

Comparación de las fuerzas adhesivas de cizallamiento de brackets convencionales y brackets microarenados con partículas de óxido de titanio

Alexandra Ortiz,¹ Rolando Zapata,¹ Carlos Velásquez,²
Linda Delgado,³ Freddy Sánchez⁴

Resumen

Introducción y Objetivo: Los fabricantes de materiales ortodónticos han tratado de modificar las características de la base de los brackets para mejorar las fuerzas de unión de la interfase Resina/bracket. El propósito del estudio fue comparar las fuerzas adhesivas de cizalla de brackets metálicos sin microarenar, Mini 2000, y microarenados con partículas de óxido de titanio, Mini Twin, de la casa comercial ORMCO®. **Materiales y Métodos:** 60 premolares humanos extraídos por motivos ortodónticos fueron conservados en solución salina al 0.9% a 4°C durante 5 meses; previo a la cementación de los brackets, los premolares se asignaron aleatoriamente, 30 en el grupo control, no microarenado, y 30 en el experimental, microarenado. Una vez realizado el termociclaje con 80 ciclos durante 2 minutos cada uno, a 5°C y otro a 55°C, los dientes se sujetaron en un aparato de diseño propio y fueron llevados a la máquina de ensayos Instron 5582 para someterlos a las fuerzas de cizalla. Se tomaron microfotografías con el microscopio electrónico antes y después de la falla a la cementación. **Resultados:** No se encontraron diferencias estadísticamente significativas en cuanto al tiempo de recolección de los premolares, Valor $p=0.876$ para la prueba de Mann-Whitney, indicando que los grupos desde el inicio son comparables. Se encontraron diferencias estadísticamente significativas en la resistencia a las fuerzas de cizalla, Valor $p=0.005$ para la prueba de Mann-Whitney, en donde los brackets no microarenados resistieron una fuerza mucho mayor antes de la decementación del bracket, con una $Me=188.4\text{ N} \pm 79.0$. **Conclusión:** El proceso de microarenado de la base de los brackets con el objeto de aumentar las fuerzas de adhesión es un procedimiento innecesario que consume tiempo y dinero a las casas fabricantes. **Palabras clave:** Microabrasión, adhesión. *Rev. CES Odont. 21(2) 9-16.2008*

Comparison of shear adhesive strength between conventional non-sandblasted and sandblasted brackets with titanium oxide particles

Abstract

Introduction and Objectives: Manufacturers of orthodontic materials have tried to modify the characteristics of bracket bases in order to improve strength of the resin-bracket interface. The purpose of this study was to compare shear adhesive strength of Mini 2000 non-sandblasted metal brackets and Mini Twin brackets sandblasted with titanium oxide manufactured by ORMCO®. **Materials and Methods:** Sixty premolars which were extracted for orthodontic purposes and preserved in 9% saline solution at 4°C during five months were used as sample. Teeth were randomly assigned into two groups, 30 in a control group on which non-sandblasted brackets were cemented and 30 in the experimental group on which sandblasted ones were cemented. After a thermocycle of 80 cycles was done during 2 minutes for each group at 5°C and at 55°C, teeth were attached to a device designed for the study and were subjected to an Instron 5582 Machine in order to determine resistance to shear forces. Microphotographs were taken with an electron microscope before and after bracket decementation. **Results:** No significant statistical differences were found between both groups in terms of the recollection time of premolars (Mann-Whitney test p value 0.876) indicating that the groups were comparable from the beginning. Non-sandblasted brackets presented a statistically significantly higher resistance to decementation when subjected to shear forces than sandblasted ones (Mann-Whitney test p value 0.005) with $Me=188.4\text{ N} \pm 79.0$. **Conclusion:** Sandblasting of bracket bases with the objective of increasing adhesive forces seems to be an unnecessary procedure that is time consuming and increases costs for the manufacturer. **Key words:** Microabrasion, adhesion. *Rev. CES Odont. 21(2) 9-16.2008*

