

Universidad Autónoma de Nayarit
Unidad Académica de Odontología
División de Estudios de Posgrado e Investigación
Especialidad en Ortodoncia



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NAYARIT



SISTEMA DE BIBLIOTECAS

**"Análisis comparativo de la resistencia al desprendimiento
de brackets utilizando dos mallas con diferente área y dos
tipos de adhesivo"**

Tesis
Que para obtener el
Diploma de Especialidad en Ortodoncia

Presenta

M. E. Gabriela Durán Padilla

Director: M.S.P. Jaime Fabián Gutiérrez Rojo

Codirector: Dra. Gaby Esthela Tiznado Orozco

Tepic Nayarit, Diciembre de 2014



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA
DE NAYARIT
DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO
E INVESTIGACIÓN

Tepic, Nayarit, 27 de noviembre de 2014.
Oficio No.135/14.

C. D. Gabriela Durán Padilla
Alumna de la Especialidad en Ortodoncia
Presente.

Por medio de la presente le notifico que, una vez hecha la revisión por el comité correspondiente de la tesis de investigación titulada: "Análisis comparativo de la resistencia al desprendimiento de brackets utilizando dos mallas con diferente área y dos tipos de adhesivo" y avalada por el Director M. S. P. Jaime Fabián Gutiérrez Rojo, se le autoriza la impresión (10 ejemplares) del mismo para que continúe con los trámites para la presentación del examen.

ATENTAMENTE
"POR LO NUESTRO A LO UNIVERSAL"



M. O. Rafael Rivas Gutiérrez

Coordinador de la Especialidad en Ortodoncia

C.c.p.- Archivo.

Agradecimientos

A Dios por llenarme de salud, capacidad y fuerza para poder llegar hasta donde estoy y ser quien soy.

A mis padres Antonio y Victoria y a mis hermanas Lucía y Rosalía por su confianza, apoyo y amor incondicional, por hacerme ser mejor persona cada día, por siempre darme ánimo a pesar las dificultades y siempre ayudarme a salir adelante y porque básicamente sin ellos, este sueño no hubiera sido posible.

Al Mtro. Jaime Fabián Gutiérrez Rojo y a la Dra. Gaby Esthela Tiznado Orozco por compartir conmigo sus conocimientos en el campo de la investigación y por sus valiosas aportaciones, paciencia, tiempo y esfuerzo dedicados para la realización de este trabajo.

A mis maestros que siempre fueron y serán un gran pilar en mi formación académica y personal.

A mis compañeros y amigos del posgrado que hicieron cada día de mi estancia en la UAN más ligero y agradable, gracias por su apoyo, cariño, por sus enseñanzas y por la enorme cantidad de experiencias que me permitieron compartir junto a ustedes.

A mis amigos que me esperan en Aguascalientes porque sé que siempre confiaron en mí y gracias por no olvidarme aunque estuviera tan lejos.

A las casas comerciales American Orthodontics® y Ultradent® por su apoyo con el material donado para esta investigación y a la casa Ultradent® por permitirme el uso de sus instalaciones y equipos para la realización de los procedimientos



ÍNDICE

I. Resumen	1
II. Introducción	2
III. Material y Método	10
IV. Resultados	21
V. Discusión y Conclusión	24
VI. Referencias bibliográficas	27



I. RESUMEN

La permanencia del bracket adherido al diente es de suma importancia en el tratamiento ortodóncico ya que a través de éste las fuerzas son transmitidas a los dientes. Autores sugieren que los brackets con mayor superficie de adhesión presentan mayor resistencia al descementado. **Objetivo:** Comparar la fuerza de resistencia al descementado de dos brackets con la misma configuración del entramado pero con diferentes dimensiones en la superficie de la malla. **Material y Método:** La investigación es de tipo explicativo, experimental y transversal con una muestra de 60 premolares humanos sumergidos en bloques acrílicos. Divididos en 4 grupos, grupo 1: 15 premolares con brackets con malla offset cementados con adhesivo Transbond™ XT y resina Transbond™ XT, grupo 2: 15 premolares con brackets malla estándar de 10.7 mm^2 cementados con adhesivo Transbond™ XT y resina Transbond™ XT, grupo 3: 15 premolares con brackets con malla offset cementados con adhesivo Peak Universal Bond Ultradent® y resina Transbond™ XT, grupo 4: 15 premolares con brackets con malla estándar cementados con adhesivo Peak Universal Bond Ultradent® y resina Transbond™ XT. Después se les sometió a presión vertical en la parte superior de la base del bracket hasta que el éste se desprendió, los resultados fueron tabulados en el programa Microsoft Excel 2010 y la estadística descriptiva se obtuvo en el programa SPSS versión 18. **Resultados:** Se encontró que la media para el grupo 1 fue de 27.98 Mpa. Para el grupo 2 se obtuvo una media de 24.09 Mpa. En el grupo 3 se encontró una media de 35.58 Mpa Para el grupo 4 se obtuvo una media de 28.54 Mpa. **Conclusiones:** La combinación con la que se obtuvo mayores valores de resistencia al descementado fue utilizando Resina Transbond™ XT y adhesivo Peak Universal Bond Ultradent® con el bracket de mayor superficie de adhesión.



