

## ЛИТЕРАТУРА

1. Henry P.J., laney W.R., Jemt T., Harris D., Krogh P.H.J., Pollizzi G., Zarb G.A., Herrmann I. Osseointegrated implants for single-tooth replacement: A prospective 5-year multicenter study. Int. J. Oral Maxillofac. Implant. 1996; 11: 450–5.
2. Jemt T., Lekholm U., Adell R.: Osseointegrierte Implantate in der Behandlung von Patienten mit Luckengebiss. Eine Vorstudie über 876 nacheinander eingesetzte Implantate. Quintessenz. 1990; 41: 1935–45.
3. Zarb G.A., Schmitt MSc. The edentulous predicament I: A prospective study of the effectiveness of implant-supported fixed prostheses. J. Am. Dent. Assoc. 1996; 127: 59–65.
4. Nickenig A., Friedrich R., Kerschbaum T.: Steggelenk-vs. Teleskop-Prothese im reduzierten Restgebiss. Dtsch. Zahnarztl. Z. 1993; 48: 566–9.
5. Besimo C., Gächter M., Jahn M., Kuhn A.: Klinischer Erfolg bei elektrolytisch konditionierten Adhasivbrücken. Dtsch. Zahnarztl. Z. 1996; 51: 501–5.
6. Kerschbaum T., Paszyna C., Klapp S., Meyer G.: Verweilzeit- und Risikofaktorenanalyse von festsitzendem Zahnersatz. Dtsch. Zahnarztl. Z. 1991; 46: 20–4.
7. Barrack G., Bretz W.A. A long-term prospective study of the etched-cast restoration. Int. J. Prosthodont. 1993; 6: 428–34.
8. Миргазизов М.З., Миргазизов А.М. Критерии эффективности в дентальной имплантологии. Российский стоматологический журнал. 2000; 2: 4.

## REFERENCES

1. Henry P.J., laney W.R., Jemt T., Harris D., Krogh P.H.J., Pollizzi G., Zarb G.A., Herrmann I. Osseointegrated implants for single-tooth replacement: A prospective 5-year multicenter study. Int. J. Oral Maxillofac. Implant. 1996; 11: 450–5.
2. Jemt T., Lekholm U., Adell R.: Osseointegrierte Implantate in der Behandlung von Patienten mit Luckengebiss. Eine Vorstudie über 876 nacheinander eingesetzte Implantate. Quintessenz. 1990; 41: 1935–45.
3. Zarb G.A., Schmitt MSc. The edentulous predicament I: A prospective study of the effectiveness of implant-supported fixed prostheses. J. Am. Dent. Assoc. 1996; 127: 59–65.
4. Nickenig A., Friedrich R., Kerschbaum T.: Steggelenk-vs. Teleskop-Prothese im reduzierten Restgebiss. Dtsch. Zahnarztl. Z. 1993; 48: 566–9.
5. Besimo C., Gächter M., Jahn M., Kuhn A.: Klinischer Erfolg bei elektrolytisch konditionierten Adhasivbrücken. Dtsch. Zahnarztl. Z. 1996; 51: 501–5.
6. Kerschbaum T., Paszyna C., Klapp S., Meyer G.: Verweilzeit- und Risikofaktorenanalyse von festsitzendem Zahnersatz. Dtsch. Zahnarztl. Z. 1991; 46: 20–4.
7. Barrack G., Bretz W.A. A long-term prospective study of the etched-cast restoration. Int. J. Prosthodont. 1993; 6: 428–34.
8. Mirgazizov M.Z., Mirgazizov A.M. Performance criteria in dental implantology. Rossiyskiy stomatologicheskii zhurnal. 2000; 2: 4 (in Russian).

Поступила 15.08.13

© КОЛЛЕКТИВ АВТОРОВ, 2013

УДК 616.314-007.1-089.23:001.891.57

Селектор О.Н.<sup>1</sup>, Осинцев А.В.<sup>2</sup>, Косырева Т.Ф.<sup>1</sup>

## ИЗУЧЕНИЕ ЗАВИСИМОСТИ ВЕЛИЧИНЫ РОТАЦИОННОГО МОМЕНТА ОТ ТИПОРАЗМЕРА ОРТОДОНТИЧЕСКИХ ДУГ NITi ПРИ ТОРТОАНОМАЛИИ

<sup>1</sup>Российский университет дружбы народов (РУДН), 117198, Москва; <sup>2</sup>Научно-исследовательский ядерный университет МИФИ, 115409, Москва

