Orthodontic Science and Practice. 2011; 4(15).

Avaliação *in vitro* da fricção entre fios ortodônticos retangulares e bráquetes autoligáveis

In vitro evaluation of friction between rectangular wires and self-ligating brackets

Kellen Cristina Ferrari[1]
Simone Pizzatto[2]
Ricardo Moresca[3]
Alexandre Moro[4]
Giselle Moro Cantú[5]

Resumo

Os bráquetes autoligáveis tem sido utilizados pelos ortodontistas devido à promessa de redução do atrito com os fios ortodônticos. O presente estudo teve como objetivo comparar a resistência friccional produzida pelos bráquetes autoligáveis Damon 3 (Ormco), SmartClip (3M Unitek) e In-Ovation (GAC) e pelos bráquetes convencionais Victory (3M Unitek) com módulos elásticos e amarrilhos metálicos, considerando fios retangulares de aço inoxidável e de níquel-titânio de diferentes dimensões (.017"x.025", .019"x.025" e .021"x.025"), bem como avaliar se existe diferença na fricção quando comparados os fios de aço inoxidável e de níquel-titânio testados. Para isso, foram confeccionados corpos de prova com dentes de estoque nos quais foram colados os bráquetes avaliados. Para mensurar a fricção produzida foi utilizada uma máquina universal de ensaio mecânico Instron que realizou a tração dos fios pelas canaletas dos bráquetes. Foram realizadas cinco repetições por bráquete, para cada fio estudado, totalizando 150 testes. Os valores foram comparados utilizando o teste LSD ("least significant difference") para as comparações múltiplas. Na comparação dos dois tipos de fio foi utilizado o teste t Student para amostras independentes. A partir dos resultados obtidos, concluiu-se haver redução significativa da fricção utilizando os bráquetes autoligáveis Damon 3 e SmartClip quando comparados ao bráquete autoligável In Ovation e ao bráquete convencional com amarrilho e com módulo elástico. Não houve diferença significativa nos valores do atrito entre as diferentes secções d e fio nem entre as duas ligas metálicas estudadas.

Descritores: Bráquete autoligável, Fricção, Mecânica de deslizamento.

Abstract

Self-ligated brackets have being used by the orthodontists with the aim to reduce the friction with orthodontic wires. The objective of this study was to compare the frictional resistance produced by Damon 3 (Ormco), SmartClip (3M Unitek) and In-Ovation (GAC) self-ligated brackets and Victory (3M Unitek) conventional bracket with elastomeric modules and metallic ligatures considering stainless steel and Ni-Ti rectangular wires with different dimensions (.017"x.025", .019"x.025" and .021"x.025"), as well as to compare the friction produced by stainless steel and Ni-Ti wires. Tested brackets were bonded in stock premolars and friction was evaluated by the traction of the wires thought bracket slots in an Instron universal test machine. Five repetitions for each bracket and wire combination were performed in a total of 150 tests. LSD test (least significant difference) was used for mul-

[1]Especialista em Ortodontia pela Universidade Positivo.
[2]Especialista em Ortodontia pela Universidade Positivo.
[3]Doutor em Ortodontia pela FO-USP. Professor Adjunto da Universidade Federal do Paraná e Professor do Programa de Mestrado em Odontologia Clínica da Universidade Positivo.
[4]Doutor em Ortodontia pela FOB-USP. Professor Associado da Universidade Federal do Paraná e Professor do Programa de Mestrado em Odontologia Clínica da Universidade Positivo.
[5]Aluna do Programa de Mestrado em Odontologia Clínica da Universidade Positivo.

Correspondência com o autor:
Recebido para publicação:
Aceito para publicação:

tiple comparisons and Student t test for independent samples was used to compare wires. Results showed that there was a significant reduction of friction when Damon 3 and SmartClip self-ligated brackets were compared with In-Ovation self-ligated bracket and conventional bracket with elastomeric modules and metallic ligature. There was no significant difference in friction among the three wire dimensions studied neither when stainless steel and Ni-Ti wires were compared.
Descriptors: Self-ligated bracket. Friction. Sliding mechanics.

Introdução

Muitas são as vantagens atribuídas aos bráquetes autoligáveis, dentre elas se destacam: maior conforto ao paciente, diminuição do tempo de cadeira, uso de forças mais leves, menor risco de injúria aos tecidos periodontais, higienização facilitada com melhor controle da placa bacteriana e, principalmente, redução da fricção com os fios ortodônticos, o que poderia diminuir o tempo de tratamento.[2,4,24]

Os sistemas autoligáveis se diferenciam entre si pela maneira com que os bráquetes apreendem o fio, podendo ter uma ação ativa ou passiva. Os bráquetes Speed e In-Ovation são considerados ativos, uma vez que o arco é constantemente pressionado contra a canaleta do bráquete, permitindo um maior controle de rotações e de torque já na fase de alinhamento e nivelamento. Já os sistemas passivos, como exemplo o SmartClip e o Damon, possuem tampas ou clipes que fecham a canaleta sem, no entanto, pressionar o arco. Nestes casos, não existe um controle imediato das rotações como nos bráquetes ativos, porém, ocorre menor fricção nas mecânicas de deslizamento.[6]

A fricção pode ser definida como a força que atua na superfície entre dois objetos quando um desliza sobre o outro, causando resistência ao movimento[6]. A sua magnitude depende da força sobre as duas superfícies, da aspereza e da natureza dos materiais envolvidos.[10] Na interface bráquete/fio componentes adicionais podem influenciar no atrito, como a ligadura que pressiona o fio contra o canal de encaixe do bráquete e o torque ativo em um arco retangular.[5,10]

Atualmente, o ortodontista tem à sua disposição diferentes métodos para o fechamento de espaços durante o tratamento ortodôntico. Dentre estes métodos destaca-se a mecânica de deslizamento.

Segundo McLaughlin, Bennett e Trevisi[15], a mecânica de deslizamento começou a ser utilizada em 1990 e tem sido bem aceita pelos clínicos por ser uma técnica eficiente e confiável. Estes autores recomendaram o uso de arcos retangulares de aço .019"x.025" e bráquete com canaleta .022" pois essas dimensões possibilitariam um melhor controle da sobremordida e do torque e, ao mesmo tempo, permitiriam o livre deslizamento pelos segmentos vestibulares. Fios mais finos tenderiam a produzir um controle menos eficiente da sobremordida e do torque. Por outro lado, fios mais espessos poderiam restringir o livre deslizamento no segmento dos molares e pré-molares.

Existem muitas variáveis que também podem interferir na mecânica de deslizamento.[18,19] Entre os fatores físicos e mecânicos destacam-se a propriedade dos arcos (material, calibre, textura da superfície e dureza), ligação dos bráquetes com o arco (ligadura metálica ou elástica), propriedade dos bráquetes (material, tratamento da superfície, processo de fabricação, profundidade e largura da canaleta, desenho, prescrição e angulação ou torque na interface fio/bráquete) e as características dos dispositivos ortodônticos (distância inter-bráquetes e forças aplicadas para retração). Entre os fatores biológicos estão a presença de saliva, placa bacteriana, película adquirida, corrosão e partículas de alimento.

Durante a mecânica de deslizamento para fechamento de espaços o atrito gerado na interface bráquete/arco tende a impedir o movimento desejado. Em termos clínicos, a força aplicada deve superar este componente de força para alcançar o movimento ortodôntico desejado.[10]

Considerando estes conceitos, este trabalho teve por objetivo comparar, *in vitro*, a resistência friccional produzida por bráquetes autoligáveis (ativos e passivos) e por bráquetes convencionais associados a ligaduras metálicas e elásticas, bem como verificar se diferentes dimensões dos fios retangulares (.017"x.025", .019"x.025", .021"x.025") e sua natureza (aço inoxidável e níquel-titânio) influenciam no atrito produzido com os bráquetes avaliados.

Material e métodos

Para a realização deste estudo foram testados os bráquetes autoligáveis passivos Damon 3 (Ormco) e SmartClip (3M Unitek), o bráquete autoligável ativo In-Ovation (GAC) e o bráquete convencional Victory (3M Unitek) associado a amarrilho metálico e a ligadura elástica, considerando fios ortodônticos retangulares com as seguintes dimensões: .017"x.025", .019"x.025" e .021"x.025", de aço inoxidável e superelástico de níquel-titânio (3M Unitek).

Confecção dos Corpos de Prova

Foram confeccionados cinco corpos de prova, um para cada bráquete testado, constituídos de barras de acrílico com as dimensões de 20cm de altura, 2,0cm de largura e 2,0cm de profundidade. A 3,0cm de distância da borda superior foi realizado um orifício de 8,5mm de diâmetro e 15,0mm de profundidade, centralizado entre as bordas laterais, para a fixação da raiz do dente de estoque utilizado.

A fixação dos dentes nos orifícios dos corpos de prova foi realizada com cola epóxi (Durepoxi®). Foram utilizados dentes em resina acrílica (pré-molares) para typodont.

Para a realização do presente estudo optou-se pela utilização de bráquetes de pré-molares superiores (figura 1) por apresentarem pequenas variações de torque entre as marcas comerciais estudadas, por serem os bráquetes nos quais ocorre o deslizamento (excetuando-se os molares que normalmente recebem tubos) e também por serem os bráquetes mais usado em outros estudos.[9,16,22,23]

Figura 1 - Corpo de prova antes da colagem do bráquete.

Após a secagem da cola epóxi que preencheu os orifícios e manteve os dentes estabilizados, foi utilizada resina epóxi (Araldite®) para o posicionamento dos bráquetes.[13,21] Os bráquetes foram posicionados centralizados no sentido mesiodistal e na mesma altura a partir da cúspide vestibular utilizando-se um posicionador confeccionado com fio de aço .021"x.025" (figura 2).

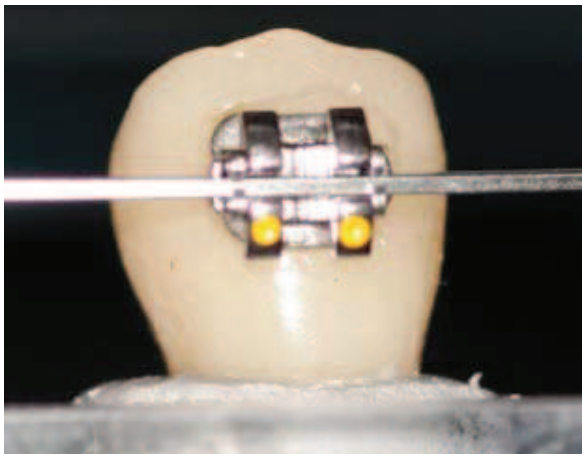

Figura 2 - Corpo de prova finalizado.

Obtenção dos Dados

A verificação da força de fricção gerada entre o bráquete e o fio ortodôntico foi realizada utilizando-se uma máquina universal de ensaio mecânico (Instron 4467) no Instituto de Tecnologia para o Desenvolvimento da Universidade Federal do Paraná (LACTEC). O equipamento Instron também foi utilizado em outros estudos de mesma natureza[1,3,7,11,12,17,20,21] que avaliaram a força de tração necessária para o deslizamento do fio pela canaleta dos bráquetes. Para que os corpos de prova estivessem sempre na mesma posição o acrílico foi colocado, em todas as medições, de tal forma que a canaleta do bráquete ficasse centralizada na pinça de tração da máquina Instron. Para que o corpo de prova se mantivesse preso ao equipamento foi utilizada uma morsa desenvolvida especialmente para este estudo, fixada na base do equipamento (Figura 3).

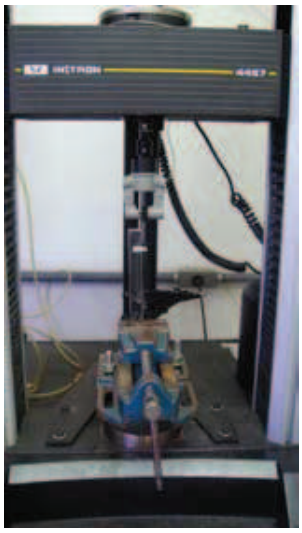

Figura 3 - Equipamento Instron e a morsa com o corpo de prova.

Os fios testados tiveram uma das extremidades fixadas na pinça de tração da máquina e a outra inserida no canal de encaixe do bráquete. Foi realizada uma marcação no fio a 5,0cm da extremidade e, neste ponto, iniciava-se a tração (Figura 4). A célula de carga utilizada foi de 10 kgf e o fio foi tracionado a uma velocidade de 60mm/min por 30 segundos, por uma distância de 30mm. Foi mensurada a força inicial, a média da força exercida durante todo o trajeto e a média de força dos 5 aos 30 segundos, excluindo a força inicial (estática). Da mesma forma que no estudo de Franchi e Baccetti[7], o teste foi repetido 5 vezes para cada combinação de bráquete/fio, para se obter o valor médio de força. O equipamento foi zerado a cada nova medição, sendo realizado um total de 150 testes.

Figura 4 - Teste de tração do fio pela canaleta do bráquete.

Análise estatística

Após verificação da existência de interação entre os três fatores do estudo (bráquetes, calibre e fio) as comparações foram realizadas considerando-se separadamente esses fatores. Para a comparação dos diferentes tipos de bráquetes e diferentes calibres, foi usada a análise de variância com um fator, usando-se o teste LSD (least significant difference) para as comparações múltiplas. Na comparação dos dois tipos de fios foi usado o teste t de Student para amostras independentes. Valores de $p<0,05$ indicaram significância estatística. Os dados foram organizados em planilha Excel e analisados com o programa computacional Statistica v.8.0.

Resultados

Comparações dos calibres dos fios ortodônticos em cada grupo de bráquetes

Para cada bráquete com cada tipo de fio, testou-se a hipótese nula de que as médias de atrito são iguais para os três calibres, versus a hipótese alternativa de que pelo menos um calibre tem média de atrito diferente dos demais. Nas comparações em que houve a rejeição da hipótese nula ($p<0,05$) foram feitas as comparações dos calibres dois a dois. (Tabela 1).

Comparações entre fios de aço e de níquel-titânio com o mesmo calibre nos grupos de bráquetes

Para cada tipo de bráquete e cada calibre testou-se a hipótese nula de que as médias de atrito são iguais para os dois tipos de fio, versus a hipótese alternativa de médias diferentes. (Tabela 2).

Comparações intergrupos de bráquetes apenas para o mesmo calibre e mesma natureza

Como a Tabela 3 mostrou diferenças estatísticas entre os dados testados, foram realizadas comparações múltiplas entre os tipos de bráquetes que estão apresentadas na Tabela 4.

Tabela 1 - Comparações entre os calibres dos fios para cada tipo de bráquete, considerando-se separadamente os fios de aço inoxidável e de níquel-titânio.

Bráquete	Fio	Calibre*	N	Atrito (N)		Valor de p (1 x 2 x 3)	Valor de p		
				Média	Desvio padrão		1 x 2	1 x 3	2 x 3
SmartClip	Aço	1	5	0,040	0,002				
		2	5	0,015	0,001				
		3	5	0,253	0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
	Niti	1	5	0,058	0,003				
		2	5	0,041	0,001				
		3	5	0,097	0,010	<0,001	0,001	<0,001	<0,001
Damon	Aço	1	5	0,021	0,001				
		2	5	0,020	0,001				
		3	5	0,019	0,001	0,026	0,319	0,009	0,060
	Niti	1	5	0,018	0,004				
		2	5	0,033	0,003				
		3	5	0,017	0,004	<0,001	<0,001	0,807	<0,001
In-Ovation	Aço	1	5	0,640	0,031				
		2	5	0,925	0,094				
		3	5	1,341	0,089	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
	Niti	1	5	1,619	0,353				
		2	5	1,428	0,354				
		3	5	1,244	0,286	0,243			
Convencional com amarrilho	Aço	1	5	0,762	0,058				
		2	5	1,135	0,114				
		3	5	1,231	0,255	0,002	0,004	0,001	0,376
	Niti	1	5	0,866	0,106				
		2	5	1,618	0,089				
		3	5	1,721	0,133	<0,001	<0,001	<0,001	0,167
Convencional com módulo elástico	Aço	1	5	1,378	0,268				
		2	5	1,030	0,091				
		3	5	1,114	0,090	0,019	0,007	0,031	0,457
	Niti	1	5	1,375	0,253				
		2	5	1,156	0,069				
		3	5	1,319	0,081	0,117			

* Calibre 1: .017"x.025"; Calibre 2: .019"x.025"; Calibre 3: .021"x.025"

Tabela 2 – Comparações entre fios de aço inoxidável e de níquel-titânio de mesmo calibre para os bráquetes estudados.

Bráquetes	Calibre*	Fio	N	Atrito (N)		Valor de p
				Média	Desvio padrão	
SmartClip	1	Aço	5	0,040	0,002	
		Niti	5	0,058	0,003	<0,001
	2	Aço	5	0,015	0,001	
		Niti	5	0,041	0,001	<0,001
	3	Aço	5	0,253	0,001	
		Niti	5	0,097	0,010	<0,001
Damon	1	Aço	5	0,021	0,001	
		Niti	5	0,018	0,004	0,180
	2	Aço	5	0,020	0,001	
		Niti	5	0,033	0,003	<0,001
	3	Aço	5	0,019	0,001	
		Niti	5	0,017	0,004	0,396
In-Ovation	1	Aço	5	0,640	0,031	
		Niti	5	1,619	0,353	0,003
	2	Aço	5	0,925	0,094	
		Niti	5	1,428	0,354	0,031
	3	Aço	5	1,341	0,089	
		Niti	5	1,244	0,286	0,501
Convencional com amarrilho	1	Aço	5	0,762	0,058	
		Niti	5	0,866	0,106	0,090
	2	Aço	5	1,135	0,114	
		Niti	5	1,618	0,089	<0,001
	3	Aço	5	1,231	0,255	
		Niti	5	1,721	0,133	0,005
Convencional com módulo elástico	1	Aço	5	1,378	0,268	
		Niti	5	1,375	0,253	0,983
	2	Aço	5	1,030	0,091	
		Niti	5	1,156	0,069	0,040
	3	Aço	5	1,114	0,090	
		Niti	5	1,319	0,081	0,005

* Calibre 1: .017"x.025"; Calibre 2: .019"x.025"; Calibre 3: .021"x.025"

Tabela 3 - Comparações entre os grupos de bráquetes considerando o mesmo fio.

Calibre*	Fio	Bráquete	n	Atrito (N)		Valor de p (SmartClip x Damon x In-Ovation x Conv amar x Conv mod elast)
				Média	Desvio padrão	
1	Aço	SmartClip	5	0,040	0,002	
		Damon	5	0,021	0,001	
		In-Ovation	5	0,640	0,031	
		Conv amarrilho	5	0,762	0,058	
		Conv mod elast	5	1,378	0,268	<0,001
	Niti	SmartClip	5	0,058	0,003	
		Damon	5	0,018	0,004	
		In-Ovation	5	1,619	0,353	
		Conv armarrilho	5	0,866	0,106	
		Conv mod elast	5	1,375	0,253	<0,001
2	Aço	SmartClip	5	0,015	0,001	
		Damon	5	0,020	0,001	
		In-Ovation	5	0,925	0,094	
		Conv armarrilho	5	1,135	0,114	
		Conv mod elast	5	1,030	0,091	<0,001
	Niti	SmartClip	5	0,041	0,001	
		Damon	5	0,033	0,003	
		In-Ovation	5	1,428	0,354	
		Conv armarrilho	5	1,618	0,089	
		Conv mod elast	5	1,156	0,069	<0,001
3	Aço	SmartClip	5	0,253	0,001	
		Damon	5	0,019	0,001	
		In-Ovation	5	1,341	0,089	
		Conv armarrilho	5	1,231	0,255	
		Conv mod elast	5	1,114	0,090	<0,001
	Niti	SmartClip	5	0,097	0,010	
		Damon	5	0,017	0,004	
		In-Ovation	5	1,244	0,286	
		Conv armarrilho	5	1,721	0,133	
		Conv mod elast	5	1,319	0,081	<0,001

* Calibre 1: .017"x.025"; Calibre 2: .019"x.025"; Calibre 3: .021"x.025"

Tabela 4 - Comparações dos grupos de bráquetes, dois a dois, considerando o mesmo fio.

Calibre*	Fio	Valor de p									
		Smart Clip x Damon	Smart Clip x In-Ovation	Smart Clip x conv. - amar.	Smart Clip x conv. - mód elast.	Damon x In-Ovation	Damon x conv. - amar.	Damon x conv. - mód elast.	In-Ovation x conv. - amar.	In-Ovation x conv. - mód elast.	conv. - amar. x conv. - mód elast.
1	Aço	0,814	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,135	<0,001	<0,001
	Niti	0,756	<0, 001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,067	0,001
2	Aço	0,910	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,043	0,044
	Niti	0,942	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,086	0,018	<0,001
3	Aço	0,009	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,186	0,010	0,160
	Niti	0,397	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,424	<0,001

* Calibre 1: .017"x.025"; Calibre 2: .019"x.025"; Calibre 3: .021"x.025

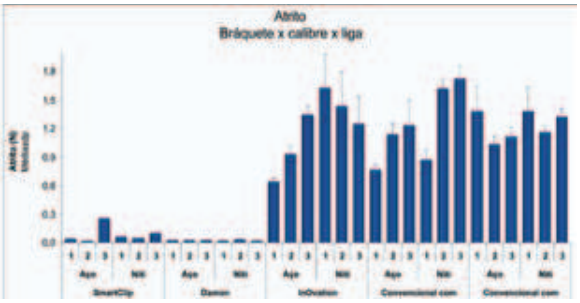

Gráfico 1 - Atrito gerado para cada grupo de bráquete estudado, considerando os diferentes calibres e naturezas (1 - .017"x.025"; 2 - .019"x.025"; 3 - .021"x.025").

Discussão

Comparações dos calibres dos fios ortodônticos em cada grupo de bráquetes. (Tabela 1).

Para o bráquete SmartClip houve diferença significativa entre todos os calibres testados, tanto para os fios de aço como para os fios de níquel-titânio.

Considerando o fio de aço para o bráquete Damon, houve diferença significativa apenas comparando os fios .017"x.025" e .021"x.025". Com o fio de níquel-titânio houve diferença significativa entre os fios .017"x.025" e .019"x.025" e entre os fios .019"x.025" e .021"x.025".

Com o bráquete In-Ovation houve diferença significativa entre todas as combinações de fios de aço inoxidável, porém, não foram observadas diferenças quando foram comparados os fios de níquel-titânio.

Para o bráquete convencional com amarrilho metálico, houve diferenças significantes em todas as comparações realizadas, exceto entre os fios .019"x.025" e .021"x.025", tanto de aço inoxidável como de níquel-titânio.

Nas comparações envolvendo o bráquete convencional com módulo elástico houve diferença significativa apenas entre os fios de aço inoxidável .017"x.025" e .019"x.025" e entre o .017"x.025" e o .021"x.025". Nas outras comparações não houve diferença significativa.

Em relação a valores absolutos, observa-se que os menores valores de fricção foram desenvolvidos nos bráquetes Damon, seguido pelo SmartClip. Isto se deve, provavelmente, por se tratar de bráquetes autoligáveis passivos. Os outros bráquetes (In-Ovation e convencionais) apresentaram valores bem maiores de fricção por se tratar de bráquetes que pressionam o fio contra a canaleta.

De uma maneira geral, as dimensões dos fios estudados, tanto os de aço inoxidável como os de níquel-titânio, produziram diferentes níveis de atrito nos bráquetes autoligáveis passivos e no bráquete convencional com amarrilho metálico.

Por outro lado, o comportamento laboratorial do bráquete autoligado ativo e do bráquete convencional associado a amarrilho metálico e a módulo elástico foram semelhantes, sendo que ambos apresentaram um grande atrito na interface canaleta/fio de níquel-titânio sem, no entanto, diferença estatística entre os diferentes calibres testados. Este resultado revela que, independente das dimensões, os fios de níquel-titânio produzem um alto atrito durante o deslizamento nestes bráquetes.

Comparações entre fios de aço e de níquel-titânio com o mesmo calibre nos grupos de bráquetes (Tabela 2).

Quando a natureza do fio (aço inoxidável e níquel-titânio) foi comparada em cada grupo de bráquetes respeitando-se o mesmo calibre observou-se que para o fio .017"x.025" apenas os bráquetes Damon, convencional com amarrilho e convencional com módulo elástico com não tiveram diferença significativa.

Considerando o calibre .019"x.025" houve diferença significativa em todas as comparações e com o calibre .021"x.025" os bráquetes Damon e In-Ovation não apresentaram diferença significativa em seus valores.

Estes resultados revelam que o bráquete Damon foi o menos sensível à natureza do fio em relação ao nível do atrito produzido e que o bráquete SmartClip foi o que apresentou maior sensibilidade, o que pode ser explicado pela presença dos clipes de níquel-titânio em suas aletas.

O estudo de Cacciafesta et al.[2] comparou o nível de resistência friccional gerada pelos bráquetes autoligáveis de aço inoxidável (Damon SL II, Ormco), autoligáveis de policarbonato (Oyster, Gestenco Industries) e convencionais de aço inoxidável (3M Unitek) com três diferentes fios ortodônticos: aço inoxidável, níquel-titâno e beta-titânio, todos da Ormco. Os bráquetes utilizados foram de canal de encaixe .022" e os fios .016", .017"x.025" e .019"x.025". Cada combinação fio/bráquete foi testada 10 vezes. Os bráquetes autoligáveis de aço geraram fricção estática e cinética significativamente menores do que os de aço convencionais e autoligáveis de policarbonato, que não apresentaram diferenças significativas entre si. O fio de beta-titânio teve a maior resistência friccional quando comparado ao de aço e níquel-titânio. Não houve diferença significativa entre os fios de aço e níquel-titânio. Todos os bráquetes mostraram aumento da força friccional estática e cinética com o aumento do calibre dos arcos.

Segundo Garner et al.[8] e Kusy e Whitley[14], em mecânicas de deslizamento, arcos de aço inoxidável normalmente mostraram a menor fricção seguido dos fios de cromo-cobalto (Elgiloy), níquel-titânio e beta-titânio (TMA). Ainda de acordo com Garner et al.[8], eletromicrografias escaniadas mostram que o aço inoxidável e o cromo-cobalto apresentam superfície lisa, enquanto o níquel-titânio e o TMA apresentam superfície de extensa aspereza.

Comparações intergrupos de bráquetes apenas para o mesmo calibre e mesma natureza (Tabelas 3 e 4)

Uma vez que foram identificadas diferenças entre os grupos de bráquetes estudados (Tabela 3) foram realizadas comparações múltiplas, ou seja, dois a dois para avaliar entre quais grupos esta diferença aconteceu (Tabela 4). Considerando o fio .017"x.025" foram observadas diferenças estatísticas entre todos os grupos de bráquetes, exceto ao se comparar o Damon e o SmartClip, tanto com fios de aço como de níquel-titânio, demonstrando que os dois sistemas de bráquetes autoligáveis passivos têm comportamento laboratorial semelhante em relação ao atrito. Também não foram observadas diferenças estatísticas entre o bráquete In-Ovation e o bráquete c onvencional com amarrilho metálico para o fio de aço e entre o In-Ovation e o bráquete convencional com módulo elástico para o fio de níquel-titânio.

Com o fio .019"x.025" não foram observadas diferenças estatísticas entre os bráquetes SmartClip e Damon, independente do tipo de fio, e entre o In-Ovation e convencional com amarrilho no fio de níquel-titânio.

As comparações entre os bráquetes SmartClip e Damon também não revelaram nenhuma diferença considerando o fio .021"x.025". Foram observadas diferenças estatísticas nas demais comparações, exceto entre o In-Ovation e o convencional com amarrilho e entre convencional com amarrilho e convencional com módulo elástico utilizando fio de aço e In-Ovation e convencional com módulo elástico com o fio níquel-titânio.

Thorstenson e Kusy[22] investigaram a resistência ao deslizamento de bráquetes autligáveis, três passivos e três ativos, todos de aço inoxidável e com slot .022". O fio utilizado foi o de dimensão .018"x.025" de aço inoxidável e a velocidade foi de 10mm/min a uma distância de 2,5mm. A resistência foi mensurada com angulações de segunda ordem de -9º a 9º. Os bráquetes passivos tiveram menor valor de resistência ao deslizamento quando comparados aos ativos. Portanto, para os autores, mecânicas de deslizamento são facilitadas com bráquetes passivos, mas o controle na posição da raiz pode ser comprometida. O desejo de minimizar a resistência ao deslizamento pode ser moderada pela necessidade de controle da movimentação dentária.[22]

De acordo com os resultados de presente estudo, os bráquetes autoligáveis passivos, no caso o SmartClip e o Damon 3, devem ser os bráquetes

de escolha em tratamentos de pacientes com necessidades de extrações ou grandes fechamentos de espaços quando utilizada a técnica de retração por deslizamento devido à redução do atrito, da força necessária para a movimentação dentária, concordando com o estudo acima citado.

Conclusão

A partir dos resultados do presente estudo concluiu-se que:

- Os bráquetes autoligáveis passivos (Damon e SmartClip) apresentaram resistência friccional significativamente menor tanto em relação ao bráquete autoligável ativo (In-Ovation) quanto aos bráquetes convencionais com amarrilho e módulo elástico, quando utilizados fios retangulares nas secções .017"x.025", .019"x.025" e .021"x.025" de aço inoxidável e de níquel-titânio.
- As dimensões dos fios retangulares e as ligas estudadas não influenciaram significativamente na resistência friccional.

Referências bibliográficas

1. BEDNAR, J, R; GRUENDEMAN, G W; SANDRIK, J, L. A comparative study of friccional forces between orthodontic brackets and archwires. Am J Orthod Dentofac Orthop, v. 100, p. 513-22, December, 1991.
2. BERGER, J. L. Self-ligation in the Year 2000. JCO, v. XXXIV, n. 2, p.74-81, February 2000.
3. BERGER, J. L. The influence of the Speed bracket's self-ligating design on force levels in tooth movement: A comparative in vitro study. Am J Orthod Dentofac Orthop, 97, p. 219-228, March 1990.
4. BERGER, J. L; BYLOFF, F. K. The Clinical Efficiency of Self-Ligated Brackets. JCO, v. XXXV, n. 5, p. 304-308, May 2001.
5. CACCIAFESTA, V. et al. Evaluation of friction of stainless steel and esthetic self-ligating brackets in various bracket-archwire combinations. Am J Orthod Dentofac Orthop, v. 124, p. 395-402, October 2003.
6. CLOSS, L. Q; MUNDSTOCK, K. S; GANDINI JR. L. G; RAVELI, D. B. Os diferentes sistemas de bráquetes Self-ligating: Revisão de literatura. R Clin Ortodon Dental Press, Maringá, v. 4, n.2, p.60-66, abril/ maio 2005.
7. FRANCHI, L; BACCETTI, T. Forces released during alignment with a preadjusted appliance with different types of elastomeric ligatures. Am J Orthod Dentofac Orthop, v. 129, p. 687- 90, May 2006.
8. GARNER, J. L; ALLAI, W. W; MOORE, B. K. A comparison of frictional forces during simulated canine retraction of a continuous edgewise arch wire. Am J Orthod Dentofac Orthop, v. 90, p. 199-203, 1986.
9. HAIN, M; DHOPATKAR, A; ROCK, P. A comparison of different ligation methods on friction. Am J Orthod Dentofac Orthop, v. 130, p. 666- 70, November 2006.
10. HAIN, M; DHOPATKAR, A; ROCK, P. The effect of ligation method on friction in sliding mechanics. Am J Orthod Dentofac Orthop, v. 123, n. 4, p. 416-421, April 2003.
11. IWASAKI, L. R; BEATTY, M. W; NICKEL, J. C. Friction an orthodontic mechanics: clinical studies of moment and ligation effects. Seminars in Orthodontics, v. 9, n. 4, p. 290-297, December, 2003.
12. KAPUR, R; SINHA, P. K; NANDA, R. S. Comparison of frictional resistance in titanium and stainless steel brackets. Am J Orthod Dentofac Orthop, v. 116, p. 271-4, September, 1999.
13. KHAMBAY, B; MILLETT, D; McHUGH, S. Evaluation of methods of archwire ligation on frictional resistance. European Journal of Orthodontics, v. 26, n. 3, p.327-332, 2004.
14. KUSY, R. P; WHITLEY, J. Q. Coefficients of friction for archwires in stainless steel and polycrystalline alumina bracket slots in the dry state. Am J Orthod Dentofac Orthop, v. 98, p. 300-312,1990a.
15. McLAUGHLIN, R. P; BENNETT, J. C; TREVISI, H. J. Mecânica Sistematizada de Tratamento Ortodôntico. Cap.9 – Fechamento de Espaços e Mecânica de Deslize, p. 249-263. Artes Médicas, 2004.
16. PIZZONI, L; RAVNHOLT, G; MELSEN, B. Frictional forces related to self-ligating brackets. European Journal of Orthodontics, v. 20, p. 283-291, 1998.
17. READ-WARD, G. E; JONES, S. P; DAVIES, E. H. A comparison of self-ligating and conventional orthodontic bracket systems. British Journal of Orthodontics, v. 24, p. 309-317, November, 1997.
18. RINCHUSE, D. J; MILES, P. G. Self-ligating brackets: present and future. Am J Orthod Dentofac Orthop, v. 123, p. 216-222, 2007.
19. ROSSOUW, P. E; Friction: an overview. Seminars in Orthodontics, v. 9, n. 4, p. 218-222, December, 2003.
20. SHIVAPUJA, P. K; BERGER, J. A comparative study of conventional ligation and self-ligation bracket systems. Am J Orthod Dentofac Orthop, v. 106, p. 472-80, November, 1994.
21. THOMAS, S; SHERRIFF, M; BIRNIE, D. A comparative ***in vitro*** study of the frictional characteristics of two types of pre-adjusted edgewise brackets tied with elastomeric ligatures. European Journal of Orthodontics, v. 20, p. 589-596, 1998.
22. THORSTENSON, G. A; KUSY, R. P. Comparison of resistance to sliding between different self-ligating brackets with second-order angulation in the dry saliva states. Am J Orthod Dentofac Orthop, v. 121, p. 472-82, May 2002.
23. THORSTENSON, G. A; KUSY, R. P. Effect of archwire size and material on the resistance to sliding of self-ligating brackets with second-order angulation in the dry state. Am J Orthod Dentofac Orthop, v. 122, p. 295-305, September 2002.
24. TURNBULL, N. R.; BIRNIE, D. J. **Treatment efficiency of conventional vs self-ligating brackets: Effects of archwire size and material**. Am J Orthod Dentofacial Orthop, v. 131, p. 395-399, 2007.