ПРЕПАРИРОВАНИЕ КОРНЕВЫХ КАНАЛОВ

5 ПОКОЛЕНИЕ ИНСТРУМЕНТОВ

Доктор Clifford J. Ruddle (США)
Доктор стоматологии (DDS), член международного колледжа стоматологов (FICD), член американского колледжа стоматологов (FACD)

При участии:

Доктор Pierre Machtou (Франция)
Доктор стоматологии (DDS), магистр наук (MS), PhD, член международного колледжа стоматологов (FICD)

Доктор John West (США)
Доктор стоматологии (DDS), магистр наук (MSD), директор Центра Эндодонтии

Доктор Clifford J. Ruddle является основателем и директором Advanced Endodontics, международного образовательного ресурса, в Санта-Барабаре, Калифорния. Он является доцентом по эндодонтии Университета Loma Linda и Университета Калифорнии, Лос-Анджелес, также клиническим адъюнкт-профессором Университета Калифорнии, Сан-Франциско и адъюнкт-доцентом по эндодонтии Тихоокеанского Университета, стоматологической школы. Как изобретатель, доктор Ruddle разработал и усовершенствовал несколько инструментов и приспособлений, которые широко используются в мире. Он хорошо известен как прекрасный преподаватель по эндодонтии, имея в своём арсенале лекции, клинические статьи, учебные пособия, видео и DVD. Кроме того, он имеет частную практику в Санта Барбаре, Калифорния.

На заре возникновения современной эндодонтии существовало множество концепций, стратегий и техник для препарирования корневых каналов. За последние десятилетия появлялись десятки инструментов для прохождения и формирования каналов.

Прорыв в области клинической эндодонтии произошёл при переходе от использования длинной последовательности инструментов из нержавеющей стали и нескольких разверток Gates Glidden к использованию никель-титановых инструментов для препарирования каналов. Независимо от используемых техник, цели механической обработки корневых каналов были блистательно заданы почти 40 лет назад доктором Herbert Schilder[1]. При правильном алгоритме лечения механическая обработка корневых каналов должна соответствовать биологическим целям препарирования каналов, трёхмерной дезинфекции и обтурации ***(Рисунок 1)***.

Целью данной статьи является демонстрация и сравнение новых поколений эндодонтических никель-титановых инструментов, предназначенных для усовершенствования препарирования корневых каналов. Важно, что данная статья даст определение новой системе инструментов, сочетающей в себе доказанные конструктивные особенности прошлого с последними инновациями настоящего, а также будет описана техника работы.

Рис. 1a. *Микро компьютерная томография верхнего центрального резца демонстрирует систему корневых каналов с множественными выходами на верхушке корня.*

Рис. 1b. *На рентгенограмме до лечения показано неудовлетворительное эндодонтическое вмешательство на переднем зубе, служащем опорой мостовидного протеза. Зуб имеет свищевой ход.*

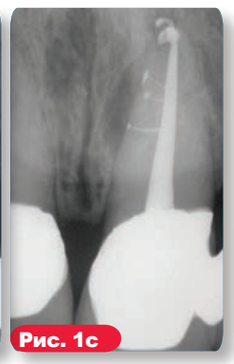

Рис. 1c. *На данном снимке после процедуры перелечивания показана важность формирования корневых каналов, что способствует лучшей трёхмерной очистке и обтурации.*

Рис. 1d. *Рентгенограмма спустя 25 лет после лечения демонстрирует заживление костной ткани.*

ПРЕПАРИРОВАНИЕ КОРНЕВЫХ КАНАЛОВ NI-TI ИНСТРУМЕНТАМИ

В 1988 году Walia предложил нитинол, никель-титановый сплав для препарирования корневых каналов, который в 2-3 раза гибче, чем сплав из нержавеющей стали, причем для тех же размеров инструментов. Революционным результатом применения инструментов, изготовленных из никель-титанового сплава, явилась возможность механически обрабатывать искривленные каналы, используя непрерывное вращение. К середине 1990-х, первые серийно выпускаемые никель-титановые вращающиеся инструменты появились на рынке[3]. Ниже представлена механическая классификация каждого поколения инструментов. Вместо того, чтобы описывать несметное количество существующих поперечных сечений инструментов, мы будем разделять инструменты с пассивной и активной режущей способностью.

