

Influência do pré-estiramento nas forças geradas por elásticos ortodônticos em cadeia

Influence of pre-stretch in the forces generated by orthodontic elastic chains

Mariana Martins e MARTINS

Mestranda em Ortodontia pela FO-UERJ - Professora Auxiliar da Disciplina de Ortodontia da Universidade Veiga de Almeida – Rio de Janeiro – RJ - Brasil

Tatiana Araújo de LIMA

Especialista em Ortodontia pela Universidade Veiga de Almeida - Rio de Janeiro – RJ - Brasil

Cláudia Maria de Oliveira SOARES

Especialista em Ortodontia pela FO-UERJ- Universidade Estadual do Rio de Janeiro – Rio de Janeiro – RJ – Brasil

RESUMO

O objetivo deste estudo foi avaliar a influência dos procedimentos de estiramento de forma única e múltipla nas velocidades de 5,0 mm/minuto e 50,0 mm/minuto no grau de degradação da força gerada por elásticos em cadeia na cor cinza da marca comercial American Orthodontics. Os elásticos foram estirados em uma máquina de ensaios de tração e pelo método manual com pinça de separação e mantidos imersos em água destilada, onde permaneceram distendidos em 50% de seus comprimentos por 48 horas. Tiveram suas forças medidas em uma máquina de ensaios de tração (EMIC-DL 500 MF célula 1 Kgf) e os resultados foram gerados por um computador conectado à máquina de tração e foram submetidos a testes estatísticos (ANOVA e GLIM) com $p < 0,05$. Os resultados demonstraram que não houve diferença estatisticamente significativa em relação ao método de estiramento realizado de forma única e múltipla e em relação à velocidade de estiramento realizada de forma lenta e rápida. Foram encontradas diferenças significativas com maior degradação da força para os elásticos estirados em máquina de ensaio de tração em relação aos estirados pelo método manual com pinça de separação com $p < 0,001$. Concluiu-se que em termos práticos, o procedimento de pré-estiramento dos elásticos em cadeia poderá ser realizado de forma única e na velocidade rápida e que o método de estiramento manual com pinça de separação mostrou-se efetivo, liberando forças nos níveis aceitáveis clinicamente para a movimentação dentária.

UNITERMOS

Elastômero; pré-estiramento; degradação de forças.

INTRODUÇÃO

Os elásticos em cadeia apresentam-se em três configurações básicas: cadeia curta, média e longa, sendo utilizados com muita frequência nos procedimentos clínicos ortodônticos referentes à correção de giro-versões, retração de caninos, correção do desvio da linha média e no fechamento de espaços em geral. (ANDREASEN e BISHARA¹, 1970; BATY et al²,

1994; HUGET e PATRICK⁷, 1990; ROCK et al¹⁵, 1985; SANTANA¹⁶, 1977). Os elásticos além de serem práticos e eficientes, possuem baixo custo, menor tempo de cadeia para o paciente, podem ser facilmente e rapidamente colocados, estão disponíveis em uma grande variedade de cores e são confortáveis para o paciente (MATTA e CHEVITARESE¹³, 1997; ROCK et al¹⁵, 1985; TALOUMIS et al¹⁸, 1997; YOUNG e SANDRIK¹⁹, 1979).

Contudo, os elásticos em cadeia são elastômeros e portanto possuem também como característica a capacidade de retornar rapidamente às suas dimensões originais após sofrerem deformação substancial (BATY et al², 1994; JOSELL et al⁹, 1997; MORTON¹⁴, 1995), apresentando como principal desvantagem uma rápida degradação de força gerada devido à diminuição da tensão, resultando na perda gradual da sua efetividade e dificultando a transmissão de uma força constante à denteção.

A degradação da força gerada por esses materiais pode sofrer influência de diversos fatores como a adição de corantes, a configuração das cadeias, a velocidade e quantidade de ativação, (BERTL et al³, 1986; FERRITER et al⁵, 1990; TALOUMIS et al¹⁸, 1997), a exposição à luz, ao ar, à água, ao ozônio, às enzimas, aos diferentes tipos de alimentos, aos produtos químicos de higiene, à ação física da mastigação, às alterações no pH salivar e a possibilidade de pré-estiramento antes do seu uso (BATY et al², 1994; BISHARA et al⁴, 1970; FERRITER et al⁵, 1990; FRAUNHOFER et al⁶, 1992; HUGET e PATRICK⁷, 1990; JEFFERIES et al⁸, 1991; JOSSEL et al⁹, 1997; KUSTER et al¹², 1986; MATTA et al¹³, 1997; SANTANA¹⁶, 1977; STEVENSON e KUSY¹⁷, 1994).

