

УДК 616.31

## ДЕГРАДАЦИЯ СИЛЫ ОРТОДОНТИЧЕСКИХ ЭЛАСТОМЕРНЫХ ЦЕПОЧЕК И NiTi ЗАКРЫВАЮЩИХ ПРУЖИН

Шаддуд Айман, Косырева Т.Ф.

*Российский университет дружбы народов, Москва, e-mail: dr.kosyreva@mail.ru*

Целью данного исследования было оценить потерю силы эластомерных цепочек и NiTi закрывающих пружин в искусственной слюне в зависимости от времени. Образцы (20 эластомерных цепочек и 10 NiTi закрывающих пружин) каждого материала были растянуты на 30 мм при постоянной температуре 37 °C в термостате и деградация силы была измерена электроном динамометром со следующими интервалами: 0, 1, 4, 7, 14, 21, и 28 дней. Было отмечено значительное снижение силы эластомерных цепочек через 1 ч и 24 ч ( $p < 0,05$ ). Для NiTi пружин значительное снижение наблюдалось после 24 часов. NiTi пружины показали значительно выше силу, чем эластомерные цепочки ( $p < 0,05$ ). Потеря силы у эластомерных цепочек была больше по сравнению с NiTi закрывающими пружинами, что позволяет NiTi закрывающим пружинам преимущественную индикацию закрытия промежутка в клиническом использовании.

Ключевые слова: ортодонтия, деградация, эластомерные цепочки, никель титановые закрывающие пружины.

## FORCE DEGRADATION OF ELASTOMERIC CHAINS AND NICKEL TITANIUM CLOSED SPRINGS

Shaddoud Aiman, Kosyreva T.F.

*People's Friendship University, Moscow, e-mail: dr.kosyreva@mail.ru*

The purpose in this study was to evaluate the degradation force of conventional orthodontic elastomeric chains with Closed spring NiTi in artificial saliva by time. Specimens of each material (20 elastomeric chains and 10 NiTi closed spring) were stretched and adapted to the test specimens composed of resin plates simulating retraction units. Degradation force was verified at the following intervals: 0,1, 4, 7, 14, 21, and 28 days. Data (gF) were analyzed statistically using. It was observed a significant force reduction of elastomeric chains after 1 h ( $p < 0.05$ ). For NiTi spring significantly force reduction was observed after 24 h, The results were subjected to ANOVA and Tukey's test. but no significant change was showed up to 21 days. NiTi spring showed force significantly higher than elastomeric chains ( $p < 0.05$ ). There was higher force degradation in the synthetic elastomeric chains in comparison with NiTi springs, which allows the preferential indication of these space closure jigs for clinical use.

Keywords: orthodontics, degradation, elastomeric chains, closed nickel titanium.

Системы приспособлений ортодонтической коррекции для закрытия промежутка в зубном ряду обычно используют эластомерные продукты, такие как эластомерные цепочки и модули, а также NiTi закрывающие пружины. Хорошо известно, что эластомерные продукты теряют силу в течение долгого времени, даже в сухих условиях. Наша предыдущая работа [Шаддуд Айман, Косырева Т.Ф., 2016] оценивала характеристики потери силы эластомерных цепочек нескольких производителей со временем. Большая часть первоначальной потери силы была в течение первых 24 часов, которая в дальнейшем продолжает падать более медленно с устойчивой скоростью. Высокие начальные силы испытывают большую потерю силы, в то время как жидкости (слюна и вода) также увеличивают скорость распада силы.

Закрытие промежутка после удаления зуба является частой процедурой в

ортодонтической клинической практике. В связи с этим различные системы закрытия промежутка были предложены [2,5]. Хотя многое известно об этих системах, несколько исследований по-прежнему проводилось в поисках идеальной системы закрытия промежутка. В литературе существует мнение, что идеальный механизм закрытия промежутка должен иметь механические свойства, которые обеспечивают легкую и непрерывную силу, чтобы закрыть ортодонтический промежуток в короткие сроки времени [4,7]. Эластомеры использовались чаще, так как они более практичны и менее дорогостоящи. Однако исследования деградации силы доказали, что эластомерные цепочки теряют значительную часть своей силы с течением времени [2,5,3,10]. Окружающая среда и температура действуют также значительно и мешают в поддержании свойств этого типа материала. NiTi закрывающие пружины с памятью формы могут генерировать более низкие и непрерывные силы и быть менее подвержены к влиянию влажности и pH среды полости рта [9,1,8]. Понимание свойств потери силы NiTi пружин в полости рта при ортодонтическом лечении позволит клиницистам получить данные для обеспечения более эффективного и действенного лечения.

Цель данного исследования состояла в том, чтобы оценить деградацию силы эластомерных цепочек и NiTi закрывающих пружин в течение 28 дней эксперимента, когда подвергаются к воздействию окружающей среды, подобной полости рта (искусственная слюна).

### **Материалы и методы**

Образцы исследования состояли из 20 прозрачных эластомерных цепочек без шага длиной 20 мм двух производителей: Dentaugum и 3M Unitek одного срока действия и 10 NiTi закрывающих пружин производства SIA (Италия) длиной 12 мм. Растяжение проводили на прозрачной акриловой пластине толщиной 0,6 см, длиной 25 см и шириной 15 см с 60 отверстиями (15 мм друг от друга), которые были просверлены в глубину 7 мм. Штифты из ортодонтической стальной проволоки диаметром 1 мм были вставлены в отверстия и фиксированы прозрачным универсальным клеем «Момент». Высота штифтов 12 мм.

Две марки эластомерных цепочек (Dentaugum, 3MUnitek) и NiTi закрывающие пружины были растянуты на расстояние 30 мм между штифтами и погружены в искусственную слюну (Гипосаликс 100 мг) (натрия хлорид 86,550 мг, калия хлорид 62,45 мг, магния хлорид 5,875 мг, кальция хлорид 16,625 мг, калия гидрофосфат 80,325 мг, калия дигидрофосфат 32,6 мг, сорбитол, деионизированная вода, натрий-карбоксиметил-целлюлоза, метилпарагидроксибензоат, газ азот) при температуре 37 °C. Электронном динамометром измерялись и записывались показания силы растяжения образцов в граммах. Сила растяжения измерялась динамометром через определенные промежутки времени: в начале исследования,

через 1 день, через 4 дня, через 7 дней, через 14 дней, 21 день и 28 дней. Результаты были подвергнуты статистическому исследованию с доверительным интервалом 5 % ( $p \leq 0,05$ ), используя статистический пакет программ для социальных наук (SPSS) для версии 7.0 Windows.

### Результаты

Начальное значение и стандартное отклонение силы эластичной цепочки двух производителей и NiTi закрывающие пружины представлено в (табл. 1). Эластомерная цепочка Марки 3MUnitek показала самое высокое начальное значение силы (420 г), Dentaaurum (350 г) и NiTi закрывающие пружины (385 г).

Через 1 день эластичные цепочки марки Dentaaurum потеряли 37,14 % силы, 3MUnitek 27,3 % и NiTi закрывающие пружины 12,2 %. Таким образом, за 24 часа эластичные цепочки Dentaaurum в процентном отношении дали большую потерю силы по сравнению с остальными производителями. Однако по сравнению с исходными показателями NiTi закрывающие пружины показали самый низкий процент потери силы 12,2 %, а эластомерные цепочки Dentaaurum – наибольший процент потери силы 37,14 %, и 3MUnitek – 27,3 %.

Таблица 1

Потеря силы эластомерных цепочек и NiTi закрывающих пружин  
в течение первых четырех суток (в %)

Время растяжения	NiTi пружины	Dentaaurum	3M Unitek
0 час	100 %	100 %	100 %
1 день	12,2 %	37,14 %	27,3 %
4 дня	12,4 %	41,4 %	40,47 %

Через 4 дня эластичные цепочки марки Dentaaurum потеряли исходную силу на 41,4 %, в то время как 3MUnitek на 40,47 %, а NiTi закрывающие пружины на 12,4 %.

В количественном отношении сила эластичной цепочки марки Dentaaurum – меньше на 145 г (350–205); марки 3MUnitek – меньше на 170 г (420–250); NiTi закрывающие пружины меньше на 48 г (385–337). При этом развиваемая начальная сила эластичной цепочки марки Dentaaurum была наименьшей и развивала силу – 350 г, а 3MUnitek – наибольшие – 420 г.

В табл. 2 представлены результаты изменения силы растяжения эластичных цепочек и NiTi закрывающих пружин через 7, 14, 21 и 28 дней. Через 7 дней тенденция сохранилась,

эластичные цепочки марки Dentaaurum потеряли исходную силу на 47,14 %, 3MUnitek на 42,87 %, а NiTi закрывающие пружины 14,02 %. При этом снизилась и развиваемая эластичной цепочкой сила Dentaaurum – до 185 г, 3MUnitek до 240 г и NiTi закрывающих пружин – до 331 г. За 7 дней сила эластичной цепочки марки 3MUnitek – уменьшилась на 180 г (42,87 %) и сила эластичной цепочки марки Dentaaurum уменьшилась на 165 г (47,14 %), а сила NiTi закрывающих пружин уменьшилась на 54 г (14,02 %).

Через 14 дней показатели силы растяжения NiTi закрывающих пружин по сравнению с недельной давностью практически не изменилась (0,26 %), а у остальных производителей эластомерных цепочек в пределах 2–3 %. Следовательно, основная потеря силы происходила в течение первых семи дней.

Таблица 2

Потеря силы эластомерных цепочек и NiTi закрывающих пружин  
через 7,14, 21, 28 суток (в %)

Время растяжения	NiTi пружины	Dentaaurum	3M Unitek
7	14,02 %	47,14 %	42,87 %
14	14,28 %	50,68 %	45,78 %
21	16,36 %	56,42 %	51,57 %
28	16,88 %	58,57 %	53,57 %

Через 21 день тенденция сохранилась. Показатели силы растяжения NiTi закрывающих пружин показали минимальное падение за неделю на 2,1 %, а остальные эластомерные цепочки – в пределах 6 %. При этом за три недели максимальная потеря силы была у эластичной цепочки фирмы Dentaaurum (56,42 %), 3MUnitek (51,57 %), а минимальная у NiTi закрывающих пружин – (16,36 %).

Через 28 дней значение процента потери силы растяжения NiTi закрывающих пружин показали также минимальное падение за неделю на 0,5 %, а у остальных производителей эластомерных цепочек – в среднем, на 1,72 %. Кроме того, за месяц показатели силы растяжения NiTi закрывающих пружин дали снижение всего на 16,88 % по отношению к исходному уровню, а показатели процента потери силы растяжения эластичной цепочки фирмы Dentaaurum – на 58,57 %, и 3MUnitek – на 53,57 % от исходного значения силы.

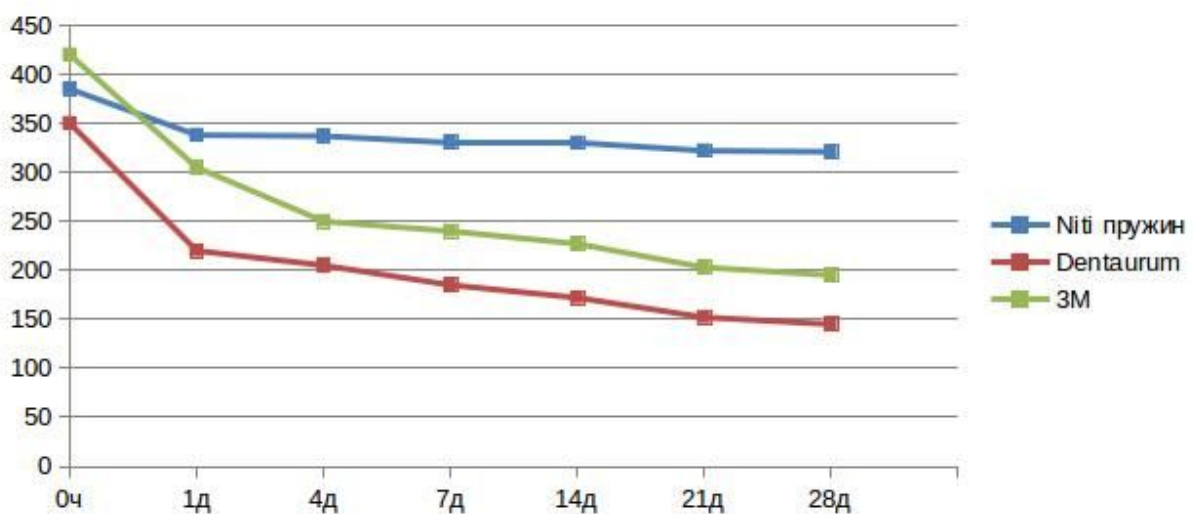
Таким образом, начальная развиваемая сила наименьшая у эластичной цепочки фирмы Dentaureum (350 г) затем NiTi закрывающие пружины (385 г), а наибольшая была у эластичной цепочки 3MUnitek (420 г). Эластомерные цепочки фирмы Dentaureum в течение месяца теряют – 205 г силы от первоначальной силы, 3MUnitek – 225г, а NiTi закрывающие пружины – дают наименьшую потерю силы (64 г), что в ~ 4 раза меньше, чем у эластичных цепочек Dentaureum и 3MUnitek.

### Обсуждение полученных результатов

Эффективное перемещение зуба связано с контролем анкорража, наклона зуба, контролем вертикальных и вращательных сил, с учетом здоровья зубов и тканей пародонта [7].

В этом исследовании сравнивали деградацию силы эластомерных цепочек и NiTi закрывающих пружин со временем в условиях искусственной слюны. Начальная сила всех образцов была близка к 400 г.

Результаты этого исследования показали, что NiTi закрывающие пружины были более стойкими к деградации силы, чем эластомерные цепочки (диаграмма).



*Диаграмма потери силы стягивающих NiTi пружин и эластомерных цепочек с течением времени от 0 до 28 дней в условиях искусственной слюны*

Полученные результаты согласуются с результатами предыдущих исследований (9,1,8,6). Характеристика поддержания силы имеет важное значение, так как это связано с физиологическим движением зуба, с максимальной амплитудой силы и с минимальной агрессивностью к тканям зуба и пародонта. Деградация силы NiTi закрывающих пружин была

значительно ниже, чем у эластомерных цепочек. Еще одно заметное отличие между NiTi закрывающими пружинами и эластомерными цепочками был период времени, в котором была самая высокая деградация силы. У NiTi закрывающих пружин деградация силы была ниже, и она была относительно постоянной в течение 28 дней эксперимента. В то же время у эластомерных цепочек была значительная деградация силы, примерно 120 г в первые 24 ч исследования. Эти данные согласуются с результатами других исследований [2,3]. Однако NiTi закрывающие пружины представили деградацию силы приблизительно 47 г в тот же период. NiTi закрывающие пружины оптимальны для проявления характеристики непрерывной оптимальной силы, которая производит быстрое перемещение зуба без дискомфорта для пациента и без побочных эффектов на тканях зуба и пародонта [4]. Что касается эластомерных цепочек, заметно, что первоначальная деградация силы происходит в течение первых 24 ч и поддерживают низкую, постоянную деградацию силы с 24 часов до 28 дней эксперимента. NiTi закрывающие пружины показали, что имеют лучшие свойства и лучшее действие для получения более эффективного и менее травматичного движения зуба, по сравнению с эластомерными цепочками.

Преимущественное использование NiTi закрывающих пружин показано у пациентов со здоровым пародонтом с регулярным посещением врача-ортодонта. У пациентов этого типа можно также использовать эластомерные цепочки, но с усилием от 30 до 60 % больше, чем это необходимо для того, чтобы компенсировать быструю начальную деградацию силы этих цепочек. В случае, если ортодонты столкнутся с пациентом, у которого периодонтит не в острой стадии, но с клинической потерей прикрепления или с пациентом, который регулярно не посещает врача-ортодонта, показано использование эластомерных цепей с силой 200 г для переднего сегмента зубов. Таким образом, меньше, но биологически приемлемое движение будет достигнуто без повреждения тканей зуба или периодонта.

### **Заключение**

Ортодонтические приспособления для закрытия промежутка после удаления зуба показали потерю силы от 0 до 28 дней. Потеря силы NiTi закрывающих пружин была самой низкой. В первый день потеря силы эластомерных цепочек была значительной, достигая уровня почти 32 %, в то время как NiTi закрывающие пружины потеряли силу лишь на 12,2 %. Через 28 дней среднее снижение силы было 16,8 % у NiTi закрывающих пружин и 55,2 % у эластомерных цепочек. NiTi пружины не имеют проблемы быстрой потери силы и создают легкие непрерывные силы в течение длительного диапазона активации. NiTi закрывающие

пружины показали, что наиболее подходят для ортодонтического лечения закрытия промежутка в условиях здорового пародонта.

### Список литературы

1. Andreasen G. A Clinical trial of alignment of teeth using a 0.019 inch thermalnitinol wire with a transition temperature range between 31°C and 45°C. *Am J Orthod.* 1980; 78: 528-37.
2. Araújo FBC, Ursi WJS. Estudo da degradação da força gerada por elásticos ortodônticos sintéticos. *Rev Dental Press Ortodon Ortop Facial.* 2006; 11: 52-61.
3. Bishara SE, Andreasen GE. A comparison of time related forces between plastics elastiks and látex elastics. *Angle Orthod.* 1970; 40: 319-28.
4. Burstone CJ. The mechanics of the segmented arch techniques. *Angle Orthod.* 1966; 36: 99-120.
5. Hwang CJ, Cha JY. Mechanical and biological comparison of latex and silicone rubber bands. *Am J Orthod.* 2003; 124: 379-86.
6. Melsen B, Topp LF, Melsen HM, Terp S. Force system developed from closed coil springs. *Eur J Orthod.* 1994; 16: 531-9.
7. Proffit WR, Fields JR, Henry W. *Ortodontia contemporânea.* Rio de Janeiro: Guanabara Kogan; 1995.
8. Ruellas ACO, Bolognese AM. Mola de níquel-titânio X mola de aço inoxidável - comparação do movimento dentário. *J Bras Ortodon Ortop Facial.* 2000; 5: 45-50.
9. Samuels RHA, Rudge SJ, Mair LH. A comparison of the rate of the space closure using a nickel - titanium spring and an elastic module: A clinical study. *Am J Orthod Dent Orthop.* 1993; 103: 464-7.
10. Santos AC, Tortamano A, Naccarato SRF, Dominguez-Rodrigues GC, Vigorito JW. An in vitro comparison of the force reduction generated by different commercially available elastomeric chains and NiTi closed coil springs. *Braz Oral Res.* 2007; 21: 51-7.