

Манак Т. Н., Девятникова В. Г.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИЗУЧЕНИЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ НИКЕЛЬ-ТИТАНОВЫХ РОТОРНЫХ ЭНДОДОНТИЧЕСКИХ ИНСТРУМЕНТОВ

Белорусский государственный медицинский университет, г. Минск

Современная стоматология требует от врача-стоматолога постоянного углубления теоретических знаний и практического совершенствования для использования нового специального оборудования и инструментария в своей повседневной практике. Эндодонтия в этом отношении — одна из самых сложных, высокотехнологичных и динамично развивающихся областей стоматологии.

Основными целями формирования корневого канала являются удаление инфицированных тканей и микробных раздражителей, обеспечение достаточного геометрического пространства для последующей медикаментозной обработки и obturации с сохранением первоначальной анатомии и положения апикального сужения. Эта концепция была популяризирована Schilder и до сегодняшнего дня поддерживается [1, 2].

Прорыв в эндодонтии, а именно в инструментальной обработке корневого канала, произошел с появлением в начале 1990-х годов никель-титановых роторных эндодонтических инструментов. В настоящее время методика обработки корневого канала с использованием данных инструментов является приоритетной ввиду их многочисленных преимуществ перед традиционными файлами из нержавеющей стали. Они гибкие, обладают повышенной режущей эффективностью, значительно сокращают время обработки корневого канала, сохраняют его изначальную форму, снижают риск транспортиции апикального отверстия и выведения инфицированных масс за пределы корневого канала [3, 4].

Тем не менее, никель-титановые инструменты обладают и некоторыми недостатками, в частности, риском поломки инструмента в корневом канале. Отломанный фрагмент инструмента ограничивает доступ дезинфицирующих ирригантов к системе корневых каналов, препятствует полноценной ликвидации микроорганизмов [5].

Роторные эндодонтические инструменты ломаются по двум основным причинам: торсионной нагрузки и циклической усталости. Циклическая усталость возникает, когда металл никель-титанового эндодонтического инструмента подвергается повторяющимся циклам растяжения и сжатия, что вызывает разрушение структуры металла и через некоторое количество циклов приводит к сепарации инструмента. Торсионная нагрузка возникает, когда кончик или другая часть инструмента блокируется в канале, а хвостовик при этом продолжает вращение. Перелом кончика происходит

при превышении лимита эластичности металла никель-титанового эндодонтического инструмента. [1]

Риск излома коррелирует с частотой использования инструмента, а также с изменением физико-механических свойств никель-титанового сплава [5].

Цель исследования: оценка изменения физико-механических свойств (предела упругости и пластической деформации) никель-титановых роторных эндодонтических инструментов в зависимости от кратности использования.

Материалы и методы. В данном исследовании определяли угол закручивания и угол отклонения от нормы у никель-титановых роторных эндодонтических инструментов.

В настоящей работе были использованы никель-титановые роторные эндодонтические инструменты, относящиеся к системе ProTaper Universal (файлы F1 #20, конусность 7 %). Все образцы были разбиты на три группы (по десять инструментов в каждой группе):

- группа № 1 — новый инструмент;
- группы № 2 — инструмент после одного раза использования;
- группа № 3 — инструмент после пяти раз использований.

Для достижения поставленной цели 2-й кафедрой терапевтической стоматологии УО БГМУ совместно с кафедрой конструирования и производства приборов УО БНТУ была разработана полезная модель «Устройство для испытания на прочность эндодонтических инструментов», позволяющая определить угол закручивания эндодонтического инструмента в условиях, приближенных к закручиванию файла при заклинивании его кончика в корневом канале во время обработки последнего.

На корпусе устройства установлен вал, несущий с одной стороны диск, на цилиндрической поверхности которого закреплена нить для подвешивания груза. На торцевой поверхности диска выполнены штрихи угловой шкалы, а на корпусе устройства — штрих для отсчета угла закручивания. Перпендикулярно торцевой поверхности диска установлен микроскоп с ценой деления 0,05 мм. На другой стороне вала установлена оправка для закрепления хвостовика инструмента.

На корпусе устройства на определенном расстоянии от оправки для крепления хвостовика инструмента (расстояние можно регулировать) установлены две медные пластинки с возможностью зажима кончика эндодонтического инструмента между ними.

Для определения угла закручивания инструмента относительно его продольной оси хвостовик инструмента закрепляли в оправку, а кончик эндодонтического файла (на апикальных 3 мм инструмента) фиксировали между двумя медными пластинами. В таком положении штрих угловой шкалы на торцевой поверхности диска совмещался с неподвижным штри-

хом угла закручивания на корпусе устройства. Совмещение двух штрихов наблюдали в микроскоп. Затем к нити, расположенной на цилиндрической поверхности диска, подвешивали груз массой 10 граммов и с помощью микроскопа максимально точно определяли угол закручивания инструмента. После этого груз снимали и повторяли измерения, определяя способность инструмента возвращаться к его первоначальному положению (угол отклонения от нормы).

Для того чтобы полученные нами значения угла закручивания и угла отклонения от нормы в миллиметрах перевести в градусы нами были произведены следующие математические расчеты.

При выбранном наружном диаметре тонкого диска, содержащего 360 штрихов градусной шкалы, определяли цену одного деления в линейных величинах (миллиметрах). С помощью формул рассчитали длину одного градуса.