Introducción

La odontología contemporánea ha encontrado en la adhesión un mecanismo que facilita los procedimientos clínicos, basados en el principio del

grabado ácido descrito en la década de los 50 por Michael Bonocoure.^{1,2}

1. Odontólogo, Ortodoncista; Docente, Universidad Cooperativa de Colombia Sede Envigado.

2. Odontólogo, Ortodoncista; Universidad Cooperativa de Colombia.

3. Odontólogo, Ortodoncista; Docente, Universidad Cooperativa de Colombia Sede Bogotá.

4. Odontólogo, Ortodoncista; Especialista en Docencia Universitaria, Universidad El Bosque.

La adhesión de brackets ortodónticos a la estructura dental es un procedimiento común desde hace 3 décadas,³ sin embargo, a pesar de los grandes adelantos, los sistemas adhesivos han presentado un problema común en la consulta ortodóntica y es la falla del enlace entre el bracket y la estructura dental, lo que genera molestias en los pacientes, demoras en el tratamiento e incremento en los costos.⁴

Varios factores pueden contribuir a la posibilidad de una fractura del enlace entre el bracket y el diente, incluyendo la habilidad del profesional durante el proceso de adhesión, el comportamiento del paciente, la calidad del esmalte, las características químicas de la resina y el tipo de fabricación (metálica o cerámica) del bracket.⁴

Keiser y Col, estudiaron la unión entre esmalte, resina y bracket, tratando de determinar cuál de estas interfases era la más débil y por tanto la responsable de la falla de la unión del bracket a la estructura dental. Encontraron que la interfase esmalte/resina era más fuerte que la interfase resina/bracket, siendo esta última la responsable en la mayoría de los casos, la causa del fracaso en la adhesión entre el diente y el bracket.⁵

Los fabricantes de materiales ortodónticos han tratado de modificar las características de los brackets para mejorar la fuerza de unión de la interfase resina/bracket.⁴ Algunas modificaciones comprenden la perforación de las láminas de acero que servirán como base, de forma tal que la resina penetre en dichos orificios generando retención mecánica. Otra solución fueron las bases en caja, que a pesar de la buena retención que ofrecían, eran muy gruesas y alejaban mucho el bracket de la superficie del esmalte. Las bases de brackets que ha mostrado mejor retención son las propuestas desde 1973 por Retief, las cuales poseen una malla de acero inoxidable. Adicionalmente, a la modificación de la base del bracket, se han realizado distintos pretratamientos como la microabrasión, la silanización y el tratamiento con láser.⁵

La microabrasión es un procedimiento que consiste en proyectar un fuerte chorro de aire abrasivo sobre la superficie que se intenta adherir, de forma que se obtengan micro irregularidades en donde un sistema adhesivo de baja viscosidad pueda fluir y generar retenciones micromecánicas una vez el adhesivo haya endurecido.⁶

La microabrasión altera la superficie del objeto a adherir y produce efectos favorables para la adhesión como una limpieza profunda, un aumento de la energía superficial, un aumento en el área de superficie a adherir, disminución del ángulo de contacto y formación de un relieve microrretentivo.⁶

Hoy en día la microabrasión tiene múltiples aplicaciones en odontología, mejorando la retención de las coronas cerámicas y metal cerámicas,^{7,8} en la reparación de cerámicas que se han fracturado y serán reparadas con resina,^{9,10} aumentando la retención de prótesis totales,¹¹ acondicionando postes prefabricados para aumentar la retención de los cementos resinosos, modificando la superficie de los implantes de titanio para aumentar el depósito de hueso,¹² aumentando las fuerzas adhesivas de las resinas de restauración,^{13,14} alterando la superficie de amalgama para mejorar la adhesión de aditamentos ortodónticos,¹⁵ y adhiriendo de forma confiable aditamentos ortodónticos a restauraciones metálicas, cerámicas y resinosas.⁵

Diversos autores han utilizado la microabrasión para modificar la base de los brackets y mejorar la adhesión de los aditamentos ortodónticos,^{4,16-27} los resultados de dichos estudios son contradictorios. Algunos investigadores han reportado que los valores en las fuerzas de adhesión aumentan considerablemente después de la microabrasión, otros reportan que no hay diferencias significativas y otros concluyen que el microarenado no tiene efectos consistentes.