*Определены зависимости величин ротационного момента от размера и геометрии поперечного сечения дуг NiTi в начале процесса нормализации положения ротируемого зуба. Проведено сравнение экспериментальных данных с теоретическими величинами. Зафиксировано явление релаксации величин ротационного момента во времени.*

Ключевые слова: тортоаномалия, ортодонтические дуги, ротационный момент, релаксация

Selektor O.N.<sup>1</sup>, Osincev A.V.<sup>2</sup>, Kosyreva T.F.<sup>1</sup>

STUDY OF ROTARY TORQUE VALUES DEPENDING ON SIZE ORTHODONTIC NITI WIRES OF TOOTH ROTATION

<sup>1</sup> Peoples' Friendship University of Russia (117198, Moscow Miklukho-Maklaya str. 6); <sup>2</sup> National Research Nuclear University "MEPhI" (Kashirskoye shosse 31, Moscow, 115409, Russian Federation)

*The dependence of the quantities rotational moment upon the size and cross-sectional NiTi wires at the beginning tooth rotation process. A comparison of experimental data with theoretical values. Registered values of the relaxation phenomenon rotational moment in time.*

Keywords: tooth rotation, orthodontic wires, rotational moment, relaxation

### Введение

Тортоаномалия – часто встречаемая у пациентов аномалия положения зубов.

Необходимость изучения процесса нормализации положения ротируемых зубов обусловлена важностью выбора величины усилия ротационного момента, достаточного для успешного лечения тортоаномалии [1].

Селектор Ольга Николаевна (Selektor Olga Nikolaevna), тел. +7(495)979-3548, orthodontist@dr-selektor.ru

### Материал и методы

Экспериментальные исследования проводились на кафедрах физики прочности Научно-исследовательского ядерного университета МИФИ и стоматологии детского возраста и ортодонтии РУДН.

Для исследования была изготовлена модель фрагмента зубного ряда, отлитая в силиконовой форме из пластмассы холодной полимеризации Протакрил-М, с установленными в нее искусственными зубами и имитатором тканей периодонта (зуботехнический воск). Корневая часть исследуемого зуба моделировалась усеченным конусом в пересчете на среднюю площадь корней для данного зуба [2]. На пластмас-



Рис. 1. Фрагмент модели зубного ряда с опорными и ротируемым зубами и установленной дугой.

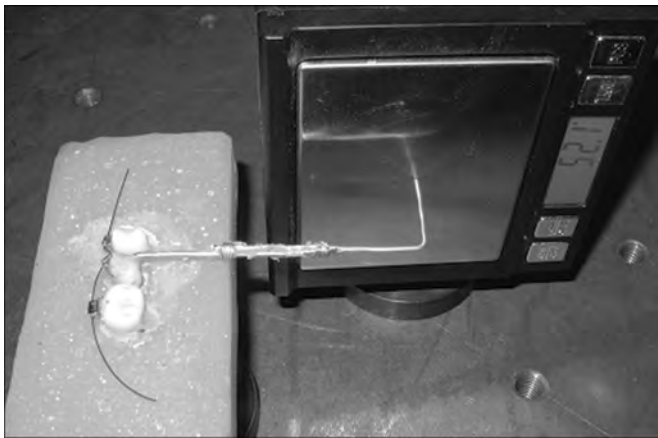


Рис. 2. Устройство для измерения ротиационного момента.

совые зубы фиксировались брекетом и ортодонтическая дуга, исследуемый зуб устанавливался в положение тортоаномалии (рис. 1).

При подготовке к эксперименту по определению усилий было разработано устройство, состоящее из высокоточного цифрового силоизмерителя с диапазоном нагрузок до 500 г и точностью измерения нагрузки 0,1 г, в которое упирался рычаг длиной 70 мм, жестко зафиксированный на ротируемом зубе. Таким образом, зная усилие, создаваемое дугой на фиксируемом плече, можно вычислить восстанавливающий момент (рис. 2).

Для корректного проведения исследования необходимо знать величины усилий, создаваемых ортодонтическими дугами, в зависимости от размера, формы поперечного сечения и видов замковых креплений, а также влияние указанных параметров на скорость нормализации положения ротируемого зуба.

Так как экспериментальная модель находилась при комнатной температуре, то используемый воск был в твердом состоянии, и перемещения зубов не наблюдалось. Моделирование клеточных процессов, происходящих в периодонте перемещаемых зубов, осуществлялось воском в пластичном состоянии. Для этого подбирались оптимальная температура нагрева воска, которая в нашем эксперименте составляла 60°C. При данной температуре инициировался процесс нормализации положения ротируемого зуба и осуществлялось измерение усилия.

