

Influência de variáveis metodológicas na resistência de união ao cisalhamento

Marcel Marchiori Farret*, Tatiana Siqueira Gonçalves**, Eduardo Martinelli S. de Lima***, Luciane Macedo de Menezes****, Hugo Matsuo S. Oshima*****, Renata Kochenborger*****, Maria Perpétua Mota Freitas*****

Resumo

Objetivo: avaliar a influência de diferentes variáveis metodológicas sobre a resistência de união ao cisalhamento em estudos *in vitro*. **Métodos:** foram utilizados 105 incisivos permanentes bovinos, seccionados ao nível do colo dentário. A porção coronária foi inclusa em tubos de PVC, com resina acrílica autopolimerizável, e com face vestibular voltada para cima. Todos os corpos de prova foram preparados para a colagem com profilaxia e condicionamento ácido na região central das coroas, onde foram posicionados braquetes Morelli® de incisivos centrais superiores, com resina Concise® Ortodôntico (3M/Unitek). Foram determinados três grupos de acordo com a variável estudada: (Grupo 1) - meio de armazenamento dos dentes, previamente à inclusão e à colagem, com solução de timol 0,1% (a), água destilada (b) e congelamento (c); (Grupo 2) - velocidade da célula de carga da máquina de ensaio de 0,5 (a), 1,0 (b) e 2,0mm/min (c) e (Grupo 3) - diferentes marcas comerciais de ácidos fosfóricos a 37%, 3M/Unitek (a), AcidGel (b) e Attack Tek (c). Os corpos de prova foram submetidos ao ensaio mecânico de resistência ao cisalhamento através da máquina Emic DL2000®. Os dados foram analisados estatisticamente por meio do Teste t Student para amostras independentes. **Resultados:** os resultados demonstraram que no Grupo 1 o subgrupo de congelamento apresentou maiores valores em relação aos outros dois subgrupos, porém sem diferença estatisticamente significativa ($p > 0,05$). No Grupo 2, a força no momento da ruptura foi menor à medida que era aumentada a velocidade da célula de carga, porém sem diferença significativa entre os subgrupos. No Grupo 3, o ácido da 3M/Unitek apresentou a maior média em MPa, no entanto, também sem diferença significativa entre os subgrupos. **Conclusões:** conclui-se, portanto, que as variáveis analisadas neste trabalho não apresentaram influência suficiente para determinação de diferenças estatisticamente significativas entre os resultados.

Palavras-chave: Variáveis metodológicas. Protocolo de pesquisa. Colagem de braquetes. Resistência ao cisalhamento.

* Especialista e mestre em Ortodontia e doutorando em Materiais Dentários - PUCRS.

** Especialista e mestre em Ortodontia e professora do curso de Especialização em Ortodontia - PUCRS.

*** Doutor em Ortodontia - UFRJ. Professor dos cursos de Graduação, Especialização e Mestrado em Ortodontia da PUCRS.

**** Doutora em Ortodontia - UFRJ. Professora dos cursos de Graduação, Especialização e Mestrado em Ortodontia da PUCRS.

***** Doutor em Materiais Dentários – FOP/Unicamp. Professor de Materiais Dentários da Graduação, Mestrado e Doutorado - PUCRS.

***** Graduada em Odontologia - PUCRS e Especialista em Ortodontia - UPF.

***** Especialista e mestre em Ortodontia e doutora em Materiais Dentários - PUCRS.

INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, mudanças significativas marcaram os novos rumos no uso de materiais em Ortodontia. Dentre essas, pode-se destacar a substituição de acessórios ortodônticos soldados a anéis cimentados em todos os dentes, pela colagem desses acessórios diretamente sobre a superfície do esmalte dentário. Desde então, diversos materiais têm sido propostos, bem como um número significativo de pesquisas científicas tem sido realizado com o intuito de aprimorar a resistência de união entre os acessórios ortodônticos e a superfície dentária, proporcionando, assim, maior resistência da colagem durante o tratamento ortodôntico.

