



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES, IZTACALA

**“ANÁLISIS COMPARATIVO IN VITRO DE LA FUERZA DE
ADHESIÓN DE CUATRO DISEÑOS DE BASES DE BRACKETS”**

T E S I S

**QUE PARA OBTENER EL DIPLOMA DE
ESPECIALISTA EN ORTODONCIA
P R E S E N T A :
JUANA MARIA ACEVEDO CERVANTES**

**ASESOR
C.D. MARIO ONUMA TAKANE**

**COORDINADORA DE POSGRADO
C.D. ROSSANA SENTÍES CASTELLÁ**



IZTACALA

Tlalnepantla, Estado de México, Noviembre del 2006.



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

**A mis padres, con profundo agradecimiento.
A Dios, por permitirme concluir este nuevo proyecto.
A la vida, por todo lo que me ha dado.
Para ti, Gerardo, con todo mi amor.**

RECONOCIMIENTOS

Deseo dar las gracias a mi familia, a mis padres, Concepción y Amado, por su comprensión y apoyo incondicional. A Gerardo por su gran apoyo en cada momento de mi vida, y por su impulso para seguir superándome. A mis hermanos, por su cariño y consejo.

También quiero expresar mi aprecio y gratitud al C.D. Mario Onuma Takane, Asesor de tesis, por su comprensión, paciencia y apoyo, por brindarme todas las atenciones y aportaciones para culminar este trabajo.

Agradezco al Mtro. Jorge Guerrero Ibarra, así como al Dr. Carlos Andrés Álvarez Galloso, encargados del laboratorio de Materiales Dentales de Laboratorio de Materiales Dentales de la División de Estudios de Posgrado e Investigación de la Facultad de Odontología de la UNAM, por toda la atención prestada durante la realización del proyecto de investigación.

Un reconocimiento especial a mis profesores: Salvador Arróniz Padilla, Rafael Ramírez Aviega, Alejandro Marcuschamer Miller, Rossana Senties Castellá, y así mismo al profesor Mario Onuma Takane, por su valiosa asesoría y desinteresado apoyo en la revisión final del manuscrito.

Finalmente, un sincero agradecimiento a todos aquellos que de forma indirecta, favorecieron la culminación de este trabajo.

CONTENIDO

Resumen	2
Summary	3
Introducción	4
Antecedentes	5
Planteamiento y justificación del problema	17
Objetivo del estudio	19
Hipótesis	20
Metodología	21
▪ Clasificación del estudio	21
▪ Materiales	21
▪ Procedimiento	22
Resultados	28
Discusión	34
Conclusiones	36
Referencias Bibliográficas	37

RESUMEN

El propósito del presente estudio fue comparar y analizar la fuerza de adhesión resultante entre cuatro diseños de bases de brackets, mediante la aplicación de una fuerza cortante sobre un modelo de acrílico diseñado en laboratorio. Las bases estudiadas fueron: a) malla *Optimesh (ORMCO)*, b) malla *Cien (GAC)*, c) malla con adhesivo *PrimeKote (TP ORTHODONTICS: TPO)* y d) base *Microloc (GAC)*; para realizar el estudio se obtuvo una muestra de 60 brackets con bases diferentes, 15 brackets por cada tipo de base. El estudio fue realizado en modelos de acrílico preparados en laboratorio. La fuerza de adhesión se aplicó y midió con una Máquina Universal de prueba INSTRON, a una velocidad de cruceta de 1 mm/min, conectada a una computadora. Fueron halladas diferencias estadísticamente significativas entre los grupos estudiados: *grupo a)* 13.8 Mpa, *grupo b)* 15.64 Mpa., *grupo c)* 15.12 Mpa, *grupo d)* 12.3 Mpa. Estos resultados mostraron que la fuerza de adhesión de los brackets varía entre los diferentes diseños de base, lo que resulta ser un agente importante para el mantenimiento de los mismos durante todo el tratamiento. Los tratamientos de ortodoncia regularmente son largos, por lo que factores, como el diseño de la base de los brackets, deberían tomarse en cuenta para evitar el desprendimiento de los mismos durante el tratamiento evitando asimismo complicaciones, y reduciendo tanto el número de visitas de urgencia como el tiempo de consulta.

Palabras Clave: diseño de la base, fuerza de adhesión, fuerza cortante.

SUMMARY

The purpose of the present study was to compare and analyze the force of adhesion resulting between four designs of bases of brackets, by means of the application of a sharp force on an acrylic model designed in laboratory. The studied bases were: a) *Optimesh* mesh (*ORMCO*), b) mesh *100* (*GAC*), c) mesh with adhesive *PrimeKote* (*TP ORTHODONTICS: TPO*) and d) *Microloc* base (*GAC*). To make the study, a sample of 60 brackets with different bases was obtained, 15 to each type of base. The study was made in acrylic models prepared in the laboratory. The adhesion force was applied and measured with a Universal Machine of test INSTRON, at a speed of crosspiece of 1 mm/min, connected to a computer. Statistically, significant differences were found between the studied groups: group a) 13,8 Mpa, group b) 15,64 Mpa., group c) 15,12 Mpa, group d) 12,3 Mpa. These results showed that the force of adhesion of brackets varies between different designs of its bases, which turn out to be an important agent for the maintenance during the treatment. The orthodontics treatments regularly are long, that is why factors as the design of the base of brackets, should be taken in mind to avoid the loosening of brackets during the treatment, and other complications, and reducing the number of no required appointments, as well as the time of consultation.

Key words: design of the base, force of adhesion, sharp force.

INTRODUCCIÓN

Para cualquier tratamiento de ortodoncia el bracket constituye un elemento fundamental. Su importancia radica, independientemente del material en el que esté elaborado: metal, cerámica, policarbonato, etc., en que constituye el vínculo de unión entre el diente y el elemento activo del aparato que es el arco de alambre.

Los brackets no se adhieren químicamente al esmalte dental, lo hacen a través de la sujeción de su base a una sustancia adhesiva que normalmente es una resina la cual a su vez va adherida al diente; por este hecho, los esfuerzos en el mejoramiento de la retención de los brackets han sido encaminados a modificar el diseño de su base.

Muchos investigadores^{1,2,3,4,5,6,7,8,9} han estudiado las características de las bases de los brackets, así como la fuerza de adhesión, la cantidad de resina remanente en diente y bracket, y la presencia de fracturas en el diente luego del desprendimiento. Algunos de estos estudios han demostrado que el diseño de la base afecta significativamente la fuerza de adhesión del bracket, por lo tanto, resulta ser un factor fundamental a considerar en el momento de la elección de la aparatología. En este estudio nos proponemos comparar cuatro brackets de alta demanda en el mercado actual, con diferente diseño de base, y determinar si existe diferencia estadísticamente significativa entre sus fuerzas de adhesión.