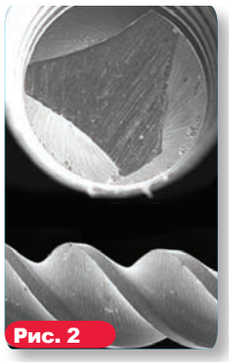

Рис. 2. *Данные снимки со сканирующего электронного микроскопа демонстрируют поперечное сечение и боковую проекцию пассивно режущего инструмента с радиальными гранями.*

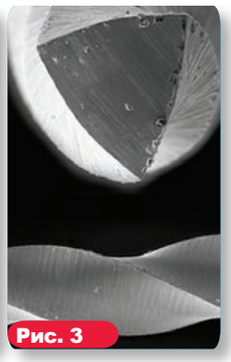

Рис. 3. *Данные снимки со сканирующего электронного микроскопа демонстрируют поперечное сечение и боковую проекцию активного инструмента с острыми режущими гранями.*

ПЕРВОЕ ПОКОЛЕНИЕ

Для оценки эволюции никель-титановых инструментов полезно знать, что первое поколение никель-титановых инструментов имело пассивные радиальные режущие грани и фиксированную конусность 4% и 6% по всей длине активных лезвий ***(Рисунок 2)***[4]. Данное поколение требовало множество инструментов для достижения целей препарирования. С середины до конца 1990-х появились инструменты GT (Dentsply), имевшие фиксированную конусность на каждом отдельном инструменте, составлявшую 6%, 8%, 10%, и 12%. Единственной самой важной конструктивной характеристикой первого поколения никель-титановых вращающихся инструментов были пассивные радиальные грани, которые позволяли инструменту оставаться центрированным в изгибе корневого канала в процессе работы.

ВТОРОЕ ПОКОЛЕНИЕ

Второе поколение никель-титановых вращающихся инструментов появилось на рынке в 2001 году[6]. Основное отличие этого поколения инструментов в том, что они имеют активные режущие грани, и требуется всего несколько инструментов для полноценного препарирования корневого канала ***(Рисунок 3)***. Во избежание образования запирающего конуса и, как следствие, эффекта вкручивания, связанного с пассивными и активными никель-титановыми инструментами с заданной конусностью, компании EndoSequence (Brassler) и BioRaCe (FKG) предлагают линейки инструментов с чередующимися контактными точками[7].

И хотя эта характеристика призвана уменьшать эффект запирающего конуса, данные линейки инструментов имеют фиксированную конусность в области активной режущей части. Клинический прорыв произошёл, когда на рынке появился ProTaper (Dentsply), имеющий множественную увеличивающуюся и уменьшающуюся конусность на протяжении одного инструмента. Данная революционная форма с прогрессивно меняющейся конусностью ограничивает режущее действие каждого инструмента до определённого участка канала, что позволяет использовать более короткую последовательность инструментов для безопасного воспроизведения формы канала по Шильдеру ***(Рисунок 4)***[8].

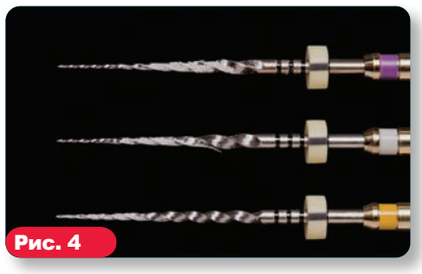

Рис. 4. *Инструменты ProTaper для формирования корневого канала обрабатывают канал преимущественно в коронковой и средней трети, в то время как финишные инструменты обрабатывают канал преимущественно в апикальной трети.*

В течение этого периода производители начали активно искать методы по улучшению показаьелей прочности инструмента. Некоторые производители применяли электрополирование для своих инструментов, чтобы убрать неровности поверхности, образующиеся при традиционном процессе шлифования инструментов. Однако, в ходе клинических наблюдений и научных исследований, было установлено, что электрополирование притупляет режущие грани. Как таковые, подмеченные преимущества электрополирования были нейтрализованы необходимостью оказывать нежелательное давление внутрь корневого канала, чтобы продвигать инструмент на всю рабочую длину. Избыточное внутреннее давление, особенно при использовании инструментов с фиксированной конусностью, приводит к образованию эффекта запирающего конуса, эффекта вкручивания и избыточного торка на вращающемся инструменте в процессе работы[9]. Для компенсации недостатков или неэффективной работы инструмента в результате электрополирования, были предложены другие поперечные сечения инструментов и скорости вращения при всей опасности были увеличены.