Os testes *in vitro* representam uma referência para tais descobertas na seleção e utilização dos materiais dentários. Em Ortodontia, o teste mais comumente utilizado para a determinação da eficiência dos sistemas de colagem é o de resistência de união às forças de cisalhamento. Entretanto, a grande variabilidade de resultados tem sugerido a hipótese de deficiência na padronização da técnica, dificultando a correta interpretação, bem como a comparação com outras pesquisas. Dentre as variáveis passíveis de influência nos resultados, citam-se a forma de armazenamento dos dentes antes da inclusão nos corpos de prova, o tempo e o tipo de condicionamento ácido da superfície, o tipo de braquete utilizado, a velocidade da célula de carga da máquina de ensaio e o tempo de armazenamento após a colagem, dentre outros^{3,8}.

Fox, McCabe e Buckley⁸ revisaram 66 artigos que avaliaram a resistência de união de dispositivos ortodônticos colados à superfície dentária. Os autores observaram que não houve consenso quanto à determinação dos métodos, evidenciando a necessidade de uma padronização. Propuseram, dessa forma, um protocolo para posteriores pesquisas nesta área: utilizar superfície de pré-molares extraídos de adolescentes, por razões ortodônticas; utilizar os dentes entre

um e seis meses após a extração, conservados em água destilada; após a colagem, os corpos de prova deveriam ficar armazenados em água a 37°C durante 24h; a descolagem deveria ser realizada em máquinas Instron ou similares, operando a uma velocidade de 0,1mm/min; garantir a carga de descolagem em direção e sentido similares; utilizar pelo menos 20 e, preferencialmente, 30 espécimes por teste; avaliar a falha adesiva nos resultados; incluir na análise estatística uma previsão do desempenho do material relacionada à situação clínica; quantificar a força de união em Newtons ou MegaPascals.

Cal Neto e Miguel³ revisaram os métodos empregados por autores de 127 artigos publicados em dois periódicos internacionais de grande circulação (American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics e The Angle Orthodontist). Da análise dos testes *in vitro* utilizados para avaliação da resistência de união de braquetes a diferentes superfícies, obtiveram os resultados descritos na tabela 1.

Meios de armazenamento de dentes

Entre os meios de armazenamento de dentes, humanos ou bovinos, utilizados nos diversos estudos estão a água destilada, usada na maioria das situações, a solução de timol a 0,1%, que além de conservar promove a desinfecção dos espécimes.

TABELA 1 - Variáveis analisadas por Cal Neto e Miguel³.

VARIÁVEL	PORCENTAGEM DOS ARTIGOS ANALISADOS		
Substrato para colagem	Dentes humanos (68%)	Dentes bovinos (19%)	-
Solução de armazenamento	Água destilada (43%)	Timol 0,1% (28%)	Não mencionaram (15%)
Tipo de braquete	Braquete metálico (80%)	Braquete cerâmico (8%)	Braquete plástico (1,5%)
Velocidade do ensaio	5,0mm/min. (36%)	1,0mm/min. (35%)	0,5mm/min. (20%)
Método de avaliação da resina remanescente	ARI (40%)	ARI modificado (22%)	Outro método (22%)

cimes, cloramina T 0,5%, solução fisiológica e o congelamento puro ou com imersão em solução fisiológica.

Wang e Sheen¹⁹, para avaliar os efeitos do tratamento do esmalte com flúor previamente à colagem sobre a força de adesão, selecionaram 20 pré-molares extraídos para fins ortodônticos, utilizando para estocagem solução fisiológica ou água. De forma semelhante, Chaconas, Caputo e Niu⁴, com o objetivo de avaliar a colagem de braquetes cerâmicos à superfície de 140 terceiros molares humanos, armazenaram os mesmos em solução fisiológica a 0,9%.

Outros autores, como Sargison, McCabe e Millet¹⁵, para avaliar a força de união de resinas à superfície de esmalte, imergiram pré-molares humanos desinfetados em formalina e, posteriormente, os mantiveram em água destilada no refrigerador. Lindemuth e Hagge⁹, com o mesmo objetivo, utilizaram 50 molares humanos com estocagem em água à temperatura ambiente. Já Romano et al.¹⁴, em seu estudo, utilizaram 30 dentes que, após extraídos, foram armazenados em recipiente plástico contendo soro fisiológico a 0,9% sendo, em seguida, conservados em geladeira a 4°C.

Feldens et al.⁶, visando avaliar a resistência ao cisalhamento da colagem de braquetes ao esmalte bovino utilizando cimento Fuji Ortho - LC[®], após contaminação com sangue e saliva, optaram por armazenar os dentes em timol a 0,5%.