ANTECEDENTES

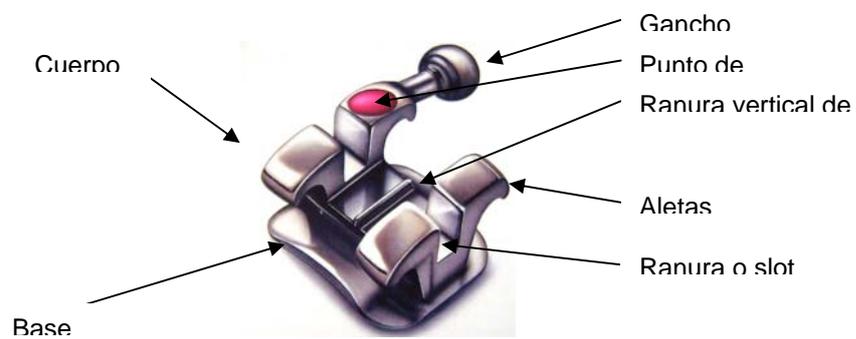
La aparatología ortodóntica fija actual utilizada para aplicar fuerzas correctivas a los dientes mal alineados consta, entre otros elementos, de brackets, los cuales son dispositivos que van adheridos a las caras vestibulares o linguales de las piezas dentarias permanentes, y que sirven para sujetar tanto al elemento activo del aparato ortodóntico que es el arco de alambre, así como a otros aditamentos auxiliares como elásticos, resortes, arcos auxiliares y aparatos ortopédicos, etc. que aplican fuerzas accesorias.

Hay brackets metálicos, cerámicos y plásticos. Los brackets metálicos se pueden elaborar por dos sistemas diferentes que son: por inyección de acero inoxidable que mejora la resistencia a la corrosión y la biocompatibilidad con los fluidos bucales, y los brackets maquinados que se desarrollan a partir de un bloque sólido de acero inoxidable, sobre el cual mediante fresas y tornos se consigue llegar a la forma deseada. Por su parte, los brackets cerámicos se elaboran a partir de aluminio policristalino y monocristalino; y los brackets plásticos están elaborados a base de policarbonato.



Fig. 1 a) Bracket metálico Twin Edge (TPO). b) Bracket cerámico Clarity* (3M Unitek)

Los brackets convencionales están formados por dos partes independientes que son: el cuerpo y la base. En el cuerpo se encuentran elementos importantes como la ranura que permite la inserción del arco de alambre, las aletas y/o ganchos que permiten fijar elásticos o ligaduras y los elementos de identificación como líneas y puntos. En el extremo posterior del bracket se encuentra la base, que es el vínculo para la adhesión del bracket al diente, mediante el uso de una resina compuesta. La base del bracket metálico sobre la cual se efectúa la microrretención contra el esmalte dental puede ser base mecánica simple o malla. La base mecánica simple consiste en realizar pequeños orificios en la base a modo de retención. La malla consiste en soldar una red metálica a la base del bracket. Esta soldadura se realiza con oro o plata.



a



b

Figura 2. a) Partes integrales del bracket, b) Base del bracket

El diseño de la base del bracket

Debido a que la mayoría de las bases de los brackets no se adhieren químicamente a la resina, se han hecho esfuerzos para lograr una retención mecánica adecuada mediante la manipulación en el diseño de las bases de los mismos.

Dentro de los diseños de base más conocidos están las mallas, que constan de un trenzado de filamentos metálicos que forman una red, la cual va soldada a la base del bracket; el número de la malla, de las que la cien es la más común, se refiere a la cantidad de espacios que quedan entre el trenzado medidos por pulgada cuadrada.

Otros brackets usan, además del trenzado, un rociado térmico para crear socavados sobre la malla, además de la aplicación de sustancias químicas para aumentar la adhesión.

También se usan en lugar de trenzados simples, triples trenzados.

Algunos brackets no tienen malla soldada, sino que su base retentiva se vacía al mismo tiempo que el bracket; a algunos se les crean socavados sobre la base en forma de hongo mientras que otras se graban con láser para formar microsocavados.

Por otro lado, los brackets cerámicos incorporan microesferas para lograr mayor retención mecánica.

Son muchos los diseños de bases que ofrecen y aseguran una mejor estabilidad durante el tratamiento y mayor limpieza durante el retiro de los brackets, sin embargo, las investigaciones realizadas en este rubro revelan resultados variados y en ocasiones opuestos.

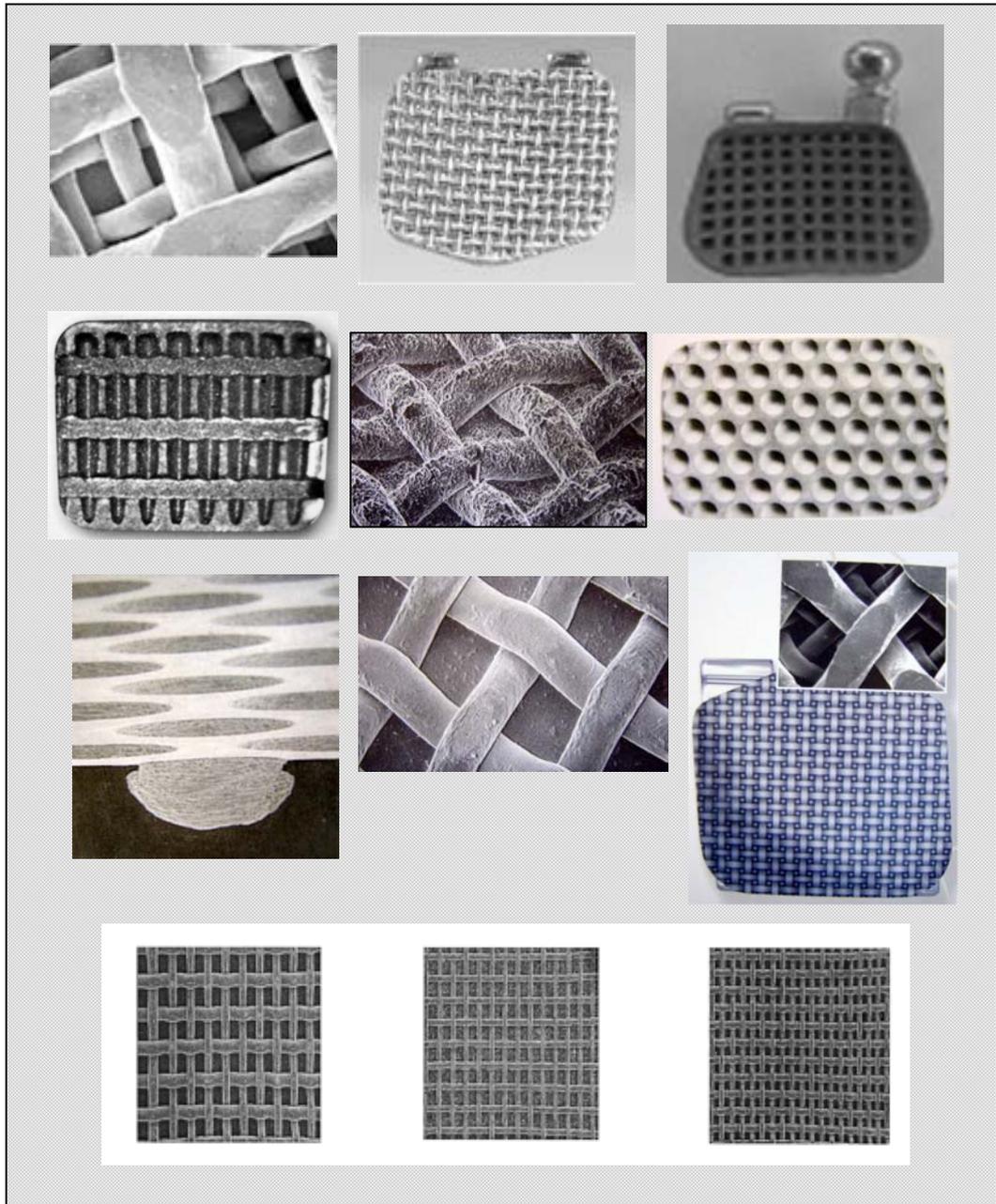


Figura 4. Diferentes diseños de bases o mallas en brackets metálicos. De izquierda a derecha: malla *Supermesh*, malla con *Primekote*, base troquelada, base ranurada tratada con láser, malla *Optimesh*, base *Microloc*, Corte sagital de la base *Microloc*, malla simple, base *Supermesh*, mallas 60, 80 y 100.

