

Comportamento Mecânico dos Fios Flexy-Multi® Comparativamente a Fios de Aço, Beta-Titânio e Níquel-Titânio em Ensaio de Flexão em Três Braquetes.

Autores: Vinícius Marcelo Aires PÓVOA; Marcos Augusto LENZA; Milena Moraes de Oliveira LENZA; André Luiz de Melo DRUMOND; Rogério WATANABE

Unidade Acadêmica: Faculdade de Odontologia - UFG

Email: povoavinicius@hotmail.com

Palavras-Chave: ortodontia; fios ortodônticos; teste de deflexão; Flexy-Multi®

INTRODUÇÃO

Para que se tenha uma melhor compreensão de como os aparelhos ortodônticos trabalham é essencial o conhecimento dos fios disponíveis no mercado, suas características mecânicas e implicações clínicas.

Em 1968, Dr. George F. Andreasen introduziu a liga de níquel-titânio (Nitinol®) à Ortodontia. Esta liga possui a capacidade de memória de forma, sendo atribuída a ela a redução do tempo de tratamento e do desconforto do paciente (forças leves), além de menor frequência de trocas dos arcos¹. Na metade da década de 80, tal material sofreu evoluções do ponto de vista biomecânico, reforçando a sua importância para a prática ortodôntica^{2,3}.

No início da década de 80, a liga de beta-titânio foi introduzida à Ortodontia. O módulo de elasticidade do beta-titânio é aproximadamente o dobro dos fios de níquel-titânio estabilizados e menos que um terço do aço. Além disso, os fios de beta-titânio apresentam uma boa formabilidade, o que os torna fios adequados para as diferentes fases do tratamento ortodôntico. Assim sendo, são fios interessantes para casos nos quais menores níveis de força são necessários, mas nos quais materiais de menor rigidez talvez seriam incapazes de desenvolver níveis de força requeridos⁴.

Fios com curvas de carga x deflexão mais horizontais fornecem um movimento dentário mais biológico com menor risco de lesão tecidual. Estes fios possuem baixa rigidez e uma grande capacidade elástica^{5,6}

Os fios de níquel-titânio possuem baixa razão carga/deflexão, porém associada a uma pobre formabilidade. Já os fios de aço, embora apresentem

excelente formabilidade, não têm uma boa flexibilidade. Podem-se ainda citar os fios de beta-titânio, com formabilidade e flexibilidade intermediárias a ambos^{6,7}.

Recentemente, foi lançado no mercado pela Orthometric Importadora e Exportadora Ltda. um fio composto por um núcleo de beta-titânio revestido por níquel-titânio. A intenção foi associar a formabilidade do beta-titânio à flexibilidade e melhor lisura de superfície do níquel titânio, tornando-o um fio com característica de finalização⁸.

Os motivos que levaram à realização do presente trabalho foram: (1) a avaliação das propriedades de carga/deflexão dos fios ortodônticos é relevante para sua correta aplicação clínica e (2) há lacuna na literatura acerca do comportamento mecânico dos fios Flexy-Multi[®] em testes de deflexão, comparativamente a outras ligas como aço, beta-titânio e níquel-titânio.

O objetivo do presente estudo foi avaliar a razão carga/deflexão dos fios Flexy-Multi[®] comparativamente com fios de aço, beta-titânio e níquel titânio de diversas marcas comerciais, através de ensaios controlados de deflexão em três bráquetes.

MATERIAL E MÉTODOS

Amostras de fios ortodônticos retangulares 0,017"x0,025" Flexy-Multi[®] (Orthometric); aço, níquel-titânio e beta-titânio (Morelli, Ormco e Orthometric) foram avaliadas no estudo. Os fios foram selecionados em segmentos retos. Quando fios pré-contornados foram utilizados, os dois segmentos mais posteriores (30mm) foram escolhidos para a realização dos testes⁹.

Ensaio de flexão em três bráquetes^{10,11} de incisivos inferiores (prescrição Roth, slot 0,022", autoligado – InOvation[®] – GAC Orthodontics), colados nivelados, foram conduzidos no Departamento de Engenharia de Materiais e Manufatura da Universidade de São Paulo (USP - São Carlos) utilizando máquina de ensaio universal (Emic – DL 10000/700, número de série 201), com calibração realizada pela Rede Brasileira de Calibração (RBC) de acordo com certificado número 120/06. A célula de carga utilizada possuía capacidade de 100kgf.

Todos os testes foram realizados sob condições idênticas e controladas, após o fio se encontrar sob temperatura de $36^{\circ}\pm 1^{\circ}$ durante 10 minutos⁹. A temperatura era controlada por termostato eletrônico digital (Full Gauge Controls, Modelo TIC-17RGT) em um compartimento térmico fechado construído especificamente para a realização dos ensaios.

Os fios retangulares foram testados em segunda ordem, ou seja, com a força vertical sendo aplicada na superfície de maior dimensão (0,025")⁹.

A razão carga/deflexão foi conseguida através da realização dos ensaios de flexão em três bráquetes^{9,10} com distância entre os apoios de 10mm⁹.

Seis medições (N=6) foram realizadas para cada fio de determinada marca comercial⁹. A porção mediana do segmento foi deflexionada através de um bráquete acoplado à máquina universal de ensaio até um limite de 1,5mm a uma velocidade controlada de 1mm/min^{9,12}. A cada 0,5mm de deflexão, a força correspondente era aferida de forma automática. Ao se alcançar o limite de 1,5mm de deflexão, o processo era revertido medindo-se a força no retorno a cada 0,5mm também de forma automática.

Gráficos força x deflexão foram obtidos a partir dos dados coletados. A curva de retorno é aquela de interesse clínico pois está diretamente ligada à força que o fio faria no dente¹³.

A razão carga/deflexão dos fios Flexy-Multi[®] foi comparada às demais ligas (aço, NiTi e beta-titânio) e respectivas marcas comerciais (Morelli, Ormco e Orthometric) para cada nível de deflexão, tanto na curva de ativação, quanto na desativação. Estes dados foram submetidos a análise estatística (ANOVA) com aplicação do teste de Tukey com nível de significância 0,05 utilizando o programa SPSS, versão 13.0, a fim de se verificar quais valores de magnitude de força, para cada nível de deflexão, apresentaram homogeneidade ou não do ponto de vista estatístico.

RESULTADOS

A razão carga/deflexão dos fios Flexy-Multi[®] foi comparada com as de todos os fios de aço, beta-titânio e níquel-titânio (Morelli, Ormco e Orthometric), em todos os níveis de deflexão, tanto na ativação quanto na desativação.

Na ativação, o Flexy-Multi[®] apresentou diferenças quanto à razão carga/deflexão em relação aos fios de aço e beta-titânio de todas as marcas comerciais testadas ($p < 0,05$), para todos os níveis de deflexão.

Por outro lado, também na ativação, não houve diferença entre os fios Flexy-Multi[®] quanto à razão carga/deflexão, quando comparados com os fios de níquel-titânio de todas as marcas comerciais testadas ($p > 0,05$).

Já na desativação, o comportamento dos fios se deu semelhante à ativação, exceto para o nível 0,5mm, no qual o fio Flexy-Multi[®] mostrou uma razão

carga/deflexão menor que os fios de níquel-titânio da Morelli ($p= 0,005$), Ormco ($p=0,000$) e Orthometric ($p=0,004$).

DISCUSSÃO

Os fios Flexy-Multi[®] apresentaram uma razão carga/deflexão semelhante aos fios de níquel-titânio. Sabe-se que os fios de níquel-titânio apresentam como característica uma baixa rigidez, sendo, por outro lado pobres em formabilidade¹. Sendo a formabilidade característica relevante na fase de finalização¹⁴, estes fios são limitados para tal propósito⁶.

A grande perda de força no final da desativação (0,5mm) nos leva à hipótese que o Flexy-Multi[®] possui uma deformação plástica bastante acentuada, reforçando a sua característica de formabilidade.

Associando esta flexibilidade aumentada a uma boa formabilidade, o Flexy-Multi[®] parece ser um fio bastante interessante para finalização do ponto de vista clínico. A fase de finalização envolve pequena movimentação dos dentes visando o detalhamento dos objetivos de tratamento. Dentes submetidos a força com fios com estas propriedades passam por menos hialinização, favorecendo a sua movimentação⁶. Sendo o Flexy-Multi[®] um fio com razão carga/deflexão baixa, tais movimentos de finalização tendem a ocorrer de forma mais biológica do ponto de vista clínico.

CONCLUSÃO

- Em termos gerais, os fios Flexy-Multi[®] apresentaram razão carga/deflexão baixa, comparando aos demais fios testados, nos ensaios de deflexão em 3 bráquetes
- Os fios Flexy-Multi[®] apresentaram razão carga deflexão inferiores a todos os fios de aço e beta-titânio, tanto na ativação quanto na desativação
- Na ativação, os fios Flexy-Multi[®] não apresentaram diferenças nos níveis de força em relação aos fios de níquel-titânio
- Na desativação, os fios Flexy-Multi[®] apresentaram, apenas para o nível 0,5mm, relação carga/deflexão inferior aos fios de níquel-titânio.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Andreasen, GF, Morrow, RE. Laboratory and clinical of nitinol wire. Am J Orthod 1978; 73(2): 142-51.

2. Burstone CJ, Qin B, Morton JY. Chinese NiTi wire – a new orthodontic alloy. Am J Orthod 1985 Jun; 89(6) 445-452
3. Burstone CJ, Goldberg AJ. Beta titanium: a new orthodontic alloy. Am J Orthod. 1980 Feb; 77(2):121-32.
4. Miura F, Mogi M, Ohura Y, Hamanaka H. The super-elastic property of the Japanese NiTi alloy wire for use in orthodontics. Am J Orthod Dentofac Orthop 1986; 90(1): 1-10.
5. Braun S, Sjursen Jr RC, Legan HL. Variable modulus orthodontics advanced through an auxiliary archwire attachment. Angle Orthod 1997; 63(3): 219-22.
6. Johnson, E. Relative stiffness of beta titanium archwires. Angle Orthod 2003;73: 259-269
7. Kapila S, Sachdeva R. Mechanical properties and clinical applications of orthodontic wires. Am J Orthod 1989; 96(2): 100-09.
8. Orthometric Importadora e Exportadora LTDA [internet]. Orthometric – Soluções em Ortodontia [homepage na internet]. Marília(SP): [acesso em 2011 Jun 17]. Disponível em: <http://www.orthometric.com.br/flexy-multi/>
9. European Committee for Standardization. Dentistry - wires for use in Orthodontics.DIN EN ISO 15841:2006.
10. Santoro M, Beshers DN. Nickel-titanium alloys: stress related temperature transitional range. Am J Orthod Dentofac Orthop 2000; 118(6): 685-92.
11. Gurgel JA, Kerr S, Powers JM, LeCrone V. Force-deflection properties of superelastic nickel-titanium archwires. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 2001 Oct;120(4):378-82.
12. Verstryngge A, Van Humbeeck J, Willems G. In-vitro evaluation of the material characteristics of stainless steel and beta-titanium orthodontic wires. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 2006 Oct;130(4):460-70.
13. Nakano H, Satoh K, Norris R, Jin T, Kamegai T, Ishikawa F et al. Mechanical properties of several nickel-titanium alloy wires in three-point bending tests. Am J Orthod Dentofac Orthop 1999; 115(4): 390-5.
14. Dalstra M, Denes G, Melsen B. Titanium-niobium, a new finishing wire alloy. Clin Orthod Res 1999; 3(1): 6-14.