

Принципы создания эндодонтических инструментов, обусловленные анатомией системы корневых каналов зубов. Сверхгибкий вращаемый эндодонтический инструмент

Е.А. РЖАНОВ, к.м.н., доц. кафедры терапевтической стоматологии и эндодонтии ФПДО ГОУ ВПО «Московский государственный медико-стоматологический университет»

Formation principles of endodontic instruments based on anatomy of root canal systems. Super flexible rotatable endodontic instrument

E.A. RZHANOV

Резюме

Анализ анатомии корневых каналов с помощью современных методов микрокомпьютерной томографии, а также основных причин поломок эндодонтических инструментов позволил сформулировать принципы оптимальной механической обработки системы корневых каналов. Основной целью являлось обеспечение высокой степени безопасности обработки канала. Эти принципы, параметры материала и физические расчеты легли в основу разработки инструмента нового типа – сверхгибкого инструмента, свободного от недостатков существующих инструментов. Все элементы инструмента всегда работают в режиме упругих деформаций материала, поэтому он огражден от циклических перегрузок и в то же время имеет достаточно высокую торсионную устойчивость.

Ключевые слова: принципы механической обработки корневых каналов, анатомия системы корневых каналов, поломка инструмента, циклическая перегрузка, торсионная перегрузка, сверхгибкий инструмент.

Abstract

There are two main causes of endodontic instruments breakage in curved root canals: cyclic and torsion overloading. Detailed analysis of these factors and the evaluation of the root canal anatomy by microCT allowed to formulate the formation principles for instruments which are based on the anatomy of root canal systems. The main aim is to provide the high safety of root canal treatment. These principles, material parameters and physical calculations secured the creation of new type of instrument – super flexible instrument, which is free of disadvantages of existing instruments. The instrument is working always in elastic region of material deformation, so it is secured from cyclic overloading and at the same time disposes improved torsion stability.

Key words: preparation principles of the root canal, anatomy of the root canal system, instrument breakage, cyclic overloading, torsion overloading, super flexible instrument.

Требования к инструментам, обусловленные анатомией корневых каналов

В последнее время проводится большое количество исследований, посвященных анатомии зубов с использованием технологии микрокомпьютерной томографии (MicroCT). Эти исследования со всей очевидностью показывают, что анатомия корневых каналов зубов чрезвычайно разнообразна, и в большинстве случаев даже основные каналы имеют форму, далеко не конусообразную или трубковидную (рис. 1). И практически все каналы имеют ту или иную степень искривления [1, 2].

В то же время очень критичным параметром является количество тканей зуба оставшихся после процесса препарирования, поскольку зубы, в которых проводилось эндодонтическое лечение, это, как правило, опора ортопедической конструкции или одиночной коронки.

Таким образом, можно сформулировать общие требования к технологиям и инструментам, применяемым для механической обработки каналов зубов:

1. Препарирование должно быть минимально инвазивным.
2. В процессе препарирования должен быть обеспечен хороший

доступ ирригационных растворов на всю рабочую длину.

3. Эндодонтический инструмент должен быть устойчив к торсионным и циклическим нагрузкам.

4. Инструмент не должен ломаться в процессе работы в канале.

5. Если же инструмент сломался по каким-либо неконструктивным причинам, то обломок должен быть легко извлекаем из канала без излишней потери тканей зуба.

В настоящее время есть путь, позволяющий выполнить все перечисленные выше условия, – это создание достаточно эффективного инструмента, каждый элемент которого работает в диапазоне упругих



Рис. 1. MicroCT-сканы первых моляров верхней (А) и нижней (Б) челюстей, которые наглядно демонстрируют причудливость анатомии системы корневых каналов (©Tooth Atlas 6, 2010)

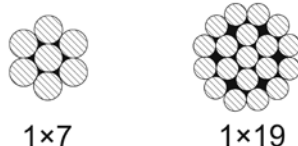


Рис. 2. Диаграммы конструкций тросов, используемых для построения сверхгибких эндодонтических инструментов



Рис. 3. Общий вид сверхгибкого инструмента, рабочая часть которого изготовлена из стального троса конфигурации (1x19). Условно показан один из вариантов режущей головки, изготовленной из материала самого троса

деформаций таким образом, что необратимых дефектов в материале не возникает. С другой стороны, система такого рода инструментов может обеспечить придание каналу необходимой формы для его эффективной очистки и пломбирования.

Сверхгибкий вращаемый эндодонтический инструмент

Анализ осложнений в эндодонтии, связанных с особенностями формирования эндодонтического доступа, обнаружением дополнительных КК и эндодонтических перфораций.

Впервые идея применения стального троса, сплетенного из множества тонких нитей, в качестве основы для создания сверхгибкого вращаемого эндодонтического инструмента, предназначенного для обработки корневых каналов, была сформулирована в 2004 году в виде предварительного патента [3]. Гибкость такого инструмента обеспечена использованием нитей столь малого радиуса поперечного сечения r , отношение которого к радиу-

су кривизны канала R составляет величину порядка 10^{-2} или меньше. Отношение r/R настолько мало, что материал нитей (например, стальных) работает при всех возможных ситуациях изгиба в режиме упругих деформаций.

Для нержавеющей стали высокого качества, применяемой в медицинской технике, величина относительного удлинения равна по порядку величин 10^{-2} , поэтому в наших инженерных расчетах для стального троса использованы величины именно такого порядка для определения разрешенного радиуса r нити троса, который предполагается к работе в канале с радиусом кривизны $R_{\min}$ около 2 мм. В каналах с радиусом кривизны $R > R_{\min}$ условия работы в диапазоне упругости выполняются автоматически.

Ниже приведены параметры сверхгибких инструментов, выполненных из нержавеющей стали 302/304 SS, которая разрешена для медицинского применения. Тросы, отобранные для экспериментальных работ, имеют конфигурацию (1x7) и (1x19) и состоят из семи

или девятнадцати нитей, навитых в симметричной плотной упаковке на центральную нить. Диаграммы этих конфигураций показаны на рис. 2.

По диаграммам легко определить диаметры тросов: для конфигурации (1x7) диаметр $d_{1 \times 7} = 3d_w$, где d_w есть диаметр отдельной нити, а для конфигурации (1x19) диаметр троса составляет примерно $d_{1 \times 19} \sim 5d_w$.

Пример: для конфигурации (1x19) практически приемлемым диаметром нити является $d_w = 40$ мкм для самого тонкого инструмента, а для следующего по толщине $d_w = 60$ мкм. Тогда получим для тросов, соответственно, $d_{1 \times 19} = 200$ мкм и $d_{1 \times 19} = 300$ мкм (размер 20 и 30 по ISO соответственно). Такие значения можно считать приемлемыми, поскольку они совпадают с анатомическими диаметрами каналов. Для конфигурации (1x7) соответствующие значения таковы: $d_w = 60$ мкм и $d_{1 \times 7} = 180$ мкм. Эти конфигурации тросов являются основными для сверхгибких инструментов нашей конструкции.

На рис. 3 представлена принципиальная конструкция сверхгибкого

Таблица 1. Параметры тросов для сверхгибких инструментов

Диаметры нити троса, μm	Диаметры троса, μm	Тип трубки	Деформация нити, %	Примечания
16	$D1 \times 19 = 80$	32 REG, ACCU-TUBE	0,40	2
20	$D1 \times 19 = 100$	17-7, ACCU-TUBE	0,50	2
30	$D1 \times 19 = 150$	29 REG, ACCU-TUBE	0,75	2
38	$D1 \times 19 = 190$	29 REG, ACCU-TUBE	0,95	2 Головка 200 μm
46	$D1 \times 19 = 230$	26 REG, ACCU-TUBE	1,15	2 Головка 250 μm
66	$D1 \times 19 = 330$	24 TW, ACCU-TUBE	0,85	4 Головка 350 μm



Рис. 4. Общий вид экспериментального образца сверхгибкого инструмента, собранного на основе троса из нержавеющей стали

инструмента, а общий вид прототипа – на рис. 4. Тонкостенная трубка из нержавеющей стали использована, чтобы присоединить трос к стандартной рукоятке. Она же обеспечивает необходимую общую длину инструмента.

Следующей важной частью инструмента является режущая головка, которая изготавливается из материала самого троса (рис. 5).

В настоящее время формируется система инструментов, которая позволила бы безопасно обрабатывать каналы практически любой кривизны. Одновременно прорабатывается вопрос совместимости ее с другими системами, находящимися в сегодняшней практике. В табл. 1 представлена примерная система сверхгибких инструментов, которая может быть изготовлена по технологии, использующей данный метод. Также в табл. 1 указаны величины деформации нитей для сравнения с допустимыми значениями. Видно, что деформации нитей во всех случаях ниже предельных значений для лучших образцов нержавеющей стали.

Таким образом, циклические перегрузки для инструментов, вращаемых в искривленных каналах, полностью снимаются благодаря конструктивным особенностям сверхгибких инструментов. Торсионные нагрузки на инструмент существенно ниже, чем в обычных инструментах, поскольку напряжения сдвига в материале нитей ослабле-

ны: нити работают главным образом на растяжение при наложении вращательного момента. Дело здесь в том, что множество нитей троса навито на центральную нить по технологии «налево и вверх», так что при передаче правовращательного момента они работают в основном на растяжение, а не на сдвиг, как в случае монолитного стержня.

Заключение

Сверхгибкие инструменты, сконструированные на основе троса из нержавеющей стали и состоящие из множества тонких нитей, обладают целым рядом преимуществ по сравнению с инструментами из сплошного металлического стержня.

1. В условиях сильно искривленного канала каждая нить конструкции работает в режиме упругих деформаций. Накопления дефектов в материале инструмента не происходит, то есть инструмент практически не подвержен негативному влиянию циклической нагрузки.

2. Устойчивость к торсионным нагрузкам высока, поскольку напряжения сдвига в материале нитей практически нет – нити навиты так, что они работают на растяжение при передаче вращающего момента на режущую головку.

3. В случае если все же по какой-либо причине возникает разрыв одной или нескольких нитей, это не приводит к полному и мгновенному разрушению инструмента в канале,



Рис. 5. Микрофотография экспериментальной режущей головки и прилегающей рабочей части образца, изготовленного из стального троса конфигурации (147)

как это происходит с монолитными инструментами.

4. Процесс изготовления сверхгибкого инструмента проще, чем, например, производство NiTi-инструмента конической формы, и потому инструмент должен быть не слишком дорогим. Все материалы для такого производства свободно продаются и разрешены для медицинских применений.

В настоящее время экспериментальные образцы инструментов проходят технические испытания.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Peters O. A., Peters C. I., Schuppenberger K., Barbakow F. ProTaper rotary root canal preparation: effects of canal anatomy on final shape analysed by micro CT // Int Endod J. 2003. №36. P. 86-92.
2. Vertucci F. J., Haddix J. E., Britto L. R. Tooth morphology and access cavity preparation / Cohen S., Hargreaves K.M. eds. Pathways of the Pulp, 9th ed. – St Louis, MO: Mosby, 2006. – P. 148-232.
3. Provisional patent, August 2004, <http://rzhzanov.ru/patents/08.04.pdf>.

Поступила 21.01.2011

Координаты для связи
с автором:
eugenerzhzanov@mail.ru

Электронную версию газеты «Стоматология Сегодня» читайте на сайте

www.dentoday.ru