La malla *Optimesh* se obtiene por un proceso de rociado térmico, que aumenta las retenciones mecánicas mediante la creación adicional de socavados en la malla, incrementando la superficie de adhesión sobre la parte superior y los lados del alambrado de la malla (Figura 5).



Figura 5. Malla *Optimesh*

Este proceso consiste en dos procedimientos:

primero, una aleación metálica resistente a la corrosión es calentada a 20,000° F aproximadamente. Después es rociada a muy alta velocidad sobre la malla. Como paso final, el bracket es silanado, aumentando adicionalmente la fuerza entre la malla y el adhesivo por medio de un adhesivo químico adicional.¹⁵

Los brackets de la casa TP Orthodontics, tienen una malla en la base del bracket adicionada con una cubierta de un adhesivo denominado primekote con el fin de incrementar la fuerza de adhesión entre la base del bracket y la superficie del adhesivo. El PrimeKote está adherido a la base del bracket, lo cual resulta en una relación covalente de polímero a polímero entre la base y el adhesivo". Esto, al parecer, da como resultado una mayor adhesión.¹⁷

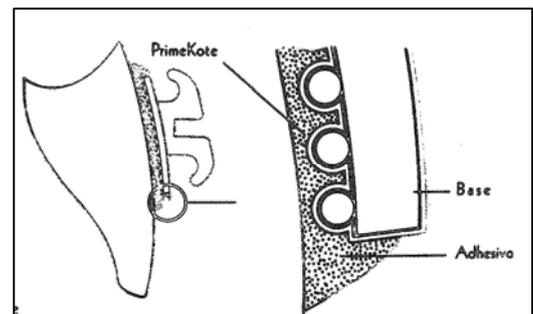


Figura 6. Malla con *PrimeKote*

Introducidas por GAC⁹ casi una década atrás, las bases Microloc fueron las primeras bases sin malla introducidas al mercado. Soldadas al bracket, estas bases son hojas de metal las cuales han sido selectivamente grabadas o arenadas a través de patrones de protección, un proceso derivado del cuadro de circuitos de impresión.

Las micro-ventosas que forman la parte retentiva, al no estar comunicadas, han mostrado atropamiento de aire, un conocido inhibidor de la polimerización (Figura 7).

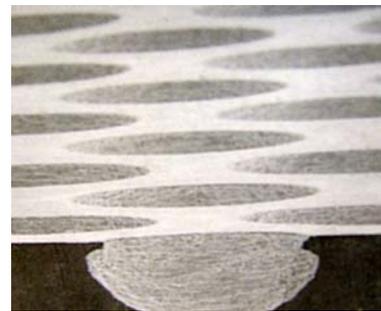
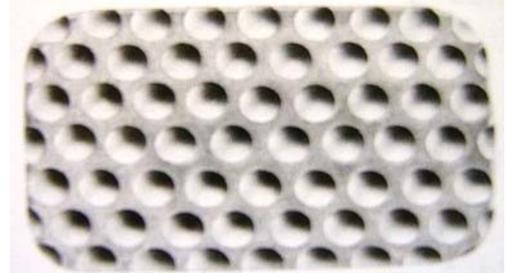


Figura 7. Base *Microloc*

Las bases con malla son fabricadas por la laminación de una fina malla (cien aperturas por pulgada cuadrada) sobre una hoja delgada de metal. Se denominan malla cien (Figura 8).



Figura 8. Malla *Cien*

A pesar de que el bracket, la hoja de metal y la malla, están todos hechos de acero inoxidable, estos no solo exhiben diferencias en tratamiento, sino que también en la composición. En otras palabras, los modernos brackets combinados unen no menos de cuatro diferentes aleaciones (malla, hoja de metal, relleno soldado, bracket).

Adhesión del bracket a la superficie dental

Antes de ampliarse el concepto de adhesión en el campo odontológico, el método de sujeción de los brackets de ortodoncia a la superficie dental era a través de la soldadura del bracket a una banda metálica, la cual era conformada de acuerdo a la anatomía del diente y posteriormente cementada a él. Este método es conocido como multibandas y con él se aseguraba mantener el bracket en la cara vestibular de los dientes. Sin embargo, las desventajas que presentaba este método incluían: aspecto antiestético, dificultad para realizar la higiene dental, gingivitis generalizada por irritación, separación dental posterior al tratamiento, entre otras.

En la actualidad, el concepto de adhesión, tiene aplicaciones en todos los aspectos de la odontología incluyendo la adhesión de brackets ortodónticos. Sus ventajas son múltiples: mejor remoción de placa bacteriana por parte del paciente, reducción de la irritación de tejidos blandos y gingivitis hiperplásica, eliminación de la necesidad de separación interdental, ausencia de espacios postratamiento, facilidad de la aplicación de los brackets en dientes parcialmente erupcionados, reducción del peligro de descalcificación con el uso de bandas, detección oportuna y tratamiento de caries y una mucha mayor apariencia estética para el paciente.²

La adhesión de brackets metálicos a los dientes ha sido un procedimiento común por más de 25 años. Sin embargo, la frecuencia de fallas en la adhesión durante el tratamiento obliga a los fabricantes a mejorar los mecanismos de retención de los brackets.²

Los brackets adheridos directamente al diente se usan desde 1965.⁹ Los materiales más utilizados para la adhesión de brackets son las resinas adhesivas

basadas en compuestos de dimetacrilato con rellenos inorgánicos. El mecanismo de adhesión de las resinas al esmalte dental es a través de una retención "micro mecánica". Cuando la superficie del esmalte es tratada con una solución de ácido fosfórico en concentraciones de 37% por un tiempo de 20 segundos, la materia orgánica del esmalte se diluye, logrando abrir los llamados prismas del esmalte, es entonces que la matriz bis-GMA de la resina es condensada sobre esta superficie, provocando que moléculas de resina queden atrapadas en el centro de los prismas, esto es parte de lo que se llama la capa híbrida, en la cual, las partículas de las resinas bis-GMA se adhieren en forma mecánica al esmalte. (Fig. 9)

La arquitectura de la interfase bracket-resina-diente está representada de la siguiente manera:

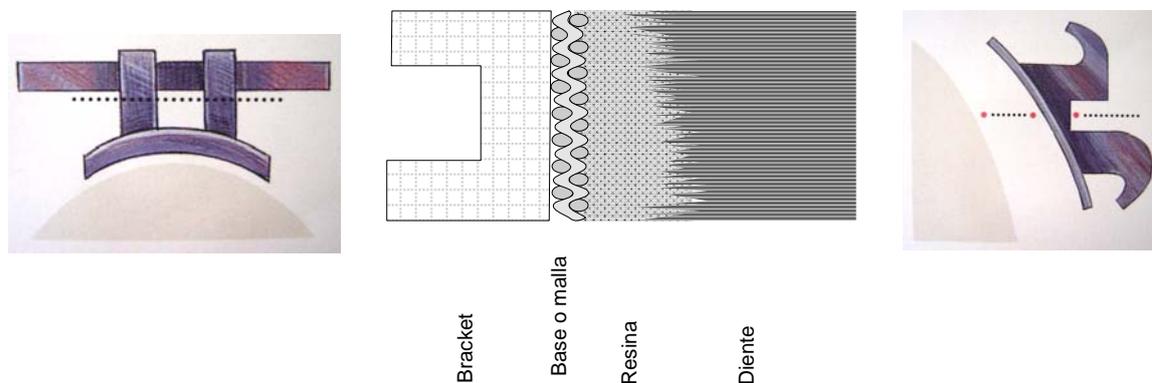


Figura 9. Mecanismo de adhesión del bracket al diente, mediante la interfase bracket-resina, y resina-diente.