В эксперименте использовались ортодонтические дуги NiTi фирмы 3M Unitek (Германия) сечений: 0,014", 0,016", 0,018", 0,016 x 0,016", 0,016 x 0,022".

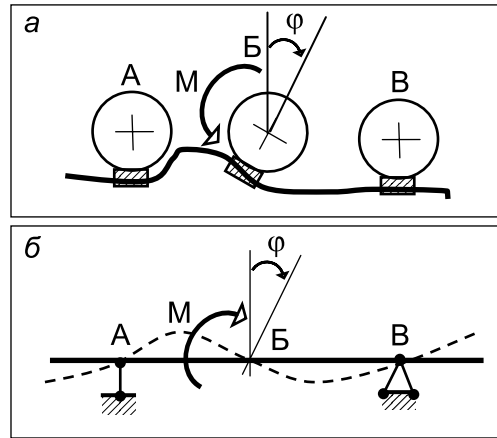


Рис. 3. Система брекет – дуга в исходном состоянии под нагрузкой (а), и расчетная схема деформированного состояния дуги (б).

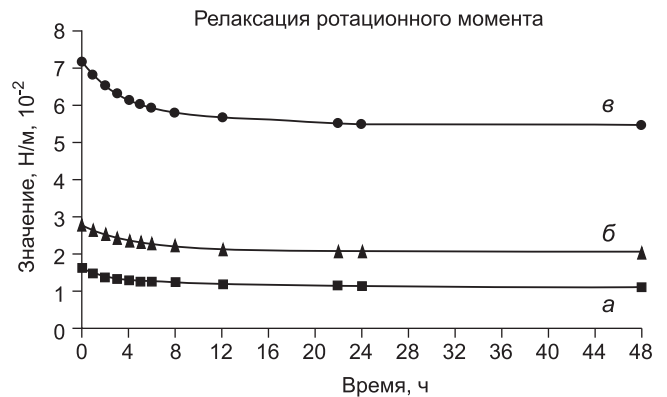


Рис. 4. Зависимости релаксации ротиационного момента от времени для дуг NiTi.

0,016" – а, 0,016" · 0,016" – б, 0,016" · 0,022" – в.

### Результаты и обсуждение

При фиксации дуги в замковых креплениях ротируемого и опорных зубов происходит изгиб ортодонтической дуги, в результате чего она накапливает упругую энергию, используемую в процессе нормализации положения тортоаномалийного зуба. При этом величина прикладываемого к дуге момента зависит от угла ротации зуба (рис. 3, а). Известно, что ортодонтические дуги NiTi обладают памятью формы и после деформирования восстанавливаются до исходного состояния [3]. Процесс деформирования и восстановления формы дуги может быть описан с помощью уравнений деформирования однопролетной упругой балки, установленной на шарнирных опорах (рис. 3, б) [4, 5]. В этом случае величина изгибающего момента  $M$ , необходимого для поворота срединного сечения  $B$  на угол  $\phi$  описывается следующей формулой:

$$\phi = 1/6 \cdot M \cdot l/E \cdot J_z$$

где  $M$  – изгибающий момент, приложенный в срединном сечении балки  $B$ ;  $l$  – расстояние между сечениями  $AB$  и  $BB$ ;  $E$  – модуль Юнга материала;  $J_z$  – осевой момент инерции сечения балки.

В нашем исследовании использовались ортодонтические дуги, изготовленные из одного материала,

**Значения геометрических характеристик сечений  $J_z$  и ротационных моментов  $M$  для дуг NiTi в зависимости от размера и геометрии поперечного сечения**

Сечение дуги NiTi	1	2	3	4
	$J_z \cdot 10^{-4} \text{мм}^4$	$J_z J_z(1)$	$M, \cdot 10^{-2} \text{Н/м}$	$M/M(1)$
0,014"	7,88	10,98	1	1
0,016"	13,34	1,69	1,62	1,65
0,018"	21,41	2,72	2,66	2,71
0,16" × 0,016"	22,64	2,87	2,78	2,83
0,16" × 0,022"	59,10	7,50	7,16	7,31

Примечание. Колонка 1 – данные взяты из литературы; колонка 2 – относительные геометрические характеристики сечений в сравнении с аналогичными у дуги 0,014"; колонка 3 – экспериментально определенное значение ротационного момента для исследуемых дуг; колонка 4 – отношение ротационных моментов к ротационному моменту 0,014" дуги.

расстояние между опорными зубами и угол поворота ( $\varphi = 45^\circ$ ) не менялись. Таким образом, величина момента  $M$  прямо пропорциональна геометрической характеристике сечений  $J_z$ .

В таблице приведены вычисленные значения геометрических характеристик сечений  $J_z$  для исследуемых типоразмеров ортодонтических дуг.

Наглядно показана хорошая корреляция теоретических и экспериментальных данных.

При экспериментальных исследованиях установлено явление релаксации ротационного момента, т. е. уменьшение величины момента со временем. Данное явление изучено на ортодонтических дугах NiTi: 0,01"6, 0,016 x 0,016", 0,016 x 0,022".

На рис. 4 представлены зависимости релаксации величины ротационного момента от времени для дуг NiTi. Наблюдается уменьшение величины ротационного момента в первые 24 ч после начала эксперимента.

На рис. 5 показана относительная релаксация во времени для дуги NiTi 0,016". На графике ярко выражено явление релаксации ротационного момента, которое наблюдается в течение первых суток после установки дуги. Данный факт необходимо учитывать в процессе лечения при выборе нагрузок, создаваемых ортодонтическими дугами.

**Выводы**

1. Создано устройство, позволяющее регистрировать величины ротационного момента для ортодонтических дуг NiTi различных размеров и геометрий поперечных сечений.
2. На модели фрагмента зубного ряда получены экспериментальные значения ротационного момента, создаваемого дугами NiTi различных размеров и геометрий поперечных сечений.
3. Проведено сравнение теоретически вычислен-

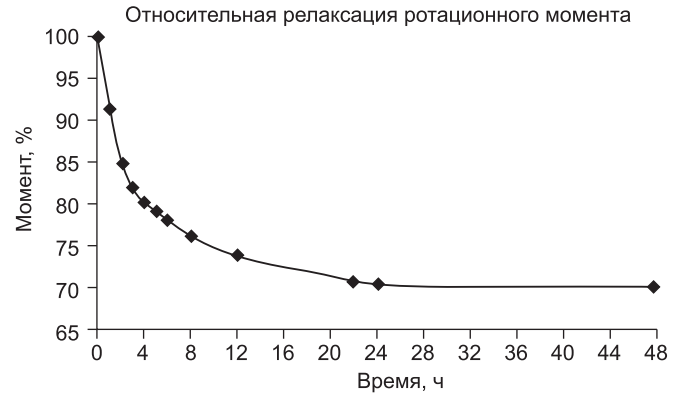


Рис. 5. Зависимость относительной релаксации ротационного момента от времени для дуги NiTi 0,016".

ных значений ротационного момента, создаваемого ортодонтическими дугами, с аналогичными значениями, полученными экспериментально, которые хорошо коррелируют с теоретическими величинами.

4. В эксперименте зарегистрировано явление релаксации величины ротационного момента для дуг NiTi разных поперечных сечений. Основная доля релаксации величины ротационного момента наблюдается в течение первых 24 ч с начала момента установки дуг и составляет 30% от начальной величины усилия.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Проффит У.Р. Современная ортодонтия: Перевод с англ. под ред. чл.-корр. РАМН, проф. Л.С. Персина. М.: МЕДпресс-информ; 2006.
2. Митчелл Л. Основы ортодонтии: Перевод с англ. под ред. проф. Ю.М. Малыгина. М.: ГЭОТАР-Медиа; 2010.
3. Nanda R.S., Tosun Y.S. Biomechanics in orthodontics: principles and practice. UK: Quintessence Publishing Co, Inc.; 2010.
4. Беляев Н.М. Сопротивление материалов. 15-е изд. М.: Наука; 1976.
5. Феодосьев В.И. Сопротивление материалов: Учебник для вузов. 10-е изд. М.: Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана; 1999.

**REFERENCES**

1. Proffit U.R. Modern orthodontics. Translation from English. edited by corresponding member of the Russian Corr. Russian Academy of medical Sciences, Professor L.S. Persin. M.: MEDpress-inform; 2006 (in Russian).
2. Mitchell L. Fundamentals of orthodontics. Translation from English. edited by Professor Yu.M. Malygina. M.: GEOTAR-Media; 2010 (in Russian).
3. Nanda R.S., Tosun Y.S. Biomechanics in orthodontics: principles and practice. UK: Quintessence Publishing Co, Inc.; 2010.
4. Belyaev N.M. Resistance of materials. 15th ed. M.: Science; 1976 (in Russian).
5. Feodos'yev V.I. Resistance materials: Textbook for universities. 10-e izd. M.: Izdatel'stvo N.E. Bauman MGТУ; 1999 (in Russian).

Поступила 16.09.13