El propósito de este estudio fue determinar y comparar las fuerzas adhesivas de cizallamiento a la estructura dental de brackets de acero inoxidable con base no microarenada, Mini 2000, y brackets con base microarenada con partículas de óxido de titanio, Mini Twin, de la casa comercial ORMCO.[®]

Materiales y Métodos

Se realizó un estudio experimental in vitro controlado, con una muestra por conveniencia de 60 premolares superiores de humanos, que no presentaran patología dental, pulpar o periodontal, y que hayan sido extraídos por motivos ortodónticos de 5 centros odontológicos de la ciudad de Medellín entre abril de 2007 a agosto de 2007. Se obtuvo el consentimiento informado de los pacientes y la aprobación del comité de ética de la Universidad Cooperativa de Colombia de Bogotá, para hacer uso

de estas piezas dentales. Los 60 premolares fueron divididos aleatoriamente en 2 grupos de 30 dientes cada uno. En el grupo control los brackets cementados fueron con base convencional no microarenada, Mini 2000. En el grupo experimental los brackets cementados fueron con base microarenada con óxido de titanio, Mini Twin; ambas de la casa comercial ORMCO.[®]

Conservación de los dientes post extracción

Los dientes una vez extraídos se lavaron con agua a chorro para remover el tejido periodontal remanente. Luego se depositaron en un recipiente estéril con solución salina al 0.9% y se almacenaron a 4° centígrados por 5 meses antes de la cementación de los brackets. Los recipientes fueron rotulados con la fecha de almacenamiento para la aleatorización.

Adhesión de los brackets

Los brackets utilizados en el estudio fueron los Mini 2000, sin microarenar, y los Mini Twin, con microarenación de partículas de óxido de titanio "Optimesh". Ambas bases de brackets con malla de acero inoxidable de igual dimensión 10.88mm², con la misma información de torque -7 y de angulación 0. El procedimiento de adhesión fue igual en ambos grupos del estudio y se utilizó la resina fotopolimerizable En-Light con el sistema adhesivo Ortho-Solo de la casa comercial ORMCO.[®]. Solo un investigador fue quien realizó la adhesión de todos los brackets a los premolares superiores, con el fin de controlar la técnica de adhesión.

Pasos para la adhesión:

Se limpió el esmalte con bicarbonato de sodio con un cepillo de profilaxis y pieza de baja velocidad por 5 segundos, seguido del lavado durante 10 segundos y secado con aire comprimido por 10 segundos. Se aplicó ácido fosfórico al 37% durante 30 segundos, lavando durante 5 segundos y secando con aire comprimido durante 10 segundos hasta obtener una superficie de esmalte color blanco tiza. Luego se aplicó el sistema adhesivo Ortho Solo con un micro aplicador sobre el esmalte acondicionado, frotando la superficie vestibular del esmalte a adherir durante 10 segundos. Luego se colocó el composite Enlight en la base del bracket, se posicionó el bracket en la superficie bucal del diente con la ayuda de una pinza porta brackets, se ajustó la posición del bracket con la ayuda de un calibrador de brackets a 4mm del vertice cuspeideo y se presionó

firmemente aplicando 85 gr de presión usando un Dinamómetro intraoral ORMCO.[®] Se retiraron los excesos con un explorador No. 5. Se Fotopolimerizó el sistema resinoso con el bracket en posición por 10 segundos con la lámpara de luz halógena Demetron Optilux 501[®] con una intensidad de onda de 400mW/cm², confirmada con un radiómetro.

Termociclaje

El termociclaje de los 60 dientes con los brackets cementados se realizó con un recipiente al baño maría y un recipiente con hielo controlando la temperatura con un termómetro digital Fluke 5211. Se realizaron 80 ciclos, cada ciclo de 2 minutos, a 5°C y 55°C. Los tiempos se controlaron con un cronómetro digital Casio 9000.