Fuerza de adhesión de los brackets

La fuerza de adhesión del bracket depende de varios factores, incluyendo los mecanismos de retención del mismo, el sistema de adhesión, y el tipo de

acondicionador del esmalte. Los mecanismos de retención de la base del bracket pueden ser químicos o mecánicos o una combinación de ambos sistemas. La malla en la base es el sistema más comúnmente usado para la retención.²

El aumento en la demanda de una mayor estética en los brackets metálicos ha llevado, entre otras cosas, a una reducción en el tamaño de los brackets y sus bases; al reducirse el área retentiva de la base de los brackets se provoca una variable que influye en la fuerza de adhesión¹. Otras variables importantes que afectan la fuerza de adhesión incluyen las condiciones en el procedimiento de adhesión, el tipo de adhesivo, el diseño de la base del bracket y el tratamiento de la base del bracket.¹

Varios autores han sugerido que las características macro y microscópicas de las bases del bracket, particularmente de las mallas, puede incrementar o disminuir la efectividad de la retención con el adhesivo y han enfocado su atención al estudio de estos sistemas de retención:

Buzzitta⁸ encontró que los brackets con mayor tamaño de la malla presentaban una mayor fuerza de adhesión. Por el contrario, Herrero⁷, obtuvo como resultado que, los brackets con menor tamaño de la malla (brackets de Dentaureum) producían una mayor fuerza de adhesión.

Sorel², en su estudio para evaluar la fuerza de adhesión entre dos brackets, uno con malla simple (Minitrim), y otro con base de retención estructurada con láser (Discovery, Dentaureum, Ispringen), encontró que el bracket con base estructurada

con láser tuvo una fuerza de adhesión dos veces mayor que la del bracket con malla simple.

Conrad⁴, evaluó la fuerza de adhesión de cinco bases: una grabada con láser, otra Supermesh, otra fundida de acero, otra calibre 100 Ormesh y la malla Optimesh, calibre 100 silanada, encontrando que la fuerza de adhesión del GAC Supermesh fue significativamente menor que aquella de los otros grupos de brackets, todos los cuales tuvieron similares fuerzas de adhesión.

Weinberger⁵ en su estudio de fuerza de adhesión de dos brackets cerámicos, somete cada ejemplar de la muestra a cargas cortantes ejercidas por un aparato Instron Universal, a una velocidad de cabezales de .02 pg./min.; ejerciendo una fuerza constante paralela a la superficie del diente (fuerza cortante o tangencial).

Olsen⁶, utiliza una máquina de prueba denominada Zwick, la cual produce una fuerza cortante sobre la interfase diente-bracket. Una computadora conectada electrónicamente con el Zwick registra los resultados de cada prueba. En este estudio las fuerzas cortantes fueron medidas a una velocidad del cabezal de 5mm/min.

Susana Herrero⁷, realizó la medición de la fuerza de tensión con una Máquina Universal de ensayos Suzpecar M3, con una velocidad de los cabezales de 1mm/min. Y registró la fuerza de tensión en megapascales (Mpa). En este estudio los resultados mostraron que los brackets de Dentaurum obtuvieron la mayor fuerza media de adhesión de 11.89 Mpa, a diferencia de los brackets de GAC, cuya fuerza de adhesión fue de 8.61Mpa. La comparación de estos resultados, utilizando el Mann-Whitney U-test indicó que la fuerza de adhesión en el grupo de

Dentaurum era significativamente mayor que la obtenida en el grupo de GAC ($p \leq 0.001$).

Reynols y Von Fraunhofer (1976) analizaron las fuerzas de adhesión con varios tamaños de malla. Las mallas de mayor tamaño presentaron una fuerza significativamente superior con todos los adhesivos utilizados en su estudio. López (1980) y Dickinson y Powers (1980) en estudios similares analizaron un número elevado de brackets y encontraron que la fuerza de unión era independiente de la superficie, área o tamaño de la malla de la base ⁹.

Maijer y Smith (1981) encontraron que una base con una malla fina presentaba una mayor fuerza de adhesión. Deidrich y Dickmeiss (1984) arenaron las bases de las brackets y en consecuencia lograron un incremento de un 34 por ciento en la fuerza de adhesión. ⁹

En una investigación de Ormco¹⁵ para evaluar la fuerza de adhesión de las mallas Optimesh y la cantidad de adhesivo adherido al bracket luego del desprendimiento, mostró una mejora en la fuerza de unión, en los modos de cargas de tensión y cargas cortantes; así como más adhesivo removido del esmalte luego del desprendimiento en los brackets tratados. Los resultados mostraron que la fuerza de unión ante cargas cortantes aumentó un 52% en los brackets tratados que en los no tratados. También menciona un estudio elaborado por la Universidad de Baylor en la que se evaluaron las cargas cortantes, reemplazando una carga sobre las alas oclusales de los brackets, y aplicando la carga paralela al plano del esmalte. Esto creó una combinación de fuerzas cortantes y torsionales muy cercanas a las fuerzas reales que ocurren clínicamente. Los resultados de este estudio mostraron un incremento del 22.8%

en la fuerza de unión para cargas cortantes en los brackets tratados sobre aquellos no tratados.

Localización del lugar de la fractura

Este dato es importante ya que el sitio de fractura revela la zona en donde se produjo la falla de adhesión, que puede ser en la interfase diente-resina o en la interfase resina-bracket.

Cuando la fractura se produce en la interfase diente-resina, nos indica que la falla se produjo por factores dependientes del diente o del adhesivo empleado, o por contaminación con humedad. Por el contrario, cuando la fractura se produce en la interfase resina-bracket nos indica fallas en la capacidad retentiva del bracket sobre la resina, lo cual depende del diseño de la base.

Sorel², encontró fallas en la adhesión en la interfase esmalte-adhesivo en brackets con base esculpida con láser, y en la interfase bracket-adhesivo en las bases de malla simple. Por su lado, Weinberger⁵ clasifica el tipo de desprendimiento como: *cohesivo*, cuando el fallo ocurre a través de la resina o de la interfase resina-adhesivo, pero no en la superficie del esmalte; y *cohesivo-adhesivo*, cuando la falla ocurre en toda o en parte de la superficie del diente. Sin embargo no define la falla cuando ocurre en la interfase resina-bracket.

Fuerza de adhesión mínima

La fuerza de adhesión del bracket adherido al diente debería ser tan fuerte como para soportar las cargas cotidianas de masticación del paciente, sin que los

brackets se desprendan, pero no tan excesivas como para que, al desprenderlos al final del tratamiento, se produzcan daños como fracturas en el esmalte dental.

