деформацией файла вблизи линии разлома [3].

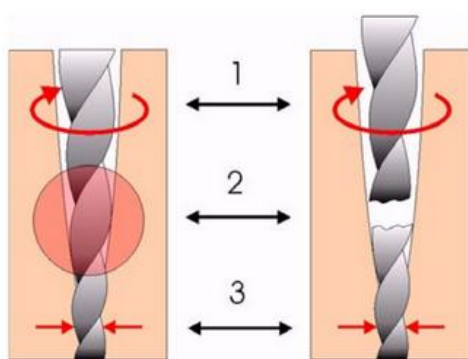


Рис. 21. Схема действия торсионной нагрузки на инструмент. 1–зона постоянного вращения, 2–зона повышенного напряжения в инструменте и его разлома, 3–зона заклинивания инструмента [3]

появлению микроскопических трещин и перелому инструмента в самый неожиданный момент (таблица 6). Накопление циклической усталости Ni-Ti инструмента происходит без видимых дефектов на поверхности [3].

Циклическая нагрузка возникает при формировании изогнутого канала. При вращении в таком канале часть инструмента, в сторону которой произошел изгиб, сжимается, а противоположная – растягивается. При повороте инструмента на 180° , та часть, которая была сжата, растягивается, а та, которая была растянута, сжимается (рисунок 22). Повторяющееся и чередующееся сжатие и растяжение инструмента вдоль своей оси приводит к

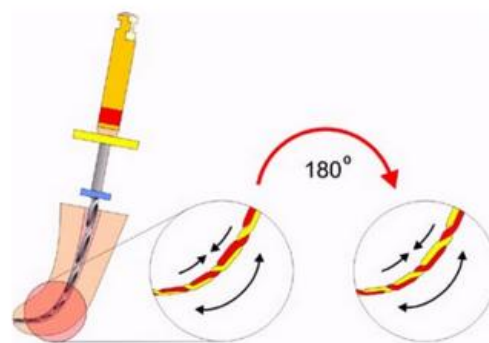


Рис. 22. Схема воздействия циклической нагрузки на инструмент [3]

Таблица 6 – Допустимое количество формируемых корневых каналов в зависимости от угла их изгиба

Тип канала	Кратность применения одного Ni-Ti инструмента
Чрезвычайно изогнутые ($>30^\circ$) или S-образные каналы	2 канала максимально
Умеренно изогнутые каналы (от 10 до 30°)	4 канала максимально
Слегка изогнутые ($<10^\circ$) или прямые каналы	8 каналов максимально

Однако, наиболее безопасным является однократное применение вращающихся никель-титановых инструментов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Какую же систему вращающихся файлов выбрать? К сожалению, универсальной системы инструментов, подходящей ко всем клиническим ситуациям, пока нет.

Эффективная система вращающихся Ni-Ti инструментов должна соответствовать некоторым требованиям:

- быстро и эффективно формировать канал;
- обладать повышенной устойчивостью к нагрузкам;
- обладать супергибкостью;
- максимально сохранять внутреннюю анатомию корневого канала;
- минимальное количество инструментов для большинства клинических ситуаций;
- простая и понятная последовательность использования инструментов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Беляева, Т.С. Конструктивные особенности вращаемых (ротационных) эндодонтических инструментов / Т.С. Беляева, Е.А. Ржанов // *Endodontic Practice Today*, 2012. – № 6 (1). – С. 29–39.
2. Бутвиловский, А. В. Методы изучения кривизны корневых каналов зубов / А.В. Бутвиловский, Тоока Алаа Мушрек // *Современная стоматология*, 2017. – № 1. – С. 66–68.
3. Ржанов, Е.А., Инструменты из никель-титанового сплава, используемые в эндодонтии. Обзор. Часть 1. Свойства никель-титанового сплава. Конструктивные особенности инструментов / Е.А. Ржанов, А.В. Болячин // *Клиническая стоматология*, 2004. – № 2. – С. 26–32.
4. Рикуччи, Д. Эндодонтология. Клинико-биологические аспекты. / Доменико Рикуччи, Жозе Сикейра. – М. : «Азбука», 2015. – 415 с.
5. Шумилович, Б.Р. Никель-титановый инструмент V поколения – инновационный подход к механической обработке корневых каналов. Клинические возможности, протокол работы и сравнительная характеристика инструмента. (клинический обзор) / Б.Р. Шумилович, В.В. Ростовцев, Л.М. Адунц, Р.В. Селин // *Успехи современной науки*, 2017. – Том 1. – № 6. – С. 67–73.
6. Balani, P. A brief review of the methods used to determine the curvature of root canals / Pooja Balani, Fayez Niazi, Haroon Rashid // *Journal of Restorative Dentistry*, Sep-Dec 2015. – Vol 3 / Issue 3. – P. 57–63.
7. Castellucci, A. Endodontics Vol II / Arnaldo Castellucci. – Tridente, 2005. – 391 с.
8. Ruddle, C. Current concepts for preparing the root canal system / Clifford J. Ruddle // *Dentistry today*, 2001. – February. – P. 1–9.
9. Senia, S. Endodontic success: It's all about the apical third / Steve Senia // *Endo Tribune*, 2008. – March. – P. 8–11.
10. Shen, Y. Current Challenges and Concepts of the Thermomechanical Treatment of Nickel-Titanium Instruments / Ya Shen, Hui-min Zhou, Yu-feng Zheng, Bin Peng, and Markus Haapasalo // *JOE*. – Vol. 39, 2013. – № 2. – P. 163–172.
11. Trope, M. Three-dimensional instrumentation – reaching the next level in endodontics / Martin Trope, Ken Serota, and Gilberto Debelian // *Endodontic Practice*, 2017. – № 6. – P. 16–20.
12. Vyver, P. WaveOne® Gold reciprocating instruments: clinical application in the private practice: Part 1 / Peet van der Vyver and Martin Vorster // *International Dentistry – African Edition*. – Vol. 7. – №. 4. – P. 6–19.

13. Zvi, M. The role of mechanical instrumentation in the cleaning of root canals / Zvi Metzger, Michael Solomonov & Anda Kfir // Endodontic Topics, 2013. – Vol. 29. – P. 87–109.

14. <https://www.dentsplysirona.com/ru-ru>

15. <http://www.dentsplymaillefer.com>

16. <https://endopracticeus.com>

17. <https://fkg.ch>

18. HyFlex EDM brochure 2016 Coltene/Whaledent, Inc.

Учебное издание

Юдина Наталья Александровна
Пиванкова Наталья Николаевна
Юрис Ольга Вячеславовна

СОВРЕМЕННЫЕ ЭНДОДОНТИЧЕСКИЕ ИНСТРУМЕНТЫ

Учебно-методическое пособие

В авторской редакции

Подписано в печать 28.12.2020. Формат 60x84/16. Бумага «Discovery».

Печать ризография. Гарнитура «Times New Roman».

Печ. л. 1,69. Уч.- изд. л. 1,69. Тираж 120 экз. Заказ 35.

Издатель и полиграфическое исполнение –
государственное учреждение образования «Белорусская медицинская
академия последипломного образования».

Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,
распространителя печатных изданий № 1/136 от 08.01.2014.

Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,
распространителя печатных изданий № 3/1275 от 23.05.2016.

220013, г. Минск, ул. П. Бровки, 3, кор.3.

МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

БЕЛОРУССКАЯ МЕДИЦИНСКАЯ АКАДЕМИЯ
ПОСЛЕДИПЛОМНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

КАФЕДРА ОБЩЕЙ СТОМАТОЛОГИИ

Н.А. Юдина, Н.Н. Пиванкова, О.В. Юрис

СОВРЕМЕННЫЕ ЭНДОДОНТИЧЕСКИЕ ИНСТРУМЕНТЫ

Минск БелМАПО

2021