Fuerzas adhesivas

Los dos grupos de estudio se sometieron a fuerzas de cizallamiento, es decir, con componentes de tracción, tensión y torsión, en la máquina Universal Instrom modelo 5582. Para mantener el diente en una posición estandarizada y poderlo llevar a la máquina universal de ensayos Instrom, los investigadores diseñaron un soporte en acero, el cual consta de un cilindro de 45 mm de altura y 44 mm de diámetro, con una luz interna de 35 mm de diámetro donde se alojaron los dientes sujetos a 4 tornillos de 40 mm de longitud y 5 mm de diámetro. Los tornillos que sujetan el diente por vestibular y lingual presentan un aditamento de forma cóncava que facilita la sujeción del diente a los tornillos (Figura 1). Este aparato de diseño propio fue probado previamente para determinar la efectividad en la sujeción de los dientes.



Figura 1. Aparato de sujeción de dientes

La hoja de la máquina de ensayos descendió verticalmente a una velocidad de cruce de 1 mm por minuto, hasta la ruptura de la unión bracket/diente, aplicando una fuerza vertical a la base del bracket, justo en la interfase bracket/resina/diente (Figura 2). La carga de la celda fué de 50Kg. Las fuerzas adhesivas fueron medidas en Newton.



Figura 2. Hoja de la Máquina Instron

Análisis estadístico

Los datos de las variables tiempo de almacenamiento y resistencia al desprendimiento de los brackets, expresados en Newton (N), fueron analizados mediante el programa estadístico SPSS versión 8.0 (SPSS Inc, Chicago IL). Se presenta un análisis descriptivo de la variable fuerza adhesiva utilizando medidas de resumen: rango, mediana, media y desviación estándar. Previo al análisis de los datos se hizo la prueba de Shapiro Wilk para determinar la normalidad de los datos en las variables tiempo de almacenamiento y fuerza de cizalla. La prueba estadística que se utilizó fue la prueba no paramétrica de *U* Mann Whitney para contrastar la hipótesis nula: la fuerza de cizalla es igual en los dos grupos para la decementación de los brackets. Siempre se asumió un nivel de significancia del 5%.

Resultados

Se evaluaron 60 premolares superiores de humanos, los cuales fueron asignados aleatoriamente en dos grupos, un grupo control a los que se les cementó 30 brackets no microarenados, y un grupo experimental a los que se les cementó 30 brackets microarenados. En la comparación del tiempo de almacenamiento de los premolares superiores entre los dos grupos, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas

(valor $p = 0.876$) para la prueba *U* de Mann-Whitney, lo que puede indicar que los grupos son comparables y que esta variable de confusión se controló por la aleatorización que se hizo al asignar los premolares en ambos grupos. (Tabla 1)

Tabla 1. Resumen descriptivo del tiempo de almacenamiento de los premolares superiores

	Grupo no Microarenado N=30	Grupo Microarenado N=30
Promedio	129.8	128.1
Mediana	130	130
Moda	90	90
Desviación Estándar	45.9	47.1
Mínimo	56	56
Máximo	198	198
Percentil 25	90	82.3
Percentil 75	170	170.5

En cuanto a la evaluación de la variable resistencia a las fuerzas de cizalla en el grupo de brackets microarenados y no microarenados, se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre ambos grupos valor $p = 0.005$ para la prueba no paramétrica de *U* Mann-Whitney. Los resultados de la variable fuerza de cizalla indican que en el grupo control, brackets no microarenados, resistieron una fuerza mucho mayor antes de la decementación de los brackets con una Mediana $Me = 188.4 \pm 79.0N$ en comparación con el grupo experimental, brackets Microarenados con $Me = 106.5 \pm 115.5N$, una vez aplicada la fuerza con la Máquina Universal Instron. Estas cifras permiten rechazar la hipótesis nula, aceptando la hipótesis alterna. (Tabla 2 y Figura 3).