Basado en el trabajo de Bowen, Reynolds sugiere una fuerza de adhesión mínima de 60 a 80 kg/cm² (5.886 a 7.848 Mpa) para el tratamiento clínico ortodóntico. Retief reportó fracturas del esmalte en el debondado con fuerzas de adhesión de 140 kg/cm² (13.734 Mpa).⁵

PLANTEAMIENTO Y JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

Un problema común dentro de la práctica ortodóntica es la fractura del enlace adhesivo del bracket durante el tratamiento, suceso que ha sido investigado por muchos autores.

Varios factores pueden contribuir a la posibilidad de una fractura del enlace entre el bracket y el diente, incluyendo las habilidades del profesional durante el proceso de cementado, el comportamiento del paciente, variaciones en la superficie del esmalte, las propiedades físicas de las resinas y las características físicas de los brackets.

Cuando un bracket no tiene fuerza de adhesión o retención mecánica suficiente, el resultado será un desprendimiento precoz del bracket durante el tratamiento, por eventos tan simples como la propia masticación del paciente. Esto repercutirá, finalmente, en el éxito del tratamiento, ya que al interrumpirse la interacción diente- bracket, se interrumpe además la interacción diente-arco, por lo tanto no se manifestará el movimiento del arco de alambre sobre el diente; esta situación, aparentemente simple, trae como consecuencia, movimientos dentales indeseables, prolongación del tiempo de tratamiento, aumento en las citas de urgencia, aumento del tiempo de consulta.

Por otro lado, la escasa adhesión de la base del bracket sobre la resina, provoca que en el momento del desprendimiento, cierta cantidad de resina, o su totalidad, quede adherida al diente, teniendo que recurrir al uso de fresas para eliminar los restos. Esto prolonga el tiempo de retirado de los brackets, y puede causar daño en el esmalte por desgaste.

En resumen, la adhesión de las bases de los brackets depende básicamente de la retención mecánica, y ésta se obtiene mediante la manipulación en el diseño de la base, a través de perforaciones, soldadura de mallas metálicas, elaboración de ranuras y pequeños cortes esféricos a bajo relieve, aplicación de partículas metálicas, y adición de sustancias adhesivas.

La inquietud por conocer algo más acerca de estos eventos y la necesidad de encontrar productos que permitan al ortodoncista alcanzar los objetivos terapéuticos planeados, derivó en la realización de esta investigación, que pretende analizar parte de todo el panorama de posibilidades en cuanto a aparatología ortodóntica se refiere.

OBJETIVOS DEL ESTUDIO

Objetivo general

Comparar y analizar la fuerza de adhesión de cuatro brackets metálicos con diferente diseño de base mediante la aplicación de una fuerza cortante.

Objetivos específicos

1. Determinar qué diseño de base presenta mayor fuerza de adhesión.
2. Determinar qué diseño de base presenta menor fuerza de adhesión.
3. Establecer si existe diferencia significativa entre los cuatro tipos de base estudiados.

HIPÓTESIS

Hi La fuerza de adhesión de los brackets varía en función del diseño de la base.

Ho La fuerza de adhesión de los brackets no varía en función del diseño de la base.

Ha La fuerza de adhesión del bracket depende de otros factores.

METODOLOGÍA

Clasificación y tipo de estudio

El presente estudio es de tipo prospectivo, correlacional, transversal y experimental.

Materiales

- 15 Brackets con malla Optimesh
- 15 Brackets con malla Cien
- 15 Brackets con malla Prime Kote
- 15 Brackets con base Microloc
- 60 Cilindros de aluminio
- Loseta de Vidrio
- Vaselina
- 60 Discos de silicón de alta densidad de 5 mm. de diámetro
- Acrílico polvo autopolimerizable en colores naranja, verde, rosa, rojo
- Acrílico líquido autopolimerizable
- Recipiente de vidrio tipo flanera
- Espátula de cementos
- Resina de microrrelleno
- Lija de agua n° 80
- Resina para ortodoncia fotocurable Enlighth (*Ormco*)
- Pinza porta brackets
- Explorador
- Aplicadores de adhesivo
- Recipiente con agua
- Guantes, cubrebocas
- Gafas de protección
- Bata blanca

Equipo (en orden de utilización)

- Microscopio óptico
- Microscopio estereográfico
- Balanza analítica
- Lijadora eléctrica con lija de agua
- Lámpara de fotocurado Astralis*S (*Ivoclar*)
- Estufa Felisa
- Máquina Universal de prueba Instron

Procedimiento

El estudio se realizó en las instalaciones del Laboratorio de Materiales Dentales de la División de Estudios de Posgrado e Investigación de la Facultad de Odontología de la Universidad Nacional Autónoma de México.

1. Se estudiaron un total de 60 brackets para incisivos centrales superiores, quince por cada tipo de base. La superficie de las bases fueron observadas y analizadas con un microscopio estereoscópico. Se descartaron los brackets que presentaban alteraciones en su superficie como rascaduras.
2. Las áreas de las bases se determinaron por el "Método de pesada":
 - 2.1.1. Se recortó un cuadrado de 2 cm² (Aal) en papel aluminio y se pesó en una balanza analítica. El peso fue registrado (Pal).
 - 2.1.2. Se recortó el contorno de la base de un bracket del grupo A sobre papel aluminio, se recortó y se pesó en la misma báscula. Se recortaron otros dos contornos del mismo bracket del grupo A, para obtener un promedio de los tres contornos. Se registró el promedio (PA).
 - 2.1.3. Se realizó una regla de tres para obtener el área de la superficie de la base del bracket (x),

Aal	=	Pal
—		—
x		PA

donde:
 - 2.1.4. Se realizó el mismo procedimiento para los otros tres grupos.
 - 2.1.5. Los datos obtenidos se ingresaron al sistema operativo de la computadora conectada con la Máquina Universal de prueba Instron, antes de realizar la aplicación de la fuerza.

3. **Formación de los grupos.** Se formaron cuatro grupos de quince elementos cada uno (Figura 10).

GRUPO		TIPO DE BASE	BRACKET	MARCA
A	15	Malla <i>Optimesh</i>	Mini diamon	<i>ORMCO</i>
B	15	Malla <i>Cien</i>	Estándar	<i>GAC</i>
C	15	Malla <i>Prime Kote</i>	Twin edge	<i>TPO</i>
D	15	Base <i>Microloc</i>	Estándar	<i>GAC</i>

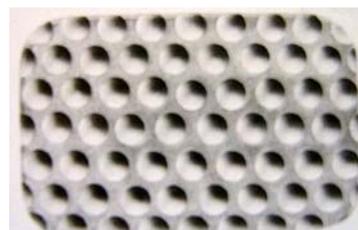
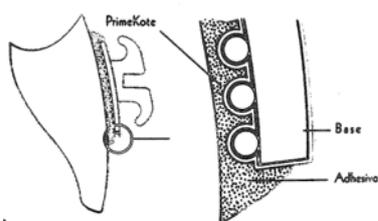
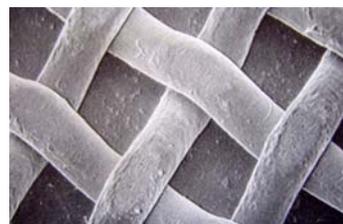


Figura 10. Grupos estudiados:

- ∞ Grupo A. Rosa. *Optimesh*
- ∞ Grupo B. Verde. *Malla 100*
- ∞ Grupo C. Naranja. *PrimeKote*
- ∞ Grupo D. Rojo. *Microloc*

4. **Elaboración del modelo de acrílico.** Con la ayuda de cilindros de aluminio usados en el laboratorio de Materiales Dentales, se realizaron 15 bloques cilíndricos por grupo, de color distinto cada grupo, con acrílico autocurable NicTone:

Grupo A.	Rosa.	<i>Optimesh</i>
Grupo B.	Verde.	<i>Malla 100</i>
Grupo C.	Naranja.	<i>PrimeKote</i>
Grupo D.	Rojo.	<i>Microloc</i>

4.1. Luego de untar con vaselina cada uno de los cilindros de aluminio, se colocaron, los quince del primer grupo, sobre una loseta de vidrio; al centro de cada cilindro, sobre la loseta, se colocó un disco elaborado con silicón de consistencia pesada, de aproximadamente 6mm de diámetro y 2mm de grosor (Figura 11).