Velocidade de carga da célula na máquina de ensaio

Nos trabalhos laboratoriais (*in vitro*) que se propõem a avaliar a força de união dos acessórios ortodônticos à superfície dentária, a utilização da máquina de ensaios universal Instron ou similares torna-se indispensável, tanto para testes de cisalhamento quanto de tração⁸. Dentre as regulações que esse aparelho dispõe está a velocidade com que a célula de carga trabalha durante o ensaio, oferecendo ao pesquisador diversas opções. No entanto, embora não seja um tema muito

discutido, a padronização de tal velocidade é de extrema importância para comparações entre os estudos, sendo constatada enorme variação na literatura no que se refere à adoção de um valor para essa velocidade³.

Lindemuth e Hagge⁹ avaliaram a influência da velocidade da máquina de ensaio sobre a força de adesão de resinas ao esmalte e dentina, bem como o modo com que ocorria a falha entre essas superfícies. Os autores utilizaram velocidades da célula de carga de 0,1; 0,5; 1; 5,0 e 10mm/min. Os resultados demonstraram não haver diferença estatisticamente significativa quando a colagem foi feita sobre esmalte, porém a força de união variou quando a colagem foi realizada sobre dentina, apresentando os menores valores para os extremos 0,1 e 10mm/min e os maiores para 1mm/min.

Condicionamento ácido

O condicionamento ácido da superfície de esmalte foi introduzido há mais de meio século por Buonocore², e até hoje é imprescindível para a realização de uma colagem ortodôntica eficiente e, principalmente, efetiva. Esse procedimento promove a dissolução do componente inorgânico da matriz do esmalte, especialmente na região interprismática, criando microporosidades na sua superfície, aumentando dessa forma a molhabilidade superficial e facilitando a penetração da resina no interior do esmalte. Desta maneira, forma-se uma união mecânica entre o adesivo e o dente¹³.

Um fato comum, ao se analisar a literatura referente a pesquisas de colagens, é a grande variação na forma do condicionamento ácido utilizado, seja pela concentração, seja pelo tempo de condicionamento ou também pela marca comercial avaliada. Na tabela 2 podem ser observadas algumas dessas variações presentes em diversos estudos.

Frente à importância da padronização dos ensaios e do controle das variáveis metodológicas para a confiabilidade das pesquisas científicas, este estudo pretende avaliar a influência das seguintes variáveis metodológicas na resistência de

TABELA 2 - Meios de armazenamento, velocidade da célula de carga e condicionamento ácido utilizados em diversas pesquisas de colagem, demonstrando a grande variabilidade nos métodos empregados.

AUTORES	MEIO DE ARMAZENAMENTO	VELOCIDADE DA CÉLULA DE CARGA	ÁCIDO E MARCA COMERCIAL
Fox, McCabe e Buckley ⁸	Água destilada	0,1mm/min	-
Wang e Sheen ¹⁹	Solução fisiológica e água	-	ácido fosfórico 37% Concise - 3M-Unitek
Chaconas, Caputo e Niu ⁴	Solução fisiológica 0,9%	2mm/min	ácido fosfórico 37% - 3M-Unitek, Ormco e MacroChem)
Sargison, McCabe e Millet ¹⁵	Formalina e água destilada refrigerada	10mm/min	ácido fosfórico 37% marca não divulgada
Lindemuth e Hagge ⁹	Água em temperatura ambiente	0,1; 0,5; 1,0; 5,0 e 10,0mm/min	ácido fosfórico 37% - Dentsply
Romano et al. ¹⁴	Solução fisiológica 0,9% e refrigerado a seco	0,5mm/min	-
Feldens et al. ⁶	Timol 0,5%	0,5mm/min	-
Osterle, Shellhart e Belanger ¹²	Cloramina - T (refrigerado)	1mm/min	ácido fosfórico 37% 3M Unitek
Flores, Sáez e Barceló ⁷	Água destilada	1mm/min	ácido fosfórico 37% 3M Unitek e GC (Fuji Ortho)
Surmont et al. ¹⁸	Timol 0,01% (refrigerado)	0,5mm/min	ácido fosfórico 37% 3M-Unitek, Lee, AMC, "A"-Co e Kuraray
Meehan, Foley e Mamandras ¹⁰	Água destilada	0,5mm/min	ácido fosfórico 37% e poliacrílico 10% - 3M-Unitek e GC
Bishara et al. ¹	Timol 0,1%	0,5mm/min	ácido fosfórico 37% e poliacrílico 10% - 3M-Unitek e GC

união ao cisalhamento na colagem de braquetes ao esmalte bovino:

- meios de armazenamento de dentes;
- velocidade de carga da célula na máquina de ensaio;
- condicionamento ácido.