Tabla 2. Resumen descriptivo de la resistencia a las fuerzas de cizalla de los brackets

	Grupo No Microarenado N=30	Grupo Microarenado N=30
Promedio	196.9	150.3
Mediana	188.4	106.5
Moda	61.3	22.0
Desviación Estándar	79.0	115.5
Mínimo	61.3	22.0
Máximo	371.7	493.9
Percentil 25	142.6	75.0
Percentil 75	245.1	179.3

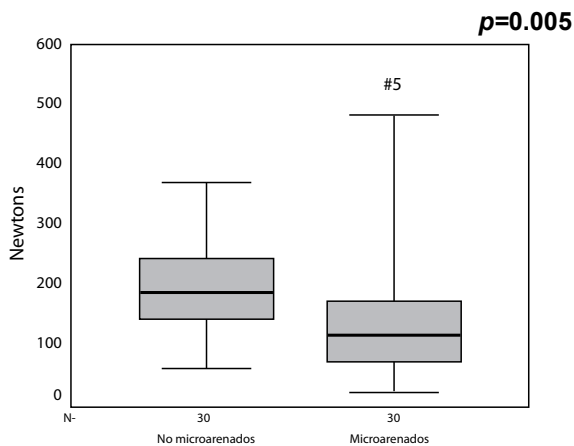


Figura 3. Comportamiento de las fuerzas de cizalla entre los brackets No Microarenados y los Microarenados

Se tomaron microfotografías electrónicas a la base de un (1) brackets convencional y uno (1) microarenado antes de la adhesión de los brackets, con una magnificación de 90X (Figura 4a. y b), y a cinco (5) brackets del grupo control y cinco (5) del grupo experimental después de la ruptura de la adhesión bracket/diente, los cuales se escogieron al azar, con una magnificación de 25X. (Figura 5a. y b)

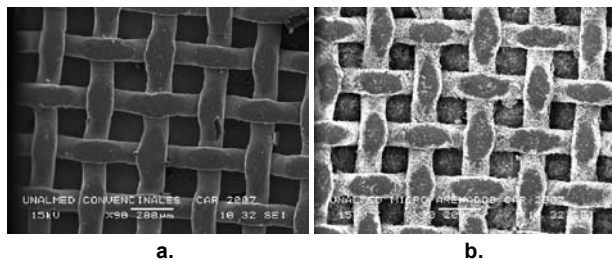


Figura 4. (a. Bracket no microarenado) (b. Bracket microarenado)

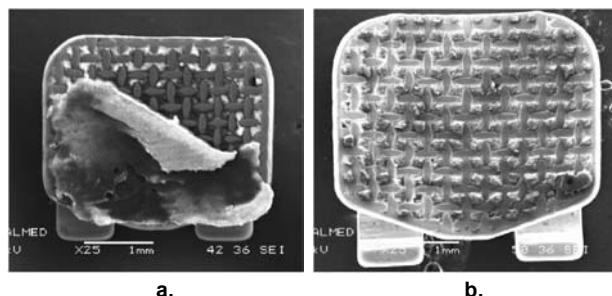


Figura 5. (a. Bracket no microarenado) (b. Bracket microarenado)

Discusión

Sobre los dientes actúan continuamente fuerzas de cizalla, es decir, con componentes de tracción, torsión y presión, actuando así, fuerzas paralelas a la base de los brackets. Las fuerzas de cizalla son las más frecuentes, lo que favorece el decementado de los brackets, alargando la duración del tratamiento de ortodoncia, de ahí la importancia del estudio de los factores que participan en el proceso de decementado de los brackets. Se debe tener en cuenta la resistencia de la unión Bracket/diente a las fuerzas de cizalla,⁴ que son las que normalmente están sujetos los brackets y los dientes durante las fuerzas de masticación.¹⁶

Algunas investigaciones sugieren que la adhesión del bracket al diente depende en gran parte de la rugosidad presente en la superficie de la base del bracket, o de otros tipos de tratamiento a ésta base, para mejorar la retención a la estructura dental.^{4,16-26} Por otra parte, Smit y Reynolds en 1991 sugieren que la superficie estructural de la base del bracket no es un factor significativo en la producción de fuerzas de adhesión óptimas, ya que la morfología y el tamaño de base de los brackets son más importantes,²⁸⁻³⁰ situación similar concluida en el presente estudio, en donde se evaluó las fuerzas de cizalla en brackets no microarenados y brackets microarenados de fábrica con partículas de óxido de titanio, de la misma casa comercial, con iguales diseños en la base de los brackets, y se observó que el grupo control, brackets no microarenados, resistieron una fuerza mucho mayor antes de la decementación de los brackets.