ТРЕТЬЕ ПОКОЛЕНИЕ

Совершенствование металлургии никель-титановых сплавов стало отличительным признаком третьего поколения инструментов для механической обработки корневых каналов. В 2007 году производители сконцентрировались на процессах нагрева и охлаждения сплавов для снижения циклической усталости и повышения безопасности при работе никель-титановыми инструментами в более искривленных корневых каналах[10]. Желаемая точка фазового перехода между мартенситом и аустенитом может отождествляется с поиском клинически более оптимального металла, чем никель-титан. Данное третье поколение никель-титановых инструментов отличается значительным снижением циклической усталости и, соответственно, перелома инструментов. Примеры инструментов, обработанных тепловым воздействием, Twisted File (SybronEndo), Hyflex (Coltene Whaledent) и GT, Vortex, и WaveOne (Dentsply).

ЧЕТВЁРТОЕ ПОКОЛЕНИЕ

Еще одним прогрессивным движением при препарировании канала является реципрокация, которую можно определить, как любое повторяющееся возвратно-поступательное движение или движение вверх-вниз. Данная технология была впервые представлена в конце 1950-х французским стоматологом Blanc. На сегодняшний день M4 (SybronEndo), Endo Express (Essential Dental Systems) и Endo-Eze (Ultradent) это примеры систем, где угол вращения инструмента по часовой стрелке равен углу вращения ин-

струмента против часовой стрелки. По сравнению с системами полного вращения реципрокный инструмент, поворачивающийся на одинаковые углы по и против часовой стрелки, требует больше давления внутрь корневого канала для продвижения вперед, не режет также эффективно как и вращающийся инструмент того же размера и более ограничен в извлечении опилок и продуктов распада из канала.

На основании этих ранних опытов технология реципрокации неуклонно развивалась, что привело к созданию 4 поколения инструментов для препарирования корневых каналов. Данное поколение инструментов и технология реципрокации воплотились в столь ожидаемом одном инструменте. Компания ReDent-Nova (Henry Schein) представила самоадаптирующийся инструмент (SAF). Данный инструмент имеет форму сжимающейся полой трубки; подразумевается, что инструмент оказывает равномерное давление на дентинные стенки независимо от поперечного сечения канала. Инструмент SAF механически вращается с помощью наконечника, который совершает как короткие 0,4 мм вертикальные движения, так и вибрационные движения с постоянной ирригацией[11]. Еще одна перспективная техника одного инструмента называется One Shape (Micro Mega), о которой будет упомянуто ниже в главе об инструментах 5 поколения.

Безусловно, наиболее популярной концепцией использования одного инструмента является система WaveOne (Dentsply) и Reciproc (VDW). WaveOne сочетает в себе лучшие дизайнерские характеристики 2 и 3 поколения инструментов и реципрокный мотор, который вращает любой инструмент туда-обратно на неодинаковые углы. Угол движения против часовой стрелки в 5 раз больше угла движения по часовой стрелке, причем он меньше предела эластичности инструмента. Спустя 3 цикла вращений против и по часовой стрелке инструмент сделает полный круг или оборот в 360° ***(Рисунок 5)***. Данное новое реципрокное движение позволяет инструменту легко продвигаться, эффективно обрабатывать и удалять опилки из корневого канала [12].

ПЯТОЕ ПОКОЛЕНИЕ

Пятое поколение инструментов для препарирования каналов отличается тем, что центр тяжести и/или центр вращения смещены ***(Рисунок 6)***. При вращении инструментов, имеющих подобную форму, возникает механическая волна движения, которая перемещается по всей длине инструмента. Подобно прогрессирующей конус-

Рис. 5. *Реципрокный инструмент WaveOne использует неравные углы вращения по и против часовой стрелки для повышения эффективности, продвижения внутрь корневого канала и извлечения опилок из корневого канала.*

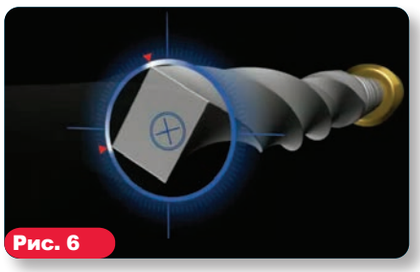

Рис. 6. *Поперечное сечение инструмента ProTaper Next. Обратите внимание на смещённую от центра массу инструмента, что позволяет снизить его вкручивание в канал, обеспечить большее пространство для опилок и улучшить гибкость.*

ности любого инструмента ProTaper, смещённый центр тяжести ещё больше минимизирует трение между инструментом и дентином[13]. Также, подобный дизайн улучшает извлечение опилок из канала и улучшает гибкость активной части инструмента Protaper Next. Преимущества инструментов со смещенным центром тяжести будут описаны ниже в данной статье.

Торговые названия инструментов, работающих на основании этой технологии Revo-S, One Shape (Micro Mega) и ProTaper Next (Dentsply Maillefer). Сегодня наиболее безопасные, эффективные и простые системы инструментов используют проверенные временем характеристики инструментов прошлых поколений совместно с последними технологическими достижениями. Ниже приведено краткое техническое описание системы ProTaper Next.

PROTAPER NEXT

В новой системе ProTaper Next (PTN) (Dentsply Maillefer) представлено 5 инструментов различной длины для препарирования корневых каналов, имеющих порядковую маркировку X1, X2, X3, X4, и X5 ***(Рисунок 7)***. От 1 до 5 они имеют цветовую кодировку жёлтый, красный, синий, двойная чёрная и двойная жёлтая полоски на рукоятке, что соответствует размерам 17/04, 25/06, 30/07, 40/06, и 50/06, соответственно. Перечисленная конусность НЕ является фиксированной по всей рабочей части инструмента ProTaper Next. Представьте, что инструменты ProTaper Next X1 и X2 имеют как повышающуюся, так и понижающуюся конусность на протяжении одного и того же инструмента, тогда как инструменты ProTaper Next X3, X4 и X5 имеют фиксированную конусность на протяжении первых 3 мм длины, а затем понижающуюся конусность на всей оставшейся активной части.

Инструменты ProTaper Next представляют собой комбинацию 3 существенных конструктивных особенностей, таких как увеличивающаяся конусность на одном и том же инструменте, технология M-wire и сечение, смещённое от центра. В качестве примера

Рис. 7. *На рисунке изображена последовательность из 5 инструментов ProTaper Next. Большинство корневых каналов у боковых зубов могут быть сформированы с помощью 2–3 инструментов.*

возьмём инструмент ProTaper Next X[1], он имеет центрированную массу и ось вращения на протяжении первых 3 мм длины, тогда как от 4-16 мм инструмент X1 имеет смещённое поперечное сечение. На протяжении от 1 до 11 мм инструмент X1 увеличивает свою конусность, стартуя на отметке 4%, тогда как от 12-16 мм имеется понижающаяся конусность, чтобы улучшить гибкость инструмента и сохранить дентин корня во время процедуры препарирования корневого канала.

Инструменты ProTaper Next используются при скорости вращения 300 об./мин. и торке от 2.0-5.2 Н·см. Однако, авторы предпочитают торк 5.2 Н·см, поскольку данный уровень торка был признан безопасным, если клиницисты тщательно создают ковровую дорожку и используют осторожные выметающие движения при прогрессивном препарировании корневых каналов [14]. В технике ProTaper Next все инструменты используются абсолютно одинаково и последовательность использования всегда соответствует цветовой кодировке ISO и всегда одинакова, несмотря на длину, диаметр, или кривизну канала.

DENTSPLY MAILLEFER

PROTAPER • NEXT™

Гибкий подход к эндодонтии

Возьмите новую высоту с ProTaper NEXT!
Повышенная гибкость инструмента и уникальное волнообразное движение в канале обеспечивает надежную работу в самых сложных клинических случаях.

WE KNOW ENDO.

Рис. 8a. *На рентгенограмме показан зуб, являющийся опорой мостовидного протеза в боковом отделе и нуждающийся в эндодонтическом лечении. Обратите внимание на ориентацию протеза относительно корней.*

Рис. 8b. *Снимок в процессе работы показывает снятие коронки, изоляцию и инструменты №10, введённые в корневые каналы, которые имеют разного радиуса кривизну.*

Рис. 8c. *На данной фотографии демонстрируется механическая волна движения, перемещающаяся вдоль активной порции инструмента ProTaper Next X1.*

ТЕХНИКА ПРЕПАРИРОВАНИЯ PROTAPER NEXT

Техника препарирования ProTaper Next чрезвычайно безопасна, эффективна и проста, при условии хорошей полости доступа и создания ковровой дорожки. Как и при любой другой процедуре препарирования корневого канала большое внимание должно уделяться созданию прямолинейного доступа к каждому устью. Это подразумевает расширение, сглаживание и финишную обработку внутренних аксиальных стенок. Для устьевого доступа система ProTaper предлагает дополнительный инструмент под названием SX. Инструментом SX работают выметающими движениями наружу для предварительного расширения устья, удаления треугольников дентина, перемещения коронковой порции канала от наружной кривизны корня или создания более выраженной формы. Вероятно, наибольшим испытанием в эндодонтическом лечении является нахождение, следование и предсказуемое сохранение формы корневого канала до апекса. Прохождение и сохранение формы канала с помощью тонких ручных инструментов требует механической стратегии, опытного чувства работы, терпения и желания. Ручной инструмент небольшого размера первоначально используется для разведывания, расширения и сглаживания внутренних стенок канала. Как только корневой канал станет на всю длину проходимым с помощью ручного инструмента, можно использовать инструмент непрерывного вращения для создания ковровой дорожки и расширения первоначального просвета канала, чтобы подготовиться к формированию[15]. Для внесения ясности, канал подготовлен лишь тогда, когда он пуст и имеет подтверждённую гладкую и воспроизводимую ковровую дорожку.

Имея предположительную рабочую длину и в присутствии вязкого хелатирующего агента, внесите инструмент №10 K-file в корневой канал и посмотрите насколько легко инструмент будет двигаться по направлению к верхушке корневого канала. В более коротких широких и прямых каналах инструмент №10 может быть легко введён на всю рабочую длину. Как только подтвердилось, что он свободно двигается на всю рабочую длину, ковровая дорожка может быть дополнительно расширена либо ручным инструментом №15, либо специально предназначенными инструментами, такими как PathFile (Dentsply). Созданная ковровая дорожка даёт достаточное пространство для начала механической обработки инструментом ProTaper Next X1.

В иных случаях, зубы, нуждающиеся в эндодонтическом лечении, могут иметь более длинные, узкие и более искривленные корневые каналы ***(Рисунок 8a)***. В таких ситуациях инструмент №10 зачастую не проходит на всю длину корневого канала. Как правило, нет необходимости использовать ручные инструменты №06 и/или №08 в попытке незамедлительно достигнуть верхушечного отверстия. Просто и аккуратно поработайте ручным инструментом №10 в пределах любого участка корневого канала, пока инструмент не будет полностью свободным. Инструменты ProTaper Next могут использоваться для формирования любого участка корневого канала, имеющего гладкую и воспроизводимую ковровую дорожку. Несмотря на наличие ковровой дорожки и последовательности использования инструментов, конечной целью является полное прохождение корневого канала на всю рабочую длину, установление рабочей длины и проверка апикальной проходимости (***Рисунок 8b)***. К безопасной работе с каналом можно приступать после проверки созданной ковровой дорожки, когда инструмент №10 не залипает на рабочей длине и может повторно скользить, двигаться в области нижней трети корневого канала.

Когда канал подготовлен, полость доступа обильно заполняется 6% раствором NaOCl. Можно начинать препарирование канала с инструмента ProTaper Next X1. Следует подчеркнуть, что при работе инструментами ProTaper Next никогда не используются нагнетающие или клюющие движения, направленными вовнутрь. Наоборот, инструменты ProTaper Next используются выметающими движениями, направленными наружу. Важно, что подобный метод использования позволит любому инструменту ProTaper Next пассивно двигаться внутрь, следуя ковровой дорожке и проникать на всю рабочую длину. Инструмент X1 вносится в полость доступа в предварительно расширенное устье и подготовленный канал. Перед тем, как встретить сопротивление, сознательно начинайте проводить выметающие движения наружу ***(Рисунок 8c)***. Выметание создаёт латеральное пространство и позволяет этому инструменту проникнуть на несколько миллиметров внутрь. Выметающие движения служат для улучшения контакта между инструментом и дентином, особенно в каналах, имеющих нестандартное поперечное сечение.

Продолжайте работать инструментом ProTaper Next X1, двигаясь по основной части корневого канала. При погружении инструмента на каждые последующие несколько миллиметров, извлекайте его и исследуйте, проводя параллельно очистку лезвий. Перед повторным введением инструмента X1 в корневой канал стратегически важным моментом является проведение ирригации и вымывания больших опилок, а также повторное введение инструмента №10 для того, чтобы разрушить остаточные опилки и продукты распада и перевести их в раствор, затем проводится повторная ирригация для обновления раствора. За один или несколько подходов вы должны достигнуть инструментом X1 рабочей длины. Для тщательного исполнения механических целей препарирования проводите ирригацию, рекапитуляцию и повторную ирригацию после извлечения любого вращающегося инструмента.

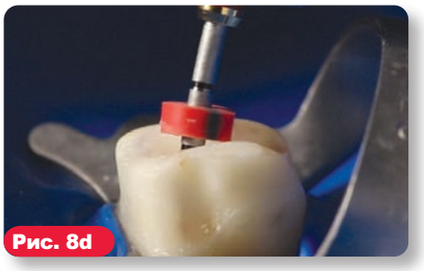

Рис. 8d. *На данной фотографии демонстрируется инструмент ProTaper Next X2, введённый на всю рабочую длину в мезиально-щёчном канале.*

Рис. 8e. *На данной фотографии демонстрируется инструмент ProTaper Next X3, введённый на всю рабочую длину в дистальном канале.*

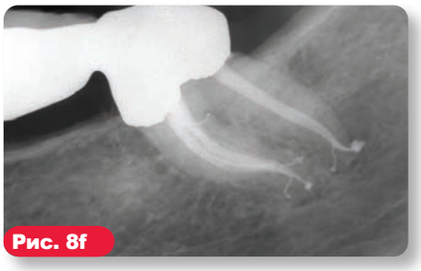

Рис. 8f. *Данная рентгенограмма демонстрирует временную фиксацию мостовидного протеза, плавно созданную форму корневых каналов и важность лечения корневых каналов.*

Возьмите инструмент ProTaper Next X2 и позвольте ему погрузиться внутрь корневого канала. Перед появлением сопротивления проводите латеральные выметающие движения от дентинных стенок, что, в свою очередь, будет продвигать инструмент X2 внутрь корневого канала пассивно и прогрессивно. Инструмент X2 легко проследует по пути, созданному инструментом X1, проводя дальнейшее расширение и постепенно продвигаясь на всю длину. Если инструмент застревает и прекращает двигаться дальше, извлеките его, очистите и проверьте грани. Вновь проведите ирригацию, рекапитуляцию и повторную ирригацию для соответствия целям формирования каналов. Продолжайте работать инструментом X2 до достижения рабочей длины; примите во внимание, что может потребоваться один или несколько подходов, в зависимости от длины, ширины и кривизны канала ***(Рисунок 8d)***.

Как только инструмент ProTaper Next X2 достиг рабочей длины, он извлекается. Созданная форма может считаться финальной только если канавки в апикальной части инструмента визуально заполнены дентином. В качестве альтернативы размер апекса может быть проверен ручным инструментом 25/02. Если ручной инструмент №25 залипает на рабочей длине, препарирование закончено. Если ручной инструмент 25/02 свободно двигается на рабочей длине, это просто означает, что верхушечное отверстие шире, чем 0.25 мм. В таком случае апекс может калиброваться ручным инструментом размера 30/02. Если №30 размер ручного инструмента залипает на рабочей длине, форма создана. Однако, если ручной инструмент №30 размера не доходит до апекса, переходите к инструменту ProTaper Next X3, следуя тому же методу работы, что и с ProTaper Next X1 и ProTaper Next X2.

Большинство корневых каналов будут иметь оптимальную форму после использования ProTaper Next X2 или X3 ***(Рисунок 8e)***. Инструменты ProTaper Next X4 и X5 прежде всего используются для препарирования и финишной обработки корневых каналов, имеющих больший диаметр. Если апикальное отверстие определяется больше, чем размер ProTaper Next 50/06 X5, обратитесь к другим методам препарирования подобных широких более прямых каналов. Важно осознавать, что тщательно подготовленные каналы способствуют формированию, трёхмерной очистке и обтурации ***(Рисунок 8f)***.

ДИСКУССИЯ

С клинической точки зрения система постоянного вращения Protaper Next объединила в себе наиболее доказанные и удачные особенности дизайна инструментов прошлого и последние достижения науки. Данная краткая дискуссия опишет, как дизайн влияет на рабочие характеристики инструмента.

Наиболее удачная дизайнерская черта предыдущего поколения инструментов это механическая концепция использования прогрессирующей конусности на одном и том же инструменте. Патент, защищающий систему ProTaper Universal, позволяет использование как повышающего, так и понижающего процента конусности на одном и том же инструменте. Данная особенность строения минимизирует контакт между инструментом и дентином, что снижает опасность возникновения запирающего конуса и эффекта вкручивания, увеличивая эффективность работы[8]. По сравнению с инструментом того же размера с фиксированной конусностью, понижающийся процент конусности инструмента улучшает его гибкость, ограничивает препарирование тела корневого канала и сохраняет дентин в коронковых 2/3 корневого канала. Используя преимущества механического строения, Protaper Next также использует прогрессивную конусность на одном и том же инструменте. Данная особенность строения сделала существенный вклад в то, чтобы система ProTaper стала №1 по продажам в мире, №1 инструментом выбора эндодонтистов и №1 системой для обучения в международных стоматологических школах для студентов программы бакалавриата [16].

Ещё одна конструктивная особенность, приносящая преимущество отдельным маркам ротационных инструментов — это металлургия. Несмотря на то, что никель-титановые инструменты в 2–3 раза более гибкие, чем инструменты из нержавеющей стали того же размера, дополнительные изменения процесса производства в виде термической обработки могут дать определенные преимущества. Специалисты компании обратили внимание на нагревание и охлаждение традиционного никель-титанового сплава либо до, либо после фрезерования. Термическая обработка создаёт более оптимальную точку фазового перехода между мартенситом и аустенитом. Нужно также помнить о том, что наилучшая точка фазового перехода зависит от поперечного сечения инструмента. Исследования показали, что M-wire, металлургически улучшенная версия никель-титанового сплава, снижает циклическую усталость на 400% по сравнению с инструментами того же диаметра, поперечного сечения и конусности. Это третье преимущество данного поколения инструментов является стратегическим для общей клинической безопасности и улучшения рабочих характеристик системы вращающихся инструментов Protaper Next.

Третья конструктивная особенность инструментов Protaper Next это смещённое от центра поперечное сечение. Если основная часть инструмента непрерывного вращения смещена от центра, мы можем говорить о 3 преимуществах этого [13]:

1) Смещённый от центра поперечного сечения способствует образованию перемещающейся механической волны движения вдоль всей активной части инструмента. Такие раскачивающие движения способствуют минимальному соприкосновению ин-

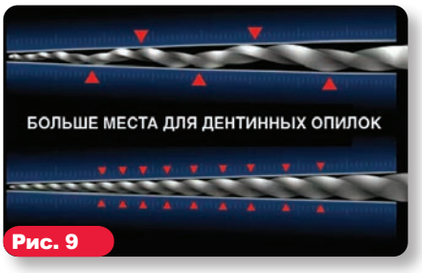

Рис. 9. *Инструмент ProTaper Next обладает смещённым от центра поперечным сечением и прогрессивной конусностью. Данные характеристики минимизируют вкручивание инструмента, увеличивают объём извлеченных опилок и улучшают гибкость. Для сравнения на нижнем рисунке показан инструмент с фиксированной конусностью, центрированной массой и осью вращения.*

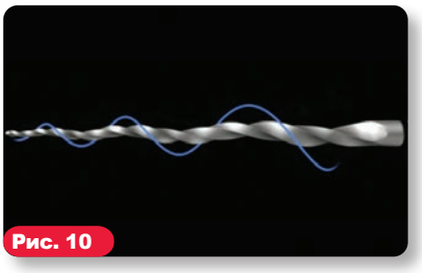

Рис. 10. *Подобно синусоиде вращающийся инструмент ProTaper Next создаёт механическую волну движения или эффект раскачивания вдоль активной части инструмента.*

струмента и дентина по сравнению с движением инструмента с фиксированной конусностью и центрированной массой вращения ***(Рисунок 9)***. Сниженный контакт ограничивает нежелательный запирающий конус, эффект вкручивания и торк на любом инструменте.

2) Инструмент со смещённым сечением освобождает больше места для дентинных опилок из корневого канала по сравнению с инструментом с центрированной массой и осью вращения ***(Рисунок 9)***. Многие инструменты ломаются как результат избыточного скопления опилок и продуктов распада между режущими лезвиями по всей активной части инструмента. Важно, что инструмент со смещённым центром уменьшает вероятность латерального уплотнения опилок и блокирования анатомии корневого канала ***(Рисунок 6)***.

3) Формирующий инструмент со смещённой от центра массой вращения будет создавать механическую волну движения, аналогичную колебаниям, фиксируемым вдоль синусоиды ***(Рисунок 10)***. Как следствие подобного строения, любой инструмент Protaper Next может создать больший диапазон движений по сравнению с аналогичным инструментом с симметричной массой и осью вращения ***(Рисунок 6)***. Клиническое преимущество этого заключается в том, что инструмент Protaper Next меньшего размера и более гибкий может препарировать пространство, аналогичное инструменту большего размера и более жёсткого с центрированной массой и осью ротации (***Рисунок 9)***.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Каждое новое поколение формирующих инструментов предлагает что-то новое, описывается по-разному и задумывается как более совершенное по сравнению с предыдущим. Protaper Next стал системой 5 поколения, которая объединила доказанные рабочие характеристики прошлого вместе с последними технологическими достижениями. Данная система должна упростить процедуру формирования канала вращающимися инструментами, уменьшая количество инструментов и устраняя так называемые гибридные техники. Клинически форма канала, создаваемая Protaper Next, выполняет 3 священные догмы: безопасность, эффективность и простота. С научной точки зрения необходимы доказательные исследования для подтверждения потенциальных преимуществ системы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Schilder H: Cleaning and shaping the root canal, Dent Clin North Am 18:2, pp. 269-296, April 1974.

2. Walia HM, Brantley WA, Gerstein H: An initial investigation of the bending and torsional properties of Nitinol root canal files, J Endod 14:7, pp. 346-351, 1988.

3. Thompson SA: An overview of nickel-titanium alloys used in dentistry, Int Endod J 33:4, pp. 297-310, 2000.

4. Bryant ST, Dummer PM, Pitoni C, Bourba M, Moghal S: Shaping ability of .04 and .06 taper ProFile rotary nickel-titanium instruments in simulated root canals, Int Endod J 32:3, pp. 155-164, 1999.

5. Kramkowski TR, Bahcall J: An in vitro comparison of torsional stress and cyclic fatigue resistance of ProFile GT and ProFile GT Series X rotary nickel-titanium files, J Endod 35:3, pp. 404-407, 2009.

6. Machtou, P, Ruddle CJ: Advancements in the design of endodontic instruments for root canal preparation, Alpha Omegan 97:4, pp. 8-15, 2004.

7. Schfer E, Vlassis M: Comparative investigation of two rotary nickel-titanium instruments: ProTaper versus RaCe. Part 2. Cleaning effectiveness and shaping ability in severely curved root canals of extracted teeth, Int Endod J 37:4, pp. 239-248, 2004.

8. Ruddle CJ: The ProTaper endodontic system: geometries, features, and guidelines for use, Dent Today 20:10, pp. 60-67, 2001.

9. Boessler C, Paque F, Peters OA: The effect of electropolishing on torque and force during simulated root canal preparation with ProTaper shaping files, J Endod 35:1, pp. 102-106, 2009.

10. Gutmann JL, Gao Y: Alteration in the inherent metallic and surface properties of nickel-titanium root nickel root canal instruments enhance performance, durability and safety: a focused review, Int Endod J 45:2, pp. 113-128, 2012.

11. Metzger Z, Teperovich E, Zary R, Cohen R, Hof R: The self-adjusting file (SAF). Part 1: respecting the root canal anatomy—a new concept of endodontic files and its implementation, J Endod 36:4, pp. 679-690, 2010.

12. Yared G: Canal preparation using only one Ni-Ti rotary instrument: preliminary observations, Int Endod J 41:4, pp. 339-344, 2008.

13. Hashem AA, Ghoneim AG, Lutfy RA, Foda MY, Omar GA: Geometric analysis of root canals prepared by four rotary NiTi shaping systems, J Endod, 38:7, pp. 996-1000, 2012.

14. Blum JY, Machtou P, Ruddle CJ, Micallef JP: Analysis of mechanical preparations in extracted teeth using the ProTaper rotary instruments: value of the safety quotient, J Endod 29:9, pp. 567-575, 2003.

15. West JD: The endodontic glidepath: secret to rotary safety, Dent Today 29:9, pp. 86, 88, 90-93, 2010.

16. Dentsply International, personal communication.

17. Johnson E, Lloyd A, Kuttler S, Namerow K: Comparison between a novel nickel-titanium alloy and 508 nitinol on the cyclic fatigue life of ProFile 25/.04 rotary instruments, J Endod 34:11, pp. 1406-1409, 2008.