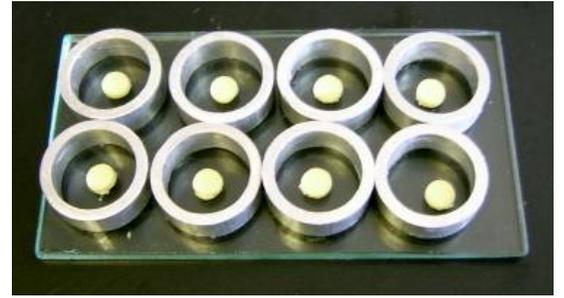


Figura 11. Cilindros de metal, con un disco de silicón en el centro, sobre la loseta de vidrio, esperando se llenados con acrílico autocurable.

4.2. Posterior a esto, se preparó el acrílico autocurable de color rosa, con una consistencia fluida y se agregó a cada cilindro.

4.3. Durante la fase exotérmica, se separaron los bloques de acrílico de los cilindros y se les retiró el disco de silicón, quedando en su lugar un nicho.

4.4. Este mismo procedimiento se realizó para los otros tres grupos, cada uno con su respectivo color. De este modo se realizaron: 15 bloques rosa, 15 bloques verde, 15 bloques naranja, y 15 bloques rojos, cada uno con un nicho en su superficie plana.

4.5. Los bloques fueron lavados y secados, para eliminar restos de vaselina y silicón.



Figura 12. Modelo de acrílico con una inserción de resina, para adherir el bracket. .

4.6. Se llenaron los nichos de cada bloque con resina compuesta fotopolimerizable, y se fotocuró por capas hasta sobreobturar.

- 4.7. Cada bloque fue rebajado del lado de la incrustación de resina, con una recortadora eléctrica hasta lograr una superficie lisa y pareja (Figura 12).
5. **Almacenamiento.** Los bloques fueron almacenados en una estufa Felisa a 37°C con 100% de humedad, hasta el momento de la adhesión.
6. **Adhesión.** Para la adhesión se usó una resina de uso ortodóntico fotopolimerizable “*Enlight*” (Ormco). Este paso fue realizado por el mismo operador. Antes de realizar la adhesión, cada bloque fue lijado prolijamente durante 10 segundos con una lija de agua calibre 80 en seco, y se retiró todo el polvo excedente. La adhesión se realizó ordenadamente, del grupo A al D, siguiendo las mismas consideraciones en cada uno (Figura 13).
- 6.1. Se aplicó adhesivo con borlas de aplicación únicamente en la superficie del bloque, no en el bracket.
- 6.2. Se colocó la resina en pasta sobre la superficie del bracket, en una cantidad tal, que permitiera un sutil excedente al momento de la colocación.
- 6.3. Se aplicó presión suficiente para hacer salir todo el excedente.
- 6.4. Se eliminó todo el excedente alrededor del bracket con un explorador y borlas, de modo que la resina quedara únicamente debajo de la base del bracket. Esto se hizo mientras se aplicaba presión sobre el bracket.
- 6.5. Se polimerizó durante 40 segundos, 10 por lado.

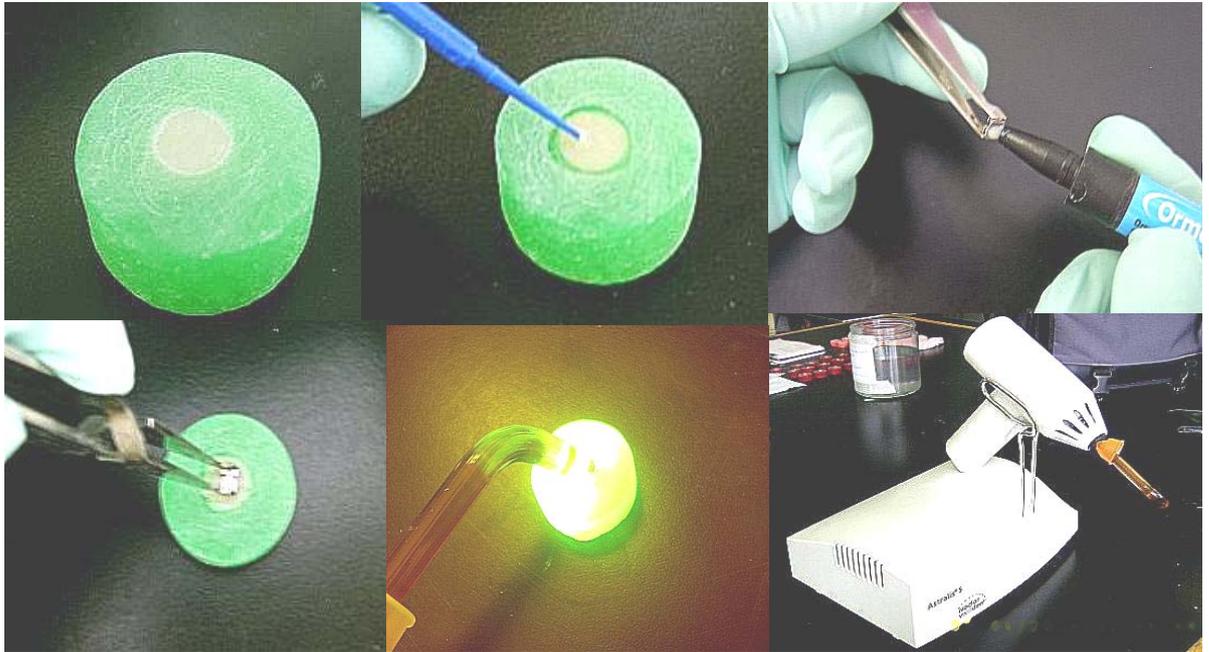


Figura 13. Adhesión de los brackets al modelo de trabajo. a. Modelo lijado en su superficie activa. b. Aplicación del adhesivo de resina. c. Colocación de la resina fotocurable sobre la base del bracket. d. Ubicación del bracket sobre la superficie del modelo. e. Fotocurado. f. Lámpara de resinas Astralis.

7. **Almacenaje después de la adhesión.** Terminada la adhesión, los bloques con los brackets adheridos fueron almacenados en solución salina en una estufa Felisa a 37°C con 100% de humedad, hasta el momento de la aplicación de la fuerza que fue 24 horas más tarde (Figura 14).



Figura 14. Almacenamiento de los bloques de

8. *Aplicación de la fuerza.*

8.1. Se utilizó una Máquina Universal de Prueba Instron.

Se aplicó una fuerza cortante sobre los brackets, a una velocidad de cruceta de 1mm/minuto₃ hasta lograr el desprendimiento del bracket (Figura 15).



Figura 15. a y b. Máquina Universal de prueba Instron.
c. Ubicación del modelo de acrílico con el bracket adherido en su superficie antes de la aplicación de la fuerza, d. Desprendimiento del bracket luego de la aplicación de la fuerza

RESULTADOS

El momento de desprendimiento de los brackets del modelo deacrílico, fue registrado por medio de una computadora conectada al la Máquina Universal de prueba Instron. Los datos obtenidos luego de la aplicación de la fuerza en cada grupo, fueron registrados en la tabla 1 y representados en la gráfica 1.

El grupo de brackets estándar con malla 100 de la casa GAC obtuvo la mayor fuerza media de adhesión con un resultado de 15.64 Mpa, seguido por el grupo de brackets Twin edge de TP Orthodontics, con adhesivo PrimeKote en su base, cuya fuerza de adhesión fue de 15.12 Mpa. Después se encontró el grupo de brackets con malla Optimesh de la casa Ormco, con una fuerza media de adhesión de 13.08 Mpa , seguido al final por el grupo de base Microloc, de la casa GAC, con un resultado de 12.30 Mpa como fuerza de adhesión.

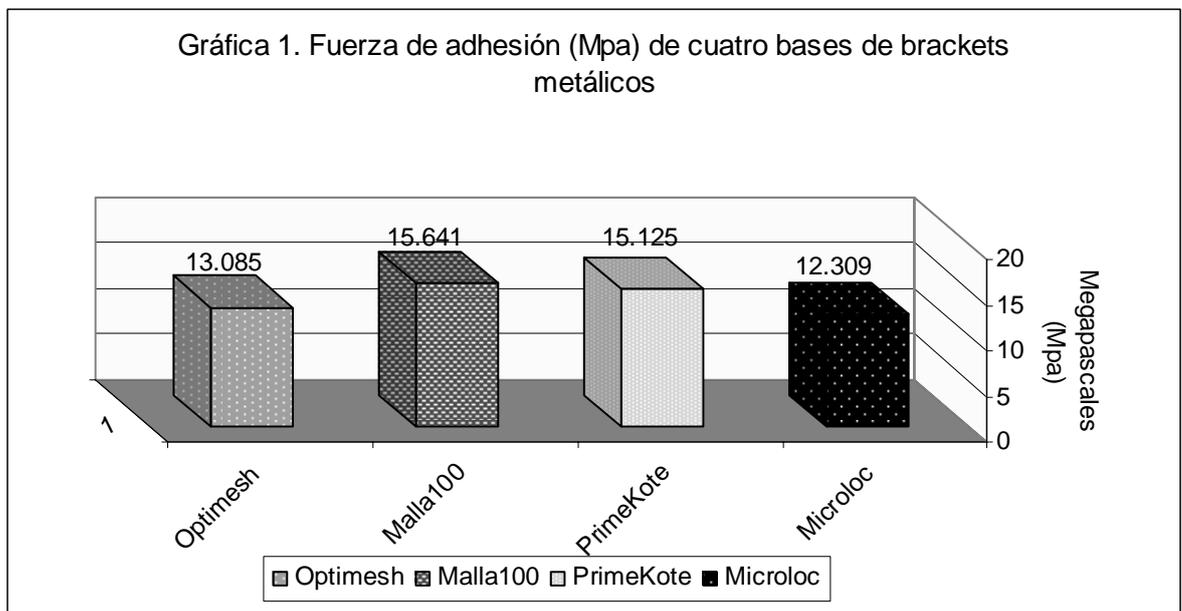
Por ser las variables de estudio de tipo cuantitativo, y tener en la muestra más de dos grupos, los resultados obtenidos fueron analizados con la prueba estadística de **Análisis de Varianza (ANOVA)**. En esta prueba se mostró una diferencia significativa entre los grupos de estudio con un $\alpha = 0.01$. (Tabla 2 y 3)

Los resultados muestran una diferencia estadísticamente significativa para los grupos en estudio, resultando mayor fuerza de adhesión para el grupo de malla cien, seguido por el grupo de malla Prime Kote, enseguida el grupo de malla Optimesh, y en último lugar la malla Microloc.

Tabla 1. Fuerza de Adhesión (Mpa) de cuatro diseños de bases de brackets metálicos

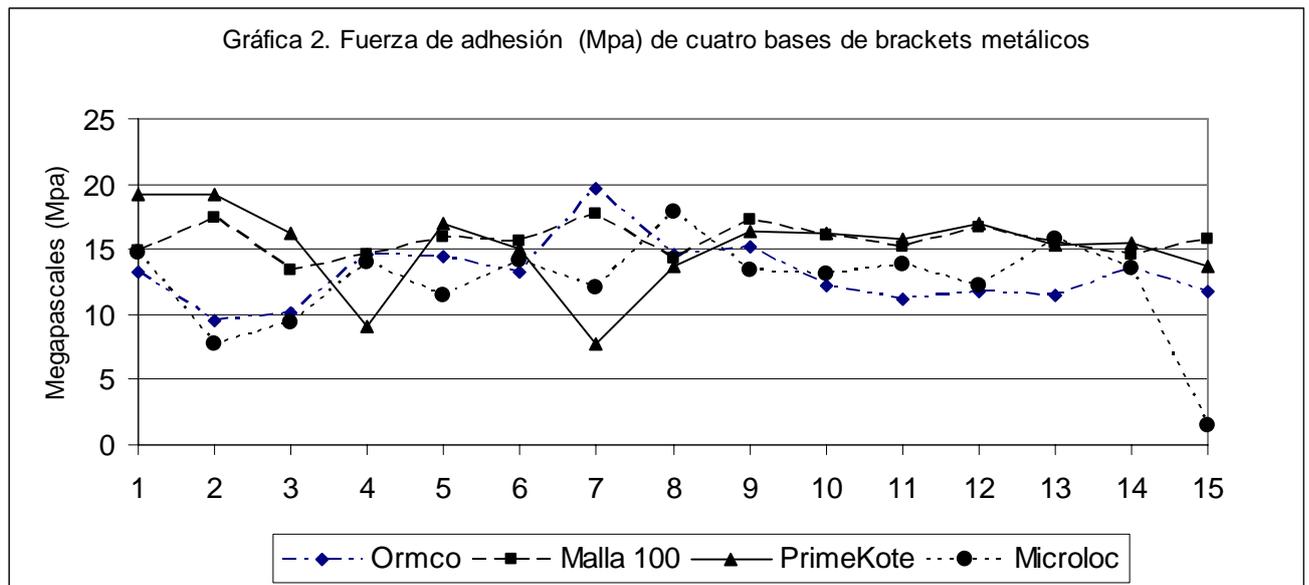
Tabla 1.Fuerza de Adhesión (Mpa) de cuatro diseños de bases de brackets metálicos				
GRUPO	A	B	C	D
Nº. prueba	Optimesh	Malla 100	PrimeKote	Microloc
1	13.235	14.9	19.173	14.746
2	9.55	17.455	19.259	7.741
3	10.114	13.346	16.148	9.309
4	14.51	14.638	9.069	14.042
5	14.505	15.899	16.981	11.469
6	13.214	15.551	15.085	14.108
7	19.602	17.739	7.72	12.037
8	14.55	14.24	13.624	17.927
9	15.135	17.204	16.442	13.356
10	12.272	16.14	16.23	13.078
11	11.114	15.218	15.729	13.853
12	11.724	16.6	17.029	12.268
13	11.525	15.442	15.288	15.808
14	13.529	14.545	15.445	13.478
15	11.71	15.7	13.653	1.424
PROMEDIOS	13.0859333	15.6411333	15.125	12.3096

Gráfica 1. Fuerza de adhesión (Megapascuales) de cuatro diseños de bases de brackets metálicos.