Autores como Black y Col.1950, Leas y Col. 1993, Andrew y Col. 1996, McColl y Col. 1998, Mui B y Col. 1999, Basudan y Col. 2001, Quick y Col. 2005, Peñarrocha y Col. 2005, Tavares y Col. 2006, concluyen que el proceso de microabrasión aumenta considerablemente las fuerzas de adhesión al compararlo con brackets no microarenados,^{4,16,19-21,23-26} mientras que otras investigaciones como la de Willems y Col. 1997, favorecen nuestros resultados concluyendo que los resultados de la microabrasión no tiene efectos consistentes, o simplemente que los resultados no son uniformes, dado a que puede o no incrementar significativamente las fuerzas de adhesión en los brackets de un mismo grupo de evaluación.²⁷

La decementación de un bracket durante el tratamiento de ortodoncia fija puede deberse a un fracaso del enlace

a diferentes niveles: fractura cohesiva del bracket, falla en la interfase resina/bracket (90% o más de la base del bracket libre de resina), falla cohesiva de la resina, falla en la interfase resina/diente (90% o más de resina se queda en la base del bracket), o fractura o crack de la superficie del diente.⁴

Para controlar las fallas en la adhesión bracket/diente, un sin número de investigadores han tratado de mejorar no solo la superficie de los brackets, realizando diferentes pretratamientos durante el proceso de manufactura como el grabado,^{17,18} la microabrasión,³¹ el tratamiento con láser,³² entre otros, sino las superficies a las que se va a adherir el aditamento ortodóntico (sustrato) con técnicas como la reportada por Skilton en el 2006, microareando las superficies de amalgama para generar fuerzas de adhesión similares al esmalte grabado,¹⁵ o las reportadas por Arici en el 2006, microareando el ionómero de vidrio,³³ o combinando el grabado ácido del esmalte dental con un previo microareado de éste sustrato.³⁴

Aunque en la presente investigación no se tuvo en cuenta el Índice de Adhesivo Remanente (ARI) y el sitio de la falla, en la microscopía electrónica que se tomó a 5 bases de brackets del grupo no microareado y a 5 bases de brackets del grupo microareado luego de la decementación (Foto 4a y b), encontramos que en las muestras de ambos grupos, escogidos por azar en todas las muestras, se encontró resina en la base de los brackets, y que la cantidad de resina apreciada en las microfotografías fue mayor en el grupo de brackets no microareados, sugiriendo así una posible falla cohesiva de la resina, a pesar de que las muestras para las microfotografías no es representativa de la población de brackets.

Por otra parte, las microfotografías después de la decementación de los brackets microareados sugieren que la microabrasión de la base de los brackets con partículas de óxido de titanio, no tiene influencia sobre las fuerzas de adhesión, corroborando así los datos arrojados por el Instrum.

Conclusión

Los brackets microareados con partículas de óxido de aluminio, Mini Twin de la casa comercial ORMCO®, presentaron fuerzas de adhesión inferiores a los brackets no microareados, Mini 2000 de la misma casa comercial, a pesar de que ambos presentaron fuerzas

de adhesión aceptables para soportar las fuerzas a las que están sometidos los brackets en la cavidad oral; pero el proceso industrial del microareado de la base de los brackets con el fin de aumentar las fuerzas de adhesión a la estructura dental, es un procedimiento innecesario, que consume tiempo y dinero a la casa fabricante.

Recomendaciones

Se recomienda la utilización de brackets convencionales, es decir, "Brackets no microareados" ya que con estos se obtienen mayores fuerzas de adhesión a la estructura dental.

Para futuras investigaciones se recomienda que no sólo se evalúen fuerzas de adhesión de diferentes bases de brackets, sino que también se evalúe por medio del Microscopio electrónico todas las muestras para determinar en Índice de Adhesivo remanente ARI y el sitio de falla, fallas adhesivas entre el bracket/resina o entre diente/resina, o fallas cohesivas entre la misma resina o el mismo bracket, y poder recomendar entonces a las casas comerciales la mejora en la base de los brackets, en los sistemas resinosos o en el tipo de acondicionamiento dental.

Agradecimientos

A la Dra. Linda Delgado Perdomo por su apoyo incondicional en el desarrollo de esta investigación. Al Ingeniero Jorge Saldarriaga y a los Laboratorios de Ingeniería de la Universidad Pontificia Bolivariana. Al Ingeniero Medardo Pérez y a los Laboratorios de Microscopía Electrónica de la Universidad Nacional. Al Dr. Luis Gonzalo Álvarez S, Dra. Diana Paola Cuesta y Dra. Sandra González Ariza, por su apoyo en el análisis estadístico. Al Dr. Luis Fernando Henao y Dentales Tauro, por el aporte de los brackets para el desarrollo de la investigación. Al Sr. Edgar Velásquez L, en la fabricación del aparato de diseño propio.

Referencias

1. Schwartz R, Summitt J, Robbins J. Adhesión al esmalte y dentina. En Meerbeek, B., Perdigao, J., Gladys, S., Lambrechts, P., Vanherle, G (Eds) Fundamentos en odontología operatoria. 1999. 141-186.