O procedimento de pré-estiramento dos elásticos em cadeia antes de sua aplicação clínica é um recurso mecânico utilizado para evitar uma queda brusca na força liberada pelo elástico após sua fixação nos elementos dentários a serem movimentados. Os elásticos podem ser estirados em diferentes velocidades (lenta ou rápida), com variação da distensão em relação ao seu comprimento inicial (50%, 75% ou 100% do seu comprimento inicial), havendo também inúmeros meios nos quais os elásticos estirados são mantidos antes da sua utilização (em saliva artificial, no ar e em água destilada), (BATY et al², 1994; STEVENSON e KUSY¹⁶, 1994; YOUNG e SANDRICK¹⁹, 1979; WONG²⁰, 1976).

O conhecimento sobre as alterações nas propriedades mecânicas dos elásticos em cadeia sob

influência dos procedimentos de pré-estiramento, é de grande interesse para o emprego desses materiais, uma vez que são importantes auxiliares na execução do tratamento ortodôntico, além de ser um material amplamente utilizado na prática clínica, sendo extremamente desejável que, durante o seu uso, continuem exercendo uma força clinicamente adequada.

O presente estudo avaliou o grau de degradação das forças geradas por elásticos em cadeia na cor cinza, em relação aos métodos, formas e velocidades de pré-estiramento dos elásticos.

MATERIAL E MÉTODO

Neste estudo foram utilizados elásticos em cadeia na cor cinza, denominados comercialmente *Memory chain closed gray* da marca American Orthodontics (referência 854-253), obtidos através de doação do fabricante e os mesmos estavam dentro do prazo de validade e foram armazenados conforme orientação do fabricante até o momento de sua utilização. Os elásticos apresentavam-se como tiras únicas de cadeias elastoméricas, enroladas em embalagens em forma de carretéis e acondicionadas em embalagens plásticas. A amostra foi dividida em dois grupos: Controle (C) – 40 segmentos de elástico em cadeia e Experimental (E) – 40 segmentos de elástico em cadeia. Cada grupo foi subdividido em dois subgrupos de acordo com a forma de estiramento constando cada um de 20 exemplares: subgrupo forma Única – estirado apenas uma vez e subgrupo forma Múltipla – estirado 5 vezes. Cada subgrupo foi novamente dividido de acordo com a velocidade de estiramento contendo cada um 10 exemplares: subgrupo velocidade Lenta – 5,0 mm/minuto e subgrupo velocidade rápida – 50,0 mm/minuto. Em todos os grupos, os elásticos em cadeia foram estirados em 50% do seu comprimento inicial e após o estiramento, os segmentos foram mantidos em temperatura ambiente e imersos em água destilada por um período de 48 horas.



Figura 1 – Amostra de cadeia elástica com 14 mm de comprimento (5 elos).

Para a realização dos procedimentos experimentais, as cadeias elásticas foram removidas dos carretéis e cortadas com um comprimento de 14,0 mm cada amostra, equivalente a 5 elos, este comprimento corresponde ao mínimo de elos geralmente utilizados na prática clínica, para o início da retração de caninos, como visto na figura 1.

Para o grupo controle (C), os segmentos de elástico em cadeia foram distendidos em 50% do seu comprimento original através de uma máquina de ensaios de tração, modelo DL-500 MF (EMIC- Equipamentos e Sistemas de Ensaios LTDA), do laboratório de ensaios físicos e mecânicos da Faculdade de Odontologia da UERJ, como visto na figura 2. Essa máquina era equipada com transdutores de medição de forças ou *strain-gauges* (EMIC- Equipamentos e Sistemas de Ensaios LTDA) que corresponde a uma carga de 1 newton (equivalente a 9.80665 kgf) e pinos com 0,9 mm de diâmetro para fixação das ligaduras elásticas. Todos os elásticos foram distendidos de uma distância inicial de 14 mm para a distância final de 21 mm, correspondendo a 50% do seu comprimento inicial,

através da máquina de ensaios de tração, a qual foi ajustada para as referidas distâncias inicial e final, com o auxílio de um paquímetro digital (referência 727-6/150, Starret). A máquina de ensaios de tração foi ajustada para a realização do estiramento de forma única (uma vez) e múltipla (cinco vezes), sendo que as velocidades de distensão adotadas foram de 5,0 mm por minuto (lenta) e 50,0 mm por minuto (rápida), conforme recomendado por Killiany e Duplessism¹⁰ (1985).

Para o grupo experimental (E), o estiramento dos elásticos foi realizado com uma pinça de separação (referência 800-801 Unitek), tendo como referência um segmento de régua milimetrada e limitado à distância de 21,0 mm por um dispositivo em forma de “u” confeccionado em acrílico, conforme pode ser visto na figura 3. Para a realização dos procedimentos manuais de forma semelhante aos parâmetros adotados na máquina de ensaio de tração e referente às formas e velocidades de estiramento das cadeias elásticas, foi realizado um treinamento prévio do operador com a pinça de separação.



Figura 2 – Máquina de ensaios de tração DL-500 MF (EMIC).

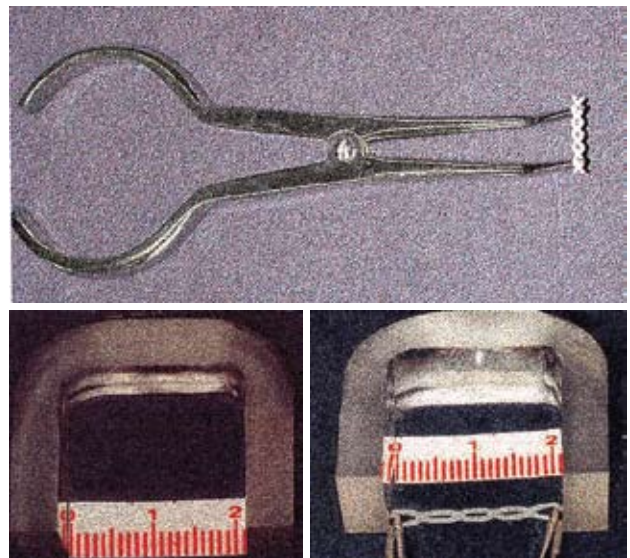


Figura 3. A – Pinça de separação com elástico fixado. B – Dispositivo em forma de “u”. C – Pinça de separação com elástico em cadeia distendido a 21,0 mm.

Para a avaliação do grau de degradação das forças geradas, após o estiramento inicial, as cadeias elásticas de ambos os grupos (controle – C e experimental – E) foram mantidas distendidas por 5 segundos antes da avaliação do valor da força liberada para cada uma das amostras analisadas. Em seguida, foram transferidas dos ganchos da máquina de ensaio de tração através do dispositivo em forma de “u”, para os parafusos fixados em placas de acrílico, mantendo sempre a distância de 21,0 mm e imersas em água destilada (Farmácia Universitária – Faculdade de Farmácia UFRJ).

Após a imersão em água destilada e permanência em temperatura ambiente por um período de 48 horas, as cadeias elásticas de cada um dos subgrupos foram transferidas das placas de acrílico, com auxílio do dispositivo em “u” e imediatamente posicionadas nos pinos da máquina de ensaios de tração, ajustada para a distância de 21,0 mm para serem avaliadas em relação à intensidade das forças geradas pelos diferentes grupos analisados.

Os resultados obtidos foram submetidos à teste estatísticos. Para a comparação das diferentes médias dos valores da força inicial liberada, considerando separadamente o método, quantidade e velocidade de estiramento dos elásticos, foi utilizado o teste ANOVA. Para constatar a presença ou não de diferenças significativas em relação às variáveis analisadas e apontar os grupos que apresentam estas diferenças foi utilizado um teste estatístico denominado modelo linear generalizado (GLIM) univariado. Todos os testes realizados tiveram os níveis de cinco por cento ($p < 0,05$) para que os grupos comparados fossem considerados estatisticamente significativos.

RESULTADOS

Os resultados demonstrados na tabela 1 mostram o percentual de degradação e os valores médios da força gerada por cadeias elásticas em função do método e velocidade de estiramento para os grupos controle e experimental.

Tabela 1 – Valores médios e percentuais das forças geradas (gf) por elásticos ortodônticos em cadeia.

GRUPO	MÉTODO DE ESTIRAMENTO	VELOCIDADE DE ESTIRAMENTO	PRÉ-ESTIRAMENTO MÉDIA FORÇA GERADA (gf)		PERCENTUAL DE DEGRADAÇÃO (%)
			ANTES	APÓS	
C O N T R O L E	ÚNICO	LENTA	250,78	131,36	47,62
		RÁPIDA	267,00	128,38	51,92
	MÚLTIPLO	LENTA	246,27	121,57	50,64
		RÁPIDA	258,60	131,64	48,55
E X P E R I M E N T A L	ÚNICO	LENTA	163,51	127,11	22,26
		RÁPIDA	168,08	129,97	22,67
	MÚLTIPLO	LENTA	175,97	130,30	29,95
		RÁPIDA	176,71	131,15	25,78

A tabela 2 demonstra os resultados da análise de variância (ANOVA) na comparação dos grupos controle e experimental, revelando uma diferença estatisticamente significativa ($p < 0,001$) onde o percentual de degradação de força gerada foi maior no grupo controle que no grupo experimental.

As tabelas 3 e 4 demonstram, respectivamente, os resultados da análise de variância (ANOVA) na comparação das formas única e múltipla e velocidades de estiramento lenta e rápida, revelando que não houve uma diferença estatisticamente significativa.

Tabela 2 – Valores de significância do teste ANOVA da comparação dos grupos controle e experimental.

Grupo	N	Média (Estimada)	Erro Padrão	Diferença entre as médias estimadas	P-valor
Controle	40	49,5%	0,006	25,4%	<0,001
Experimental	40	24,1%	0,006		

* Diferença estatisticamente significativa $p < 0,05$

Tabela 3 – Valores de significância do teste ANOVA da comparação dos métodos único e múltiplo.

Forma	N	Média (Estimada)	Erro Padrão	Diferença entre as médias estimadas	P-valor
Única	40	36,0%	0,006	1,47%	0,068
Múltipla	40	37,5%	0,006		

* Diferença estatisticamente significativa $p < 0,05$

Tabela 4 – Valores de significância do teste ANOVA da comparação das velocidades lenta e rápida.

Velocidade	N	Média (Estimada)	Erro Padrão	Diferença entre as médias estimadas	P-valor
Lenta	40	36,5%	0,006	0,52%	0,511
Rápida	40	37,0%	0,006		

* Diferença estatisticamente significativa $p < 0,05$

DISCUSSÃO

Os elásticos são considerados importantes auxiliares no tratamento ortodôntico e apresentam inúmeras aplicações, entretanto a degradação da força apresentada por esses materiais tem sido um problema clínico evidente e bastante discutido. Alguns autores sugerem o pré-estiramento do elástico antes de sua aplicação clínica, como forma de minimizar a queda brusca na força liberada após sua fixação nos elementos

dentários a serem movimentados (ANDREASEN e BISHARA¹, 1970; BATY et al², 1994; KILLIANY e DUPLESSI¹⁰, 1985; YOUNG e SANDRIK²⁰, 1979; WONG¹⁹, 1976).

O objetivo deste estudo foi avaliar o efeito dos procedimentos de pré-estiramento dos elásticos em cadeia na degradação da força liberada e sua efetividade como aplicação clínica. Os procedimentos de pré-

estiramento foram feitos através da máquina de ensaio de tração e com auxílio de uma pinça de separação, de acordo com os estudos de Baty et al², 1994; Matta e Chevitaress¹³, 1997; Stevenson e Kusy¹⁶, 1994; Young e Sandrick¹⁹, 1979; Wong²⁰, 1976, simulando o pré-estiramento do elástico antes de sua aplicação clínica, como forma de minimizar o fenômeno da relaxação, para verificar a influência do método, forma e velocidade de estiramento quanto à degradação das forças geradas pelos elásticos em cadeia.

Na comparação do efeito do método pelo qual as cadeias elásticas foram estiradas a 50% do seu comprimento original, observa-se que houve uma maior degradação de força no grupo controle (C) – Máquina de ensaio de tração em relação ao grupo experimental (E) – Pinça de separação, apresentando uma diferença estatisticamente significativa ($p < 0,001$), conforme ilustrado na tabela 2 e figura 4. Esse resultado pode ser justificado pelo fato que no grupo controle (C), o estiramento do elástico foi realizado em uma máquina de ensaio de tração onde os fatores velocidade e forma de estiramento foram controlados

de maneira precisa em relação aos procedimentos de estiramento realizados manualmente, de acordo com Baty et al². No entanto, apesar desta diferença, os níveis de força gerados ao final dos procedimentos de pré-estiramento apresentaram valores bem próximos entre os grupos controle e experimental, sendo a diferença entre os valores extremos de somente 9,79 gf. Assim sendo, o método de pré estiramento manual com pinça de separação, mostrou-se eficiente para a realização deste procedimento na clínica ortodôntica, visto que a intensidade da força liberada torna-se mais constante, conforme encontrado por Rock et al¹⁵ (1985).

Josell et al⁹ (1997), constatou que o tipo de método utilizado, para o pré-estiramento dos elásticos em cadeia não exerceu influência sobre os resultados referentes a degradação de força. O mesmo foi observado no presente estudo, observando-se que não houve diferenças estatisticamente significativas ($p = 0,068$) quando foram comparadas as formas de estiramento única e múltipla, como visto na tabela 3 e na figura 5.

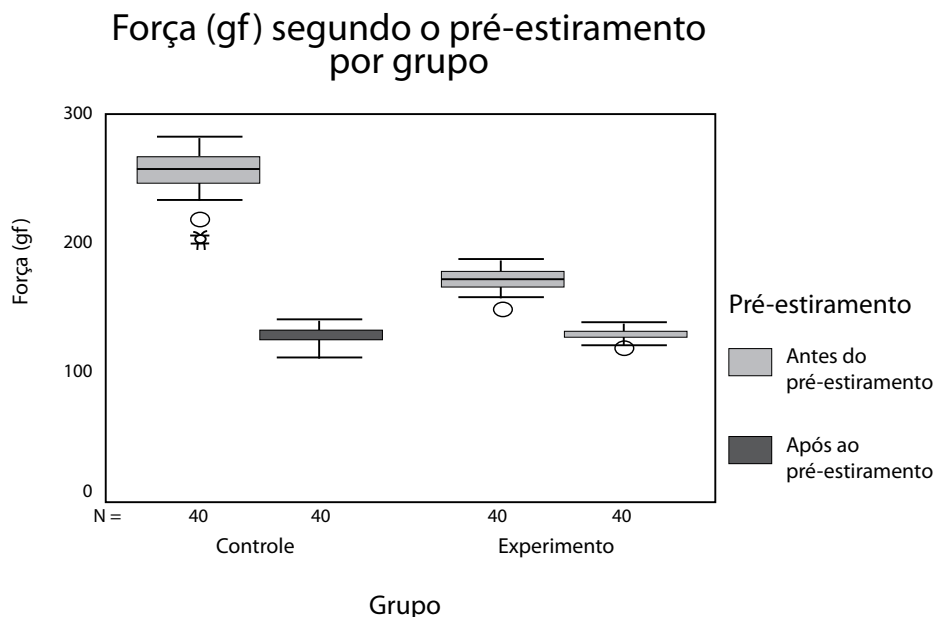


Figura 4 - Estatísticas descritivas das variáveis referentes às forças (gf) antes e após o pré-estiramento dos elásticos em cadeia, segundo o grupo controle e experimental.

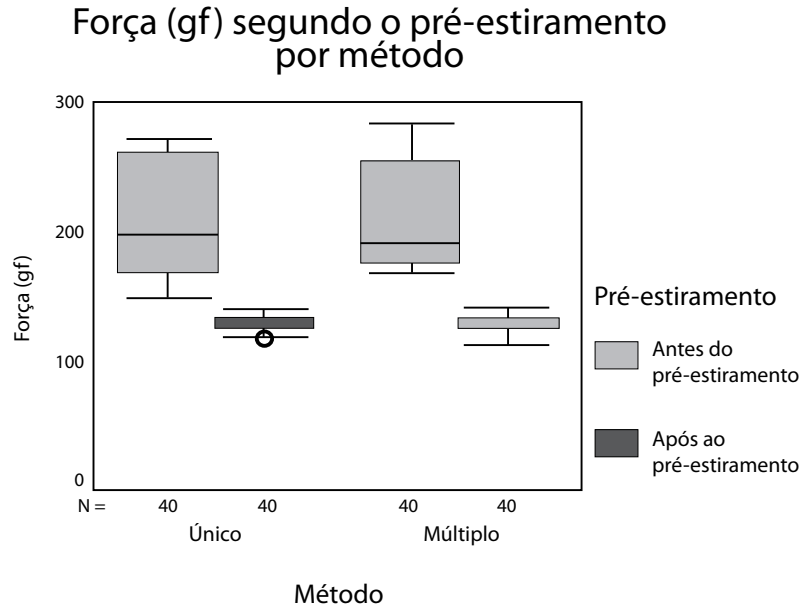


Figura 5 - Estatísticas descritivas das variáveis referentes às forças (gf) antes e após o pré-estiramento dos elásticos em cadeia, segundo a forma de estiramento única e múltipla.

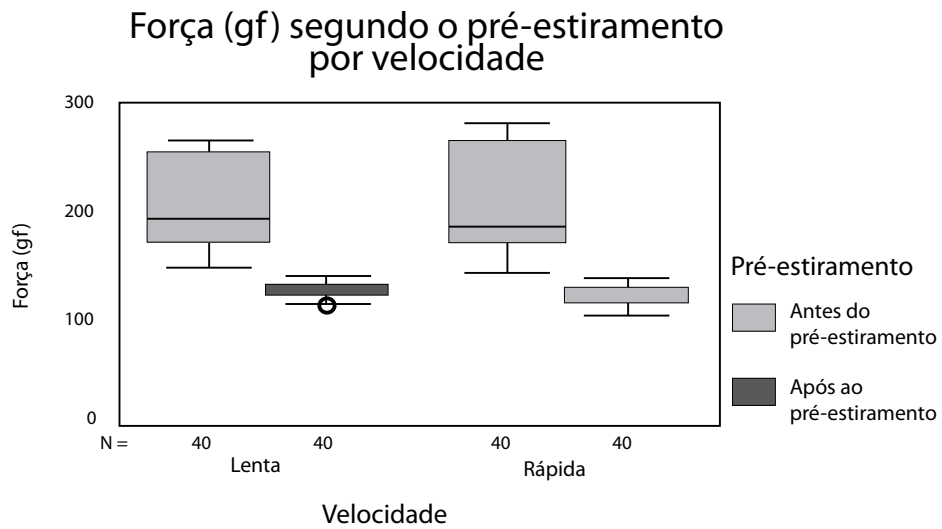


Figura 6 - Estatísticas descritivas das variáveis referentes às forças (gf) antes e após o pré-estiramentodos elásticos em cadeia, segundo as velocidades de estiramento lenta e rápida.

A degradação da força de acordo com a velocidade de estiramento e a deformação plástica de três marcas de elásticos em cadeia foram testadas por Baty et al² (1994) e todos os elásticos foram capazes de gerar forças compatíveis com a fisiologia do

movimento dentário não comprometendo seu uso clínico. Estes resultados estão de acordo com os valores encontrados na presente pesquisa, onde não ocorreram diferenças estatisticamente significativas na comparação entre velocidade de estiramento lenta

(5,0 mm/minuto) e velocidade de estiramento rápida (50,0 mm/minuto) que apresentaram um p-valor de 0,511 como visto na tabela 4 e na figura 6. No entanto Kovatch et al¹¹ (1976) encontraram que o estiramento de elásticos em cadeia nas velocidades consideradas lenta proporcionaram menor nível de força inicial e menor degradação de força se comparado a elásticos distendidos de forma rápida.

CONCLUSÃO

- Não foram constatadas diferenças estatisticamente significativas entre as formas única (uma vez) e múltipla (cinco vezes), assim como entre as velocidades lenta (5,0 mm/minuto) e rápida (50,0 mm/minuto) de pré-estiramento dos elásticos em cadeia.

- Foram constatadas diferenças estatisticamente significativas entre os grupos controle (C) – elásticos estirados em máquina de ensaio de tração e experimental (E) – elásticos estirados com pinça de separação, com maior degradação de força para o grupo controle.
- Os procedimentos de estiramento dos elásticos em cadeia, realizados através do método manual com pinça de separação mostraram-se efetivos, visto que a força liberada após os procedimentos de pré-estiramento tornou-se constante e nos níveis aceitáveis clinicamente para a movimentação dentária. Em termos práticos, o procedimento de pré-estiramento poderá ser realizado de forma única (uma vez), manual e na velocidade rápida (50,0mm/minuto).

ABSTRACT

The purpose of this study was to verify the influence of single or multiple pre-stretching procedures on force degradation of gray elastomeric chains of American Orthodontics Company when those were pre-stretched at 5.0mm/min. and 50.0 mm/min. The elastomeric chains were pre-stretched in a universal test machine and in a manual method with elastic separator plier and were stored with a distension of 50% their original lengths in distillate water for 48 hours. The forces were measured in a universal test machine (EMIC –DL 500 MF), with 1Kgf of load and the results were obtained by a computer connected to the test machine. Statistical tests were applied (ANOVA and GLIM, with $p < 0.05$) to the results and showed no statistically differences for both methods of pre-stretching: single and multiple times and for both speeds: fast and slow. But statistically differences were found in pre-stretching method, with greater force degradation in the pre-stretching with a universal test machine when compared with the manual method ($p < 0.001$). In practical terms, the pre-stretching procedures can be applied in a single time and in a quick way and the manual method with an elastic separator plier was effective, with clinically acceptable levels of force, compatible with tooth movement.

UNITERMS

Elastomeric chain; pre-stretching; degradation forces.

REFERÊNCIAS

1. Andreasen GF, Bishara SE. Comparison of alastik chains with elastics involved with intra-arch molar to molar forces. *Angle Orthod.* 1970 Jul.;40(3):151-8.
2. Baty DL. Force delivery properties of colored elostomeric modules. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 1994 Jul.;40(46):1-10.
3. Bertl WH. Forces produced by orthodontic elastic as a function of time and distance extended. *Eur J Orthod.* 1986 Aug.;8(3):198-201.
4. Bishara SE. Comparison of time related forces between plastic alastiks and latex elastics. *Angle Orthod.* 1970 Oct.;40(4):319-28.
5. Ferriter JP. The effect of hydrogen ion concentration on the force-degradation rate of orthodontic polyurethane chain elastics. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 1990 Nov.;8(5):404-10.
6. Fraunhofer JA.. The effects of artificial saliva and topical fluoride treatments on the degradation of the elastic properties of orthodontic chains. *Angle Orthod.* 1992 Oct./Dec.;62(4):265-74.
7. Huget EF, Patrick KS. Observations on elastic behavior of a synthetic orthodontic elastomer. *J Dent Res.* 1990 Nov.;69(2):496-501.

8. Jeffries CL, Fraunhofer JA. The effects of 2% alkaline glutaraldehyde solution on elastic properties of elastomeric chain. *Angle Orthod.* 1991 Jan./Mar.;1:25-30.
9. Josell SD. Force degradation in elastomeric chain. *Semin Orthod.* 1997 Sept.;3(3):189-97.
10. Killiany DM., Duplessis J. Relaxation of elastomeric chains. *J Clin Orthod* 1985 Aug.;19(8):592-3.
11. Kovatch JS. Load-extension-time behavior of orthodontic elastiks. *J Dent Res.* 1976 Sep/Oct.;55(5):783-6.
12. Kuster R. Laboratory and intra-oral test of the degradation of elastic chains. *Eur J Orthod.* 1986 Aug.;8(8):202-8.
13. Matta ENR., Chevitarrese O. Avaliação laboratorial da força liberada por elásticos plásticos. *Rev SBO.* 1997 Ago.;4(4):131-6.
14. Morton M. Rubber technology. Londres: Chapmon & Hall; 1995.
15. Rock W P. A laboratory investigation of orthodontic elastomeric chains. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 1985 Oct.;49(5):202-7.
16. Santana MJ. Elásticos intra-orais usados no tratamento ortodôntico [dissertação]. Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro; 1977.
17. Stevenson SJ, Kusy PR. Force application and decay characteristics of untreated and treated polyurethane elastomeric chains. *Angle Orthod.* 1994 Apr.;64(6):455-67.
18. Taloumis JL. Force decay and deformation of orthodontic elastomeric ligatures. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 1997 Jan.;111(1):1-11.
19. Wong AK. Orthodontic elastic materials. *Angle Orthod.* 1976 Apr.;46(2):196-204.
20. Young J, Sandrik JL. The influence of preloadind on stress relaxation of orthodontic elastic polymers. *Angle Orthod.* 1979 Apr.;2:104-9.

Recebido em 06/07/07
Aprovado em 20/05/08

Correspondência:
Tatiana Araújo de Lima
Rua Queiroz Junior 131 apto 803, Jacarepaguá,
Rio de Janeiro – RJ.
CEP 22775-170.
E-mail: tatiorto@gmail.com