- A. ORMCO. *Bracket Minidiamond*. Malla optimesh.
- B. GAC. *Bracket Estándar*. Malla 100.
- C. TP Orthodontics. *Bracket Twin Edge*. Malla con adhesivo PrimeKote.
- D. GAC. *Bracket estándar*. Base Microloc.

Gráfica 2. Fuerza de adhesión (Megapascales) de cuatro diseños de bases de brackets metálicos



- A. ORMCO. *Bracket Minidiamond*. Malla optimesh.
- B. GAC. *Bracket Estándar*. Malla 100.
- C. TP Orthodontics. *Bracket Twin Edge*. Malla con adhesivo PrimeKote.
- D. GAC. *Bracket estándar*. Base Microloc.

Tablas 2 y 3. Análisis de varianza con la prueba ANOVA

Tabla 2. ANÁLISIS DE VARIANZA DE UN FACTOR α .01

RESUMEN

<i>Grupos</i>		<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
Grupo A.	Optimesh	15	196.289	13.08593333	6.08205178
Grupo B.	Malla 100	15	234.617	15.64113333	1.54190412
Grupo C.	Prime Kote	15	226.875	15.125	10.0694704
Grupo D.	Microloc	15	184.644	12.3096	15.0394828

Tabla 3. ANÁLISIS DE VARIANZA α .01

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	114.680694	3	38.22689811	4.67137191	0.005544828	4.151957
Dentro de los grupos	458.260728	56	8.18322729			
Total	572.941423	59				

Tablas 4 y 5. Análisis de varianza con la prueba ANOVA a α .05

ANÁLISIS DE VARIANZA DE UN FACTOR α .05

RESUMEN

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
Grupo A. Optimesh	15	196.289	13.08593333	6.08205178
Grupo B. Malla 100	15	234.617	15.64113333	1.54190412
Grupo C. Prime Kote	15	226.875	15.125	10.0694704
Grupo D. Microloc	15	184.644	12.3096	15.0394828

ANÁLISIS DE VARIANZA α .05

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	114.6806943	3	38.22689811	4.67137191	0.005544828	2.769432683
Dentro de los grupos	458.2607283	56	8.18322729			
Total	572.9414226	59				

DISCUSIÓN

Estos resultados indican que el diseño de la malla influye en la fuerza de adhesión de los brackets, lo cual es un factor importante para la estabilidad de los mismos durante el tratamiento. Los tratamientos de ortodoncia regularmente son largos y el clínico debería tomar en cuenta ciertos factores como la fuerza de adhesión de los brackets para evitar las caídas constantes de los mismos durante el tratamiento y con ello reducir el número de visitas de urgencia así como el tiempo de consulta.

Al elegir un bracket, normalmente atendemos detalles tales como, la prescripción, el tamaño o si son metálicos o estéticos; sin embargo restamos importancia al tipo de malla que presentan. Los resultados de este estudio nos permitieron ver que este factor, al que normalmente restamos valor, es elemental para la estabilidad del tratamiento.

Sin restar importancia a factores externos que influyen en el éxito de la adhesión, tales como, mantener libre de humedad la superficie dental, el uso de resinas de alta calidad adhesiva así como un grabado adecuado del esmalte, considero que la elección de un bracket con una malla adecuadamente retentiva, nos permitirá mejorar la práctica ortodóntica, mediante la disminución de visitas de urgencia por desprendimientos de brackets así como por la agilización en los tiempos de tratamiento.

Cabe destacar que, debido a que esta investigación fue realizada sobre modelos de laboratorio, ciertos aspectos, también importantes durante el acto

de la adhesión tales como, la cantidad de remanente en el diente o la presencia de fracturas en el esmalte luego del debondado, no fueron analizados. Para algunos autores⁵, fuerzas de adhesión superiores a 13.73 Mpa, coinciden con fracturas en el esmalte, por lo tanto, considero importante realizar estudios similares sobre dientes naturales, ya que no solo es importante la estabilidad durante el tratamiento, sino la integridad de la estructura dental posterior al mismo.

CONCLUSIONES

- Este estudio confirmó que los brackets con base de malla cien presentan una fuerza de adhesión mayor que aquellos con mallas tratadas con rociado térmico, con adhesivos químicos como el Prime Kote y con bases con microventosas.
- Al final del estudio quedó establecido que el diseño de la base influye en la fuerza de adhesión del bracket.
- El tratamiento de ortodoncia, regularmente de larga duración, requiere la utilización de brackets que permanezcan adheridos el tiempo que dure el mismo, a fin de evitar complicaciones, visitas de urgencia y aumento tiempo de consulta.
- Cabe aclarar que, al ser esta una investigación in Vitro, sobre un modelo deacrílico, no se obtuvieron datos respecto a la cantidad de remanente en diente y bracket, así como de fracturas producidas al esmalte dental, por lo que resultaría significativo realizar más estudios en diente para analizar estos factores de gran relevancia clínica.

BIBLIOGRAFÍA

1. Sharma-Sayal, Seena K., "*The influence of orthodontics brackets base design on shear bond strength*"/American Journal of Orthodontics and Dentofacial orthopedics/2003/Vol. 124, número 1/74-81.
2. Sorel Olivier, "*Comparison of bond strength between simple foil mesh and laser-structured base retention brackets*"/American Journal of Orthodontics and Dentofacial orthopedics/2002/Vol 122, numero 3/260-265.
3. Bishara, Samir E., "*The effect of Repeated Bonding on the Shear Bond Strength of a composite Resin Orthodontic Adhesive*"/Angle Orthodontist/2000/vol. 70, número 6/ 435-439.
4. Conrad, Corey C. / "*Bond strengths of a resin modified glass ionomer with five orthodontic brackets*"/ Journal of Clinical Orthodontics/2000/Vol. 35/No. 5/286-289
5. Weinberger, Sergio J. et. al / "*Bond strength of two ceramic brackets using argon laser, light, an chemically cured resin systems*"/Angle Orthodontics/1997/Vol. 67/No. 3/173-178
6. Olsen, Marc E. et. al, / "*Evaluation of the shear bond strength of different ceramic bracket base designs*"/ Angle Orthodontics/1997/Vol. 67/No. 3/179-182
7. Herrero P., Susana/ "*Adhesión directa de brackets metálicos a cerámica: fuerzas de adhesión y efectos sobre la cerámica*"/ Revista española de ortodoncia/1997.
8. Buzzitta VaJ, Hallgren/ "*Bond strength of orthodontic direct-bonding cement-bracket systems as studied in vitro*"/ American Journal of Orthodontics/1982/81:87-92

9. Peñarrocha Diago MA, Pobo Blasco M, Pascual Moscardó A /"Análisis comparativo de dos bases de bracket. Un estudio in Vitro"/ Valencia, España/ junio 2005/nº160.
10. Catálogo de productos de ortodoncia No 10 GAC/1997/12, 29,37,39
11. Catálogo de productos de ortodoncia ORMCO/2000
12. Folleto ORMCO/1999
13. Folleto SDS ORMCO Sybron Dental Specialties/1999
14. Folleto ORMCO Sybron Dental Specialties/2000
15. Folleto ORMCO/Reporte de Investigación/Optimesh/1999
16. Catálogo 3M
17. Folleto TP Orthodontics