2. Schmidseeder J. Adhesión (bonding). En Schmidseeder, J. (Ed.). Atlas de odontología estética. 1999. 103- 124.
3. Bishara SE, Manal MA, Oonsombat Ch, Laffoon JF, Ajlouni R. A comparative study of the debonding strengths of different ceramic brackets, enamel conditioners and adhesives. [Abstract]. AJODO. 1993. 104(8): 170-179.
4. Peñarrocha D, Pobo B, Moscardó P. Análisis comparativo de dos bases de bracket. Un estudio in vitro. GACETA DENTAL. 2005. Junio, 6-10.
5. Interlandi. Adhesión directa de brackets en ortodoncia. En Scanavini, M. (Ed). Ortodoncia, Bases para la iniciación. 2002. 454-475.
6. Mooney B. Adhesión a la estructura dental. En Macchi, R. (Ed) Operatoria Dental. 1999. 567- 607.
7. Kumbuloglu O, Lassila I. Bonding of resin composite luting cements to zirconium oxide by two air-particle abrasion methods. [Abstract]. Oper Dent. 2006. 31(2): 248-255.
8. Atsu S, Kilicarslan M, Kucukesmen H, Aka P. Effect of zirconium-oxide ceramic surface treatments on the bond strength to adhesive resin. [Abstract]. J Prosthet Dent. 2006. 95(6): 430-436.
9. Leite F, Valandro I, Ozcan M, Bottino M. Repair bond strength of a resin composite to alumina-reinforced feldspathic ceramic. [Abstract]. Int J Prosthodont. 2006. 19(4):400-402.
10. Kim B, Bae H, Shim J, Lee K. The influence of ceramic surface treatments on the tensile bond strength of composite resin to all-ceramic coping materials. [Abstract]. J Prosthet Dent. 2005. 94(4):357-362.
11. Husham A, Al-Bazirgan M. Effect of air-particle abrasion on the retention and texture of the maxillary complete denture. [Abstract]. Am J Dent. 2006. 19(2):115-122.
12. Valandro L, Yoshiga S, De Melo R, Galhano G, Mallmann A, Marinho C. Microtensile bond strength between a quartz fiber post and a resin cement: effect of post surface conditioning. [Abstract]. J Adhes Dent. 2006. 8(2):105-111.
13. Leite F, Capote T, Zuanon A. Application of the total etching technique or self-etching primers on primary teeth after air abrasion. [Abstract]. Pesqui Odontol Bras. 2005. 19(3):198-202.
14. Ahid F, Andrade M, Campos E, Luscino F, Vaz I. Influence of different dentin etching times and concentrations and air-abrasion technique on dentin microtensile bond strength. [Abstract]. Am J Dent. 2004. 17(6):447-450.
15. Skilton J, Tyas M, Woods M. Effects of surface treatment on orthodontic bonding to amalgam. [Abstract]. Aust Orthod J. 2006. 22(1):59-66.
16. MacColl G, Rossouw P, Titley K, Yamin C. The relationship between bond strength and orthodontic bracket base surface area with conventional and microetched foil- mesh bases. AJODO. 1998. 113 (3): 276-281.
17. Siomka L, Powers J. In vitro bond strengths of treated direct- bonding metal bases. AJO. 1985. 88: 133-136.
18. Matasa C. Adhesion and its ten commandments. AJO. 1989. 95: 355-356.
19. Andrew L, Sonis A. Air abrasion of failed bonded metal brackets: a study of shear bond strength and surface characteristics as determined by scanning electron microscopy. AJODO. 1996. 110(7): 96-98.
20. Mui B, Rossouw P, Kulkarni G. Optimization of a procedure for rebonding dislodged orthodontic brackets. The Angle Orthodontist. 1999. 29: 276-281.
21. Black R. Airbrasive: some fundamentals. JADA. 1950.41: 701-710.
22. Goldstein R, Parkins F. Air- abrasive technology: its new role in restorative dentistry. JADA. 1994. 125 : 551-557.
23. Leas T, Hondrum S. The effect of rebonding on the shear bond strength of orthodontic brackets- a comparison of two clinical techniques. AJODO. 1993. 103: 200-201.
24. Basudan A, Al-emran S. The effects of in-office reconditioning on the morphology of slots and bases of stainless steel brackets and on the shear/peel bond strength. AJO. 2001. 28(3):231-236.
25. Quick A, Harris A, Joseph V. Office reconditioning of stainless steel orthodontic attachments. European Journal Orthodontics. 2005. 27(3):231-236.
26. Tavares S, Consani S, Nouer D, Magnani M, Nouer P, Martins L. Shear bond strength of new and recycled brackets to enamel. Braz Dent J. 2006. 17(1):44-48.
27. Willems G, Carels C, Verbeket G. In vitro peel/ shear bond strength evaluation of orthodontic brackets base design. Journal of dentistry. 1997. 25: 271-278.
28. Wang W, Hsing Li, Ch Ta, H Ding D. Bond strengths of various brackets base designs. AJODO. 125(1): 65-70.

29. Seema K, Rossouw E, Gajanan V, Tittley K. The influence of orthodontic bracket base design on shear bond strength. *AJODO*. 2003. 124(1): 74-82.
30. Smits N, Reynolds I. The comparison of three bracket bases: an in vitro study. *British Journal of Orthodontics*. 1991. 18: 29-35.
31. ORMCO. Research Report: Optimesh. (Print Number 070-5184). California: Autor. 2005.
32. Soler O, Alam R, Changneau F, Cathelineau G. Comparison of bond strength between simple foil mesh and laser-structured base retention brackets. *AJODO*. 2002. 122(3): 260-266.
33. Arici S, Ozer M, Arici N, Gencer Y. Effects of sandblasting metal bracket base on the bond strength of resin-modified glass ionomer cement: an in vitro study. [Abstract]. *J Mater Sci Mater Med*. 2002. 17(3):253-258.
34. Canay S, Kocadereli I. The effect of enamel air abrasion on the retention of bonded metallic orthodontic brackets. *AJODO*. 2000. 117(1):15-19.

Correspondencia

monitaucc@yahoo.com

Recibido para publicación: diciembre de 2007
Aprobado para publicación: noviembre de 2008



UNIVERSIDAD CES

Un Compromiso con la Excelencia

Resolución del Ministerio de Educación Nacional No. 1371 del 22 de marzo de 2007