II. INTRODUCCIÓN

Marco Teórico

Esmalte

El esmalte es el tejido dental que se encuentra recubriendo en forma de casquete a la dentina en la porción coronal,^{1,2} su función es la protección del tejido conectivo subyacente, el complejo dentino pulpar.¹

Es producido por células especializadas que mueren después de cumplir con su función. El esmalte maduro se considera un tejido acelular ya que no presenta vasos sanguíneos ni nervios, por lo tanto si se produce un daño no tiene la capacidad para regenerarse.^{3,4}

La disposición del esmalte establece la forma y contorno de las coronas de los dientes.⁵ Su espesor es variable en cada diente e incluso en las diferentes regiones del mismo,⁶ en las cúspides de molares y premolares puede presentar un grosor de hasta 2 a 2.5 mm, después se adelgaza para terminar en filo de cuchillo a nivel del cuello del diente.^{2,7,8}

La superficie externa de dientes erupcionados que queda en contacto con el medio bucal se encuentra tapizada por una película primaria que tiene una función protectora, esta desaparece cuando el órgano dental entra en oclusión. Después se cubre de una película secundaria exógena de origen salival y por fuera de esta se forma la placa dental a expensas de gérmenes presentes en la boca.¹

En ortodoncia, el esmalte es un tejido que está altamente involucrado en el tratamiento ya que sobre él se adhieren los aditamentos ortodóncicos, sobre los que se aplican las fuerzas necesarias para el movimiento dental y su colocación en la posición deseada.⁹



Propiedades físicas químicas del esmalte

El tejido adamantino es considerado como el tejido más calcificado y duro del organismo,¹⁰ su dureza se debe al elevado porcentaje de matriz inorgánica, al bajo porcentaje de matriz orgánica¹ y a la gran cantidad de prismas que lo recorren a lo largo de todo su espesor, desde la superficie externa hasta la unión amelo dentinaria.⁶

La dureza del esmalte es comparada con la de un acero liviano, sin embargo el esmalte es muy frágil, por lo que es necesario la presencia de la capa subyacente de dentina, que es más elástica, que mantenga la integridad del esmalte.¹¹ Tiene la capacidad de soportar las fuerzas masticatorias que pueden ir desde 50 kg hasta 150 kg en los primeros molares y 10 kg en los incisivos.¹

Su color varía de blanco-amarillento a blanco grisáceo; sin embargo este color no es propio si no que refleja el color de la dentina. La transparencia del esmalte varía según su grado de calcificación y homogeneidad, a mayor mineralización mayor translucidez.¹²

Composición química del esmalte

La composición química del esmalte maduro se conforma en un 97 a 98% de sales inorgánicas mientras que el otro 2 a 3% está compuesto por material orgánico y agua.¹³ Su matriz orgánica está compuesta principalmente por proteínas y lípidos que se cree provienen de fuentes exógenas como la albumina y los lípidos provendrían de bacterias presentes en la placa bacteriana.⁹

Sus principales componentes son fosfato cálcico cristalino y la hidroxiapatita ($\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$),¹⁴ pero no en estado puro como se encuentra en algunos minerales, si no que en ella se encuentran cantidades de sodio, magnesio y



cloro.¹² Los cristales de hidroxiapatita están orientados en tres dimensiones y forman la unidad estructural básica que son los prismas.¹⁵

Adhesión en Ortodoncia

La adhesión es definida como el estado en el cual dos superficies se mantienen unidas mediante energías o fuerzas interfaciales basadas en mecanismos químicos, mecánicos o cambios con la intervención de un adhesivo.^{15,16}