MATERIAL E MÉTODOS

Seleção e inclusão dos dentes

A amostra foi formada por 105 incisivos permanentes bovinos hígidos obtidos de dois frigoríficos. Os dentes foram extraídos com alavanca, separados em três diferentes grupos de 45 dentes, com três subgrupos de 15 dentes cada, sendo que um mesmo subgrupo controle estava presente em todos os grupos (Tab. 3). Os 105 dentes da amostra foram seccionados ao nível do colo, sendo utilizadas apenas as coroas. A área de colagem do braquete foi determinada no centro da superfície

vestibular das coroas. Depois de seccionadas, foram realizadas retenções nas proximais, sendo então, incluídas em anéis padronizados de PVC com 20mm de diâmetro e de altura. As mesmas foram posicionadas com a face vestibular contra uma placa vidro para permitir que a maior parte da superfície plana de esmalte ficasse paralela ao solo. Nesta posição, a coroa foi fixada com cera nº 7. A seguir, o anel de PVC foi posicionado de forma a envolver todo o dente, sendo fixado na posição adequada e vertida resina acrílica autopolimerizável sobre o mesmo. Foi ainda utilizado um nível de bolha para assegurar que as paredes laterais do anel estivessem perpendiculares à placa de vidro (Fig. 1), permitindo a padronização do posicionamento do corpo de prova na matriz de cisalhamento durante os ensaios.

Os dentes do Grupo 1 foram armazenados em três diferentes substâncias para a conservação pre-

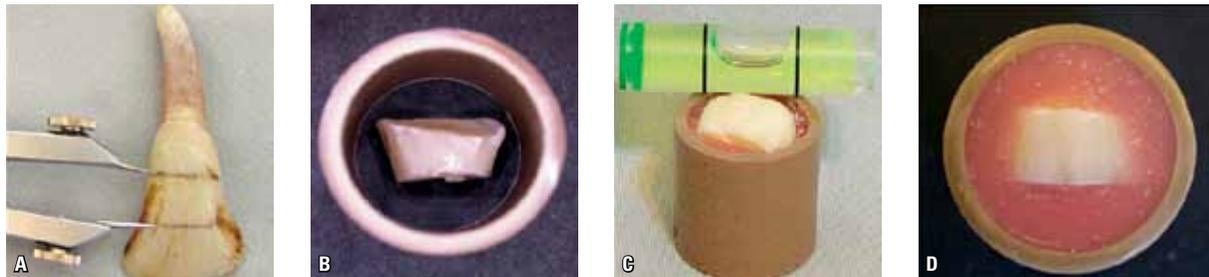


FIGURA 1 - Delimitação para o corte da coroa (A); posicionamento do tubo de PVC e da coroa seccionada sobre a placa de vidro (B); verificação do paralelismo ao solo da coroa e do tubo de PVC com nível de bolha (C); aspecto do corpo de prova finalizado e pronto para a colagem do braquete (D). Fonte: Sória et al.¹⁷

viamente à inclusão e à colagem, visando avaliar a influência desses meios sobre a resistência de união ao cisalhamento. Os dentes do Grupo 2 foram armazenados em solução de timol 0,1% previamente à inclusão e à colagem. Para o ensaio mecânico de cisalhamento, foram utilizadas três diferentes velocidades da célula de carga e os dentes do Grupo 3 foram igualmente armazenados em solução de timol 0,1% previamente à inclusão e à colagem, e para condicionamento prévio à colagem foram utilizados três diferentes marcas comerciais de ácido fosfórico a 37% (Tab. 3).

Preparo dos corpos de prova

Os corpos de prova foram limpos com Vaporetto® para remoção dos resíduos de cera n° 7, oriundos do processo de inclusão.

Após a lavagem, os corpos de prova foram preparados para a colagem dos braquetes, seguindo-se os passos descritos abaixo:

- Profilaxia – com taça de borracha (trocada a cada grupo de 5 dentes), em baixa rotação, utilizando pedra-pomes e água, durante 10 segundos.
- Lavagem – com água destilada por 10 segundos, proveniente da seringa tríplice.
- Secagem – com jato de ar da seringa tríplice por 20 segundos, a uma distância de 50mm.
- Condicionamento ácido – com ácido fosfórico a 37% durante 30 segundos.
- Lavagem – com água destilada por 10 segun-

TABELA 3 - Distribuição dos grupos e subgrupos.

* Todos estes subgrupos são iguais, portanto, é o mesmo que está presente em todos os grupos e foi considerado o subgrupo controle.

TOTAL DE DENTES	GRUPOS (N)	(N) - SUBGRUPOS
105 Incisivos bovinos	Meios de armazenamento (45 dentes)	(15)- Timol 0,1%*
		(15)- Água destilada
		(15)- Congelamento
	Velocidade da célula de carga (45 dentes)	(15)- 0,5mm/min
		(15)- 1,0mm/min*
		(15)- 2,0mm/min
	Marcas comerciais de ácidos (45 dentes)	(15)- 3M/Unitek*
		(15)- Acid Gel
		(15)- Attack Tek

dos, proveniente da seringa tríplice.

- Secagem – com jato de ar da seringa tríplice por 20 segundos, a uma distância de 50mm.

Colagem dos braquetes

Para a colagem, foram utilizados 105 braquetes para incisivos centrais superiores da marca Morelli®. Após a realização dos procedimentos descritos anteriormente, foram realizadas as seguintes etapas (Fig. 2):

- manipulação do Concise® Ortodôntico (3M/Unitek®, Sumaré /SP), conforme as instruções do fabricante;

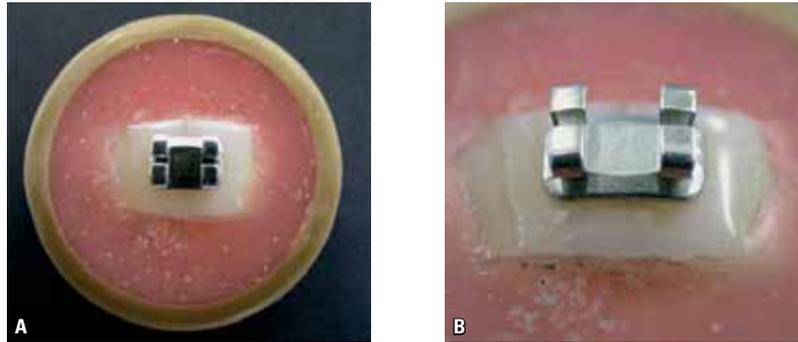


FIGURA 2 - Aspecto dos braquetes colados na região central da coroa. Vista superior (A) e vista inferior aproximada (B). Fonte: Arquivos da PUCRS.

- colocação do material na base do braquete;
- apreensão e posicionamento do braquete com pinça de colagem;
- remoção dos excessos de material com sonda exploradora;
- aguardado tempo de autopolimerização previsto pelo fabricante.

Armazenamento pós-colagem

Após a colagem dos braquetes, os corpos de prova foram armazenados em recipiente fechado com 100% de umidade relativa a 23°C, durante 1 hora, sendo a seguir imersos em água destilada a 37°C por 24 horas.

Ensaio mecânico – teste de resistência ao cisalhamento

Foi utilizada uma matriz de cisalhamento de carregamento por cinzel, com sistema de guilhotina, cuja face de contato com o braquete possui 2mm de espessura. A matriz foi posicionada na máquina de ensaio universal Emic DL2000® (Emic, São José dos Pinhais, PR), conectada a um computador com o software Mtest® capaz de registrar os valores em MegaPascal (MPa) da força máxima e da força no momento da ruptura.

O subgrupo controle determinado na pesquisa foi a armazenagem em solução de timol 0,1%, condicionamento da superfície de esmalte com ácido fosfórico a 37% da 3M/Unitek® e velocidade

da célula de carga de 1,0mm/min, por serem atualmente os mais observados na literatura.

Análise estatística

Os dados foram submetidos à análise estatística utilizando o software SPSS® – Statistical Package for Social Sciences, versão 10.0. Para a comparação dos resultados em cada grupo foi utilizado o teste t Student para amostras independentes, ao nível de significância de 5%.

RESULTADOS

Através dos resultados do teste t Student verificou-se que não houve diferença estatisticamente significativa, entre as médias dos subgrupos experimentais, bem como destes em relação ao subgrupo controle, em nenhuma das variáveis estudadas (Tab. 4, 5, 6).

DISCUSSÃO

A amostra ideal para ser usada em testes de resistência de união de braquetes ao esmalte é composta por incisivos centrais humanos¹². Entretanto, devido à dificuldade de aquisição desses dentes, muitos pesquisadores passaram a utilizar pré-molares extraídos por razões ortodônticas. Contudo, esses possuem grande variação na curvatura da face vestibular, o que acrescenta mais uma variável na interface braquete/esmalte¹². Os autores argumentam que os incisivos bovinos são fáceis de

obter e possuem área plana ampla na face vestibular. Além disso, sabe-se que existe similaridade microestrutural entre o esmalte humano e o bovino e, com isso, esses últimos têm sido recomendados como substitutos do dente humano em pesquisas de adesão ao esmalte^{3,6,11,14}.

Os estudos laboratoriais são normalmente realizados com o intuito de avaliar novas técnicas ou novos materiais, permitindo que esses sejam posteriormente utilizados na prática clínica. Além dos resultados dos trabalhos propriamente ditos, existe ainda a possibilidade de comparação desses a outros trabalhos já existentes na literatura. No entanto, a ausência de protocolos bem definidos para a realização de trabalhos *in vitro* permite que diferentes metodologias sejam empregadas e que esta comparação seja prejudicada, reduzindo o valor científico de determinados trabalhos e impedindo que esses possam ter seus resultados extrapolados para a clínica ortodôntica^{3,5,8}.

Os meios de armazenamento dos dentes e dos corpos de prova previamente à colagem de acessórios ortodônticos poderiam, eventualmente, alterar as características da superfície do esmalte e, com isso, propiciar diferentes resultados durante os ensaios mecânicos de cisalhamento^{3,5,8}. No entanto, os resultados do Grupo 1 (Tab. 4) demonstraram que os meios de conservação dos dentes não influenciaram a força de união, não havendo diferença estatisticamente significativa entre os subgrupos. Esses resultados permitem aos pesquisadores a facilidade de escolha do meio de conservação, sem que isso determine diferença nos resultados alcançados.

Devido à natureza viscoelástica dos materiais utilizados para colagem ortodôntica, tanto a resistência de união como o tipo de falha adesiva durante a descolagem podem ser alterados com a variação da velocidade da célula de carga^{3,8}. Com menores velocidades, por exemplo, os adesivos podem sofrer maiores deformações e distribuir melhor a força recebida, suportando maiores cargas geradas no ensaio mecânico. Com isso, existe uma

tendência de obtenção de baixos valores da força de união ao esmalte quando é adotada maior velocidade de operação⁹. Entretanto, os resultados do Grupo 2 (Tab. 5) demonstraram que não houve

TABELA 4 - Médias, desvio-padrão e teste t Student na comparação dos subgrupos experimentais entre si e com o subgrupo controle, no Grupo 1 (meios de armazenamento).

GRUPO	N	MÉDIA (MPA)	DESVIO-PADRÃO	P
Subgrupo controle (timol)	15	11,50	6,07	0,85
Água destilada	15	11,13	4,70	
Subgrupo controle (timol)	15	11,50	6,07	0,28
Congelamento	15	13,51	3,75	
Água destilada	15	11,13	4,70	0,14
Congelamento	15	13,51	3,75	

TABELA 5 - Médias, desvio-padrão e teste t Student na comparação dos subgrupos experimentais entre si e com o subgrupo controle, no Grupo 2 (velocidade da célula de carga).

GRUPO	N	MÉDIA (MPA)	DESVIO-PADRÃO	P
Subgrupo controle (1mm/min)	15	11,50	6,07	0,69
2mm/min	15	10,69	4,94	
Subgrupo controle (1mm/min)	15	11,50	6,07	0,68
0,5mm/min	15	12,31	4,39	
2mm/min	15	10,69	4,94	0,35
0,5mm/min	15	12,31	4,39	

TABELA 6 - Médias, desvio-padrão e teste t Student na comparação dos subgrupos experimentais entre si e com o subgrupo controle, no Grupo 3 (ácidos).

GRUPO	N	MÉDIA (MPA)	DESVIO-PADRÃO	P
Subgrupo controle (3M/Unitek)	15	11,50	6,07	0,36
Attack Tek	15	9,64	4,77	
Subgrupo controle (3M/Unitek)	15	11,50	6,07	0,43
Acid gel	15	9,91	4,63	
Attack Tek	15	9,64	4,77	0,87
Acid gel	15	9,91	4,63	

diferença estatisticamente significativa entre os subgrupos com diferentes velocidades da célula de carga. Observa-se que houve tendência de redução da força de união à medida que a velocidade foi aumentada, o que sugere que, se maiores velocidades, como 5mm/min ou 10mm/min, fossem adotadas, possivelmente as médias possuiriam diferenças significativas.

O condicionamento ácido, com ácido fosfórico a 37%, é imprescindível previamente à colagem de acessórios ortodônticos com resina, para que se obtenha uma superfície com maior quantidade de microporosidades e, conseqüentemente, com maior retenção mecânica entre adesivo e dente^{2,13}. Atualmente, existem marcas comerciais de ácidos com composições diversas, podendo propiciar um diferente condicionamento sobre o esmalte. Neste trabalho, foram analisadas as marcas 3M/Unitek®, AcidGel® e Attack Tek®. O subgrupo que utilizou ácido da 3M/Unitek® apresentou a maior força de adesão quando comparado aos demais, indicando possivelmente maior condicionamento da superfície, entretanto sem diferença estatisticamente significativa para os demais subgrupos (Tab. 6).

As variáveis estudadas neste trabalho obviamente não são as únicas presentes durante a realização de um trabalho laboratorial, portanto os resultados encontrados não descartam a possibilidade de influência de padronização inadequada

sobre o resultado das pesquisas, havendo a necessidade de outras análises em estudos posteriores. Além disso, é importante salientar que neste trabalho as variáveis foram avaliadas separadamente, dentro de cada grupo. No entanto se os grupos fossem comparados entre si, portanto, envolvendo mais de uma variável, poderiam ser encontrados resultados diferentes, inclusive com diferenças significativas entre os subgrupos.

CONCLUSÃO

Com base nos resultados deste trabalho, pode-se concluir que:

- Os meios de armazenamento dos dentes, previamente à inclusão e à colagem dos braquetes, não determinaram influência estatisticamente significativa sobre a força de resistência ao cisalhamento.

- Houve tendência de redução da força de união com o aumento da velocidade da célula de carga, porém sem diferença estatisticamente significativa entre os subgrupos.

- As diferentes marcas comerciais de ácidos também não apresentaram influência estatisticamente significativa sobre a força de resistência ao cisalhamento.

Enviado em: maio de 2007
Revisado e aceito: junho de 2008

The influence of the methodological variables on the shear bond strength

Abstract

Aim: Evaluate the influence of several methodological variables on the shear bond strength of in vitro studies.

Methods: 105 bovine incisors were sectioned at the cervical level. The coronary portion was included in PVC rings, fulfilled with auto polymerized acrylic resin, with its labial faces turned to the top. All the samples were prepared for bonding, cleaned and acid etched on the central area of the crowns. In this area, central incisors' Morelli™ brackets were bonded with Concise™ (3M/Unitek). Three testing groups were established, according to the studied variable: Group 1 – storage previous to bonding (a- Thymol 0,1%; b- distilled water; c- freezing); Group 2 – crosshead speed of the universal testing machine (a- 0,5mm/min; b- 1,0mm/min; c- 2,00mm/min) and Group 3 – commercial brand of 37% phosphoric acid (a- 3M/Unitek; b- Acid Gel; c- Attack Tek). The shear bond strength test was performed at the Emic DL2000™ universal testing machine. Data was analyzed through the Student's t test for independent samples. **Results:** In Group 1, the freezing group showed the higher values of shear bond strength when compared to the others, although no statistical difference was observed ($p > 0,05$). For Group 2, the higher the crosshead speed, the lower the shear bond strength, with no statistical difference. In Group 3, the 3M/Unitek brand showed the highest average of shear bond strength in MPa, but also no statistical difference was shown.

Conclusions: The variable analyzed in this research had not presented enough influence to determine significant differences between the results.

Keywords: Methodological variables. Investigation protocol. Bracket bonding. Shear bond strength.

REFERÊNCIAS

1. Bishara SE, Olsen ME, Damon P, Jakobsen JR. Evaluation of a new light-cured orthodontic bonding adhesive. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1998 Jul;114(1):80-7.
2. Buonocore MG. A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surfaces. *J Dent Res.* 1955 Dec;34(6):849-53.
3. Cal Neto JOAP, Miguel JAM. Uma análise dos testes in vitro de força de adesão em Ortodontia. *Rev Dental Press Ortod Ortop Facial.* 2004 jul/ago;9(4):44-51.
4. Chaconas SJ, Caputo AA, Niu GS. Bond strength of ceramic brackets with various bonding systems. *Angle Orthod.* 1991 Spring;61(1):35-42.
5. Eliades T, Brantley WA. The inappropriateness of conventional orthodontic bond strength assessment protocols. *Eur J Orthod.* 2000 Feb;22(1):13-23.
6. Feldens JÁ, Freitas MPM, Lima SEM, Oshima HMS. Resistência ao cisalhamento de "brackets" colados em esmalte bovino contaminado por sangue ou saliva. *Rev Odonto Ciênc.* 2004 abr/maio;19(44):192-96.
7. Flores AR, Sáez EG, Barceló F. Metallic bracket to enamel bonding of photopolymerizable resin-reinforced glass ionomer. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1999 Nov;116(5):514-7.
8. Fox NA, McCabe JF, Buckley JG. A critique of bond strength testing in Orthodontics. *Br J Orthod.* 1994 Feb;21(1):33-43.
9. Lindemuth JS, Hagge MS. Effect of universal testing machine crosshead speed on the shear bond strength and bonding failure mode of composite resin to enamel and dentin. *Mil Med.* 2000 Oct;165(10):742-6.
10. Meehan MP, Foley TF, Mamandras AH. A Comparison of the shear bond strengths of two glass ionomer cements. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1999 Feb;115(2):125-32.
11. Nakamichi I, Iwaku M, Fusayama T. Bovine teeth as possible substitute in the adhesion test. *J Dent Res.* 1983 Oct;62(10):1076-81.
12. Oesterle LJ, Shellhart WC, Belanger GK. The use of bovine enamel in bonding studies. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1998 Nov;114(5):514-9.
13. Owens SE Jr, Miller BH. A comparison of shear bond strengths of three visible light-cured orthodontic adhesives. *Angle Orthod.* 2000 Oct;70(5):352-6.
14. Romano FL, Tavares SW, Ramalli EL, Magnani MBBA, Nouer DF. Análise in vitro da resistência ao cisalhamento de bráquetes metálicos colados em incisivos bovinos e humanos. *Rev Dental Press Ortod Ortop Facial.* 2004 nov/dez;9(6):63-9.
15. Sargison AE, McCabe JF, Millett DT. A laboratory investigation to compare enamel preparation by sandblasting or acid etching prior to bracket bonding. *Br J Orthod.* 1999 Jun;26(2):141-6.
16. Silverman E, Cohen M. Etching versus nonetching. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1998 Jul;114(1):80-7.
17. Sória ML, Menezes LM, Oshima HMS, Rizzato SMD. Resistência de união de braquetes ao esmalte bovino: avaliação de três cimentos de ionômero de vidro. *Rev Dental Press Ortod Ortop Facial.* 2003 nov/dez;8(6):89-98.
18. Surmont P, Dermaut L, Martens L, Moors M. Comparison in shear bond strength of orthodontic brackets between five bonding systems related to different etching times: an in vitro study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1992 May;101(5):414-9.
19. Wang WN, Sheen DH. The effect of pretreatment with fluoride on the tensile strength of orthodontic bonding. *Angle Orthod.* 1991 Spring;61(1):31-4.

Endereço para correspondência

Marcel Marchiori Farret
Rua Floriano Peixoto 1000/113
CEP: 97.015-370 – Santa Maria / RS
E-mail: marcelfarret@yahoo.com.br