Определение общей длины окружности по формуле:

$$L_{\text{окр.}} = 2\pi R.$$

Определение длины одного градуса по формуле:

$$L_{\text{гр.}} = L_{\text{окр.}} / 360\text{Гр.}$$

Таким образом, длина одного градуса окружности диска выбранного диаметра составила 0,42 мм.

Статистическая обработка результатов выполнялась с использованием пакета STATISTICA 10.0

Описание количественных признаков представлялось в виде среднего значения (M) и его 95 %ДИ. Сравнение трех групп между собой проводилось с помощью однофакторного дисперсионного анализа с использованием F-критерия Фишера (F). При обнаружении статистически значимых различий между группами с помощью F-критерия Фишера далее проводили апостериорные (попарные) сравнения с помощью t-критерия Стьюдента (T-test).

Результаты. Измерение углов закручивания для инструментов показали значительные различия между тестируемыми группами (табл. 1). Самый большой угол закручивания наблюдался в группе № 3 «инструмент после пяти раз использований» — 28,4 (27,2–29,5) градусов, минимальный угол закручивания был у инструментов группы № 1 «новый инструмент» и составил 13,1 (12,1–14,0) градусов.

Таблица 1

Значения угла закручивания для инструментов групп № 1, № 2, № 3

Группы	Углы закручивания, градусы M (95 %ДИ)
№ 1 («новый инструмент»)	13,1 (12,1–14,0)
№ 2 («инструмент после одного раза использования»)	25,1 (23,6–26,5)
№ 3 («инструмент после пяти раз использований»)	28,4 (27,2–29,5)

Различия между тремя группами по переменной «угол закручивания» статистически значимы ($F = 230,754$, $df = 2$, $p < 0,001$). Данные о значениях углов отклонения от нормы для инструментов трех групп представлены в табл. 2.

Таблица 2

Значения угла отклонения от нормы для инструментов групп № 1, № 2, № 3

Группы	Углы отклонения от нормы, градусы М (95 %ДИ)
№ 1 («новый инструмент»)	0,0
№ 2 («инструмент после одного раза использования»)	6,0 (5,8–6,2)
№ 3 («инструмент после пяти раз использований»)	12,9 (12,5–13,3)

Угол отклонения от нормы для инструментов группы № 1 «новый инструмент» составил 0 градусов, т. е. все образцы группы вернулись к первоначальным параметрам. Наибольшее значение угла отклонения от нормы наблюдалось у инструментов группы № 3 «инструмент после пяти раз использований» и составил 12,9 (12,5–13,3) градусов.

Различия между тремя группами по переменной «угол отклонения от нормы» статистически значимы ($F = 3472,203$, $df = 2$, $p < 0,001$).

При попарном сравнении трех групп по обоим переменным «угол закручивания» и «угол отклонения от нормы» различия между группами № 1 и № 2, № 1 и № 3, № 2 и № 3 статистически значимы в каждой паре (T-test, $p < 0,001$).

По результатам проведенного нами исследования было установлено, что угол закручивания и угол отклонения от нормы возрастает с увеличением кратности использования инструмента.

Угол закручивания у инструментов группы № 2 увеличился на 47,8 % по сравнению с инструментами группы № 1. Для инструментов группы № 3 угол закручивания составил 28,4 (27,2–29,5) градуса, что на 53,9 % и 11,6 % больше, чем угол закручивания у инструментов групп № 1 и № 2 соответственно.

Угол отклонения от нормы у инструментов группы № 1 составил 0 градусов (все образцы данной группы вернулись к первоначальному положению). У инструментов группы № 2 угол отклонения от нормы увеличился на 100 % по сравнению с инструментами группы № 1. Для инструментов группы № 3 угол отклонения от нормы составил 12,9 (12,5–13,3) градуса, что на 53,5 % больше по сравнению с инструментами группы № 2 и на 153,5 % больше по сравнению с инструментами группы № 1.

Чем больше угол закручивания и угол отклонения от нормы, тем меньше предел упругости и больше пластическая деформация металла данного инструмента.

Заключение. Таким образом, после проведенного нами исследования было установлено, что с увеличением кратности использования никель-титановых роторных эндодонтических инструментов происходит изменение физико-механических свойств металла.

С каждым разом использования инструмента происходит увеличение пластической деформации и снижение предела упругости металла никель-титановых роторных эндодонтических инструментов. Чем больше пластическая деформация и ниже предел упругости, тем выше вероятность сепарации никель-титанового эндодонтического инструмента в корневом канале.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Martin, D.* Удаление сломанных инструментов новым экстрактором : клинические случаи / D. Martin // Endodontic Practice. 2011. № 3. С. 7–10.
2. *Адамчик, А. А.* Сравнение циклической усталости эндодонтических машинных никель-титановых инструментов / А. А. Адамчик, А. В. Арутюнов // Стоматология для всех. 2016. № 2. Р. 48–53.
3. *Parashos, P.* Поломки вращающихся никель-титановых инструментов и их последствия / P. Parashos, H. Messer // Эндодонтия. 2011. № 1–2. С. 47–64.
4. *Ржанов, Е. А.* Метод оценки вероятности поломки никель-титанового инструмента в зависимости от продолжительности его работы в условиях искривленного канала / Е. А. Ржанов, Д. А. Копьев // Экспериментальное исследование. 2011. № 2. С. 66–72.
5. *Parashos, P.* The diffusion of innovation in dentistry : a review using rotary nickel-titanium technology as an example / P. Parashos, H. Messer // Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod. 2006. Vol. 101. P. 395–401.