Existen diferentes tipos de adhesión; la mecánica es aquella en la que intervienen factores físicos como poros o rugosidades que hacen interconexiones quedando los materiales trabados entre sí. En la unión química actúan fuerzas primarias como enlaces iónicos, covalentes, metálicos o fuerzas de Van Der Waal, entre otros. La adhesión física es aquella en la que se forman enlaces entre átomos del adhesivo y del adherente.¹⁷

La adhesión al tejido duro dental se produce gracias a una unión micromecánica que sucede en la superficie rugosa del esmalte, la cual se obtiene por medio de un tratamiento previo específico.^{18,19} Por lo general el acondicionamiento del esmalte se lleva a cabo con ácido ortofosfórico al 37%.^{20,21}

Tweed, Merrifield y Begg, fueron los investigadores que comenzaron a evolucionar la técnica de adhesión directa de brackets sobre la superficie vestibular de los dientes, dejando atrás las técnicas multibandas de Edward Angle y las técnicas anteriormente propuestas.²² Sin embargo la técnica de grabado ácido y adhesión directa de brackets fue introducida a la mitad de la década de los 50's por Newman.²³

Con la evolución de la adhesión de brackets a los dientes se obtuvieron las siguientes ventajas: una mejor estética, la técnica es más rápida y simple, menos molestia para el paciente, colocación más exacta de los brackets, mejor higiene y



no quedan espacios después de su retrada en comparación a las técnicas multibanda.²²

La superficie de esmalte saludable es necesaria para la retención de los brackets, una superficie alterada puede afectar la retención.²⁴ Se deben tener en cuenta que las capas externas y superficiales del esmalte sufren cambios dinámicos continuamente, es por eso que la evaluación del esmalte se hará dependiendo la edad del paciente.²⁵

Antes de la adhesión directa se debe acondicionar el diente, eliminando la película del esmalte y creando irregularidades en éste.²⁶⁻²⁸ El grabado ácido desmineraliza la superficie del esmalte en profundidades de 5 µm a 50 µm y genera en el esmalte una alta energía superficial.^{20,21,29} Las microporosidades creadas por el ácido permiten la incorporación de pequeñas partículas de resina dentro de la superficie el esmalte (tags).³⁰

Ácido acondicionante

El ácido ortofosfórico, conocido también como ácido fosfórico blanco o ácido fosfórico, de acuerdo con sus propiedades físico-químicas se encuentra en forma cristalina, es puro, inodoro y de color blanco, también se le puede encontrar en forma líquida sólo que en esta forma es viscoso. Su forma molecular es H_3PO_4 y su masa molecular es de 98 g/mol.³¹

En las presentaciones para uso dental el ácido fosfórico se utiliza en una concentración de 35% en una dilución de alcohol polivinílico y azul de metileno en 55 000 partes por millón, su pH es de 6.³²

Características del ácido ideal que promueva una descalcificación selectiva, promueva la destrucción en profundidad de máximo 4-5 micras y en corto tiempo³³, no destruir el esmalte en caso de excederse en tiempo (autolimitante), su



presentación en gel o líquido lo suficientemente viscoso para evitar ecurrimientos^{30,33} y tener color para la mejor visualización y colocación en la zona deseada.³⁰

Sistemas adhesivos

La evolución de los sistemas adhesivos en ortodoncia inició en los años 70's con la utilización de resinas acrílicas, después en los 80's surgieron las resinas autocurables de dos pasos, después fueron desarrollados los cementos de resina activados con luz azul.³⁴

Un adhesivo ideal es el que permita disminuir el tiempo de sillón, ser de fácil manipulación, le permita tiempo suficiente para colocar la aparatología con fluidez necesaria para mantenerlo sobre la superficie del diente en lo que éste es polimerizado, que penetre en las retenciones creadas en el diente como en los brackets, con mínima sorción acuosa y mínimo espesor de película para respetar la prescripción del sistema, fácil identificación y remoción de excedentes, que no solubilice, evite la microfiltración y disminuya el riesgo a desarrollar lesiones debajo del bracket, impidiendo el desprendimiento prematuro de la aparatología, que tenga estabilidad dimensional con la suficiente resistencia al desprendimiento para soportar la biomecánica ortodóncica y previniendo la descementación involuntaria.³⁴

Fallas en la adhesión

La falla en la adhesión de brackets es un problema común en la práctica ortodóncica, su prevalencia varía desde 0.5 hasta 17.6%.³⁵ Estos errores incrementan significativamente el tiempo del paciente en el sillón, el tiempo de tratamiento e incluso la eficacia del mismo.³⁶

Existen diferentes factores que pueden estar relacionados con la falla en la adhesión de los brackets entre ellas contaminación con saliva del esmalte



grabado, enjuague insuficiente del ácido, secado inadecuado de la superficie dental, grabado excesivo del esmalte, fuerzas de masticación excesiva,^{37,38} propiedades del bracket, conducta del paciente, variaciones en el esmalte, entre otras.³⁵

El ambiente químico en la cavidad oral puede tener una influencia crítica en la degradación de los materiales dentales. Los materiales dentro de la boca sufren un proceso de envejecimiento provocado por la dieta.³⁹ Comidas y bebidas ácidas y alcohólicas en la dieta de los pacientes también pueden contribuir con la falla en la adhesión de brackets.³⁵

A pesar de los avances en la ortodoncia, se ha demostrado que la descalcificación del esmalte o la aparición de manchas blancas alrededor de los brackets son la complicación más frecuente de la utilización de aparatología fija.⁴⁰

El incremento en la prevalencia de la descalcificación del esmalte se debe a las superficies irregulares de los brackets, bandas, alambres o cualquier otro aditamento que cree zonas donde se pueda estancar la placa y donde es difícil tanto la autolimpieza como la higiene con instrumentos.⁴¹

Cantidad de esmalte que se pierde en el descementado

Tanto el cementado como el descementado de los brackets son un riesgo potencial para producir cambios en las superficies del esmalte o en la pérdida de éste.⁴²

La fuerza de cementado en ortodoncia debe cumplir dos requerimientos, ser lo suficientemente grande para retener el bracket y prevenir el descementado durante el tratamiento, pero lo suficientemente baja para que el daño sea ninguno o mínimo cuando se retiren los brackets.^{30,42}



Se sugiere que la fuerza mínima de adhesión debe estar entre los 5.9 y 7.8 Mpa⁴³ debe ser menor de 14 Mpa ya que si se excede esta fuerza se puede dañar el esmalte de forma permanente o fracturarse.⁴⁴

La cantidad de esmalte perdido en el descementado ha sido un tema de controversia ya que existen varios factores que influyen en esta pérdida, entre ellos, el tipo de resina empleada para el cementado, el tipo de instrumento que se utiliza para remover la resina remanente, etc.²⁵

Una profilaxis realizada con un cepillo suave durante unos 10 a 15 segundos puede erosionar el esmalte y perderse hasta 10µm de esmalte. Si la profilaxis se realiza con una copa de hule se pierden alrededor de 5µm.²⁶

La limpieza de una resina sin relleno, remanente sobre la superficie dental sólo debe realizarse con instrumental de mano y se llegan a perder entre 5 y 8 µm de esmalte. Es decir que dependiendo del instrumental utilizado la eliminación de una resina sin relleno supone la pérdida de entre 2 y 40 µm de esmalte incluyendo la profilaxis inicial.²⁵

La eliminación de resinas con relleno se realiza con instrumental rotatorio y la cantidad de esmalte que se pierde con este procedimiento va de 10 µm si se realiza con una fresa de carburo de tungsteno de baja velocidad, 20 µm si se realiza con una rueda de goma verde y hasta 25 µm.²⁵

Se concluye que la pérdida total de esmalte cuando se eliminan restos de resina con relleno será entre 30 y 60 µm dependiendo del instrumental utilizado para la profilaxis inicial y la eliminación de los restos de resina. Clínicamente la pérdida de esmalte producida por las técnicas de adhesión y descementado no es significativa ya que la superficie dental donde se adhieren los brackets es de 1,500 a 2,000 µm.²⁶



El desprendimiento de los brackets metálicos es más fácil pues presentan una adhesión débil, sin embargo, con los brackets cerámicos existe la posibilidad de descascar y agrietar el esmalte. Dichas grietas o fracturas del esmalte son difíciles de detectar a simple vista, se detectan mediante el uso de la técnica de transluminación y según los estudios realizados al respecto se presentan en el 50% de los casos.⁴³

Mallas de Bracket

La adhesión mecánica del bracket con la interfase resina-diente se lleva a cabo en la malla del bracket. Para aumentar dicha retención se han fabricado bases con mallas de diferentes diámetros o se han incorporado diversos tipos de rugosidades en ellas.⁴⁵

La base del bracket debe poder transmitir las fuerzas ortodóncicas al diente, soportar las fuerzas de la masticación y a la vez ser estética y fácilmente removida al finalizar el tratamiento.⁴⁶

Estudios han demostrado que las fallas en la adhesión de brackets metálicos ocurren más comúnmente en la interfase bracket-resina que en la interfase resina-diente, debido a las fuerzas que se reciben y a fallas en la estructura de la película de la resina.⁴⁶

El incremento en la demanda de brackets más estéticos, ha orillado a los fabricantes a reducir el tamaño de las bases de los brackets.^{47,48} MacCoti y colaboradores en 1998 concluyeron que una base menor a 6.82 mm^2 produce una reducción en la fuerza de adhesión significativa que puede afectar la permanencia del bracket sobre el diente.²³



Wang y colaboradores en 2004 concluyeron que el tamaño y el diseño de la base del bracket influyen en la fuerza de adhesión al diente.²³ Goyal y cols. Sugieren que se debe buscar el tipo de resina adecuado para cada base ya que por ejemplo, en una malla con estrías pequeñas una resina de alta viscosidad sería la ideal para que penetre en ellas, mientras que para una malla con estrías más grandes pudiera no ser benéfica.⁴⁶

Barrera J, Avalos C y cols. realizaron en 2009 una revisión bibliográfica en la que se menciona que para el estudio de la fuerza de adhesión de brackets es imprescindible emplear modelos clínicos controlados o in Vitro mediante modelos clínicos simulados. Las pruebas de adhesión de materiales de ortodoncia se realizan principalmente in Vitro utilizando dientes extraídos humanos o animales como modelos de simulación clínica o estudiando la interfase adhesivo-bracket.⁴⁹

Los numerosos adhesivos y materiales de brackets disponibles, así como distintos sustratos además del esmalte, incrementan las posibilidades de estudio. No se han establecido las especificaciones que normalicen los protocolos de las pruebas específicas para la medición de la resistencia a la adhesión ortodóncica lo que dificulta la comparación certera entre estudios realizados.^{49,50}

III. MATERIAL Y MÉTODO

Justificación

El cementado de brackets es una parte crucial en el tratamiento ortodóncico ya que a través de estos las fuerzas son transmitidas al diente y su permanencia adheridos a ellos es necesaria para llevar a cabo los movimientos.



El desprendimiento de brackets es un suceso común en la práctica ortodóncica, el cual afecta tanto al paciente como al ortodoncista. Se calcula que alrededor del 0.5% al 17% de los brackets se desprenden durante el tratamiento.

Cada vez que se desprende un bracket partículas del esmalte se pierden y si a esto se le suma el desgaste que sufre el esmalte en el momento de volverlo a grabar, se resume que se pierden alrededor de entre 2 y 40 μm de esmalte en cada recolocación de bracket. Para el ortodoncista genera un gasto extra de material, un mayor tiempo del paciente en el sillón y un mayor tiempo de tratamiento del paciente.

Existen diferentes factores que intervienen en el desprendimiento de brackets, el tiempo en el sillón dental y la economía del operador. La diferencia en las anatomías de los dientes y el tipo de relación de los dientes en oclusión son factores que pueden influir en el descementado de los brackets.

Una mayor superficie de adhesión supondría una mayor resistencia al descementado, sin embargo no se han reportado estudios en los que se comparen dos brackets con misma configuración y en los que sólo difieran entre sí en la superficie disponible para la adhesión.

Planteamiento del problema

En el mercado se cuenta con una amplia gama de mallas con diferentes configuraciones y con dimensiones que varían desde 5.6 mm^2 hasta 13.55 mm^2 .

Algunos autores consideran que la dimensión de la malla del bracket puede ser un factor que influye en el desprendimiento por lo tanto se consideraría que un bracket con malla con mayor superficie de adhesión y utilizando un adhesivo para brackets tendría mayor resistencia al descementado, contrario a lo que sería una



mallas de dimensiones menores que presentaría valores más bajos. Se desconoce cuál de ellos tiene mayor resistencia al desprendimiento y si la resistencia es igual utilizando diferentes tipos de adhesivos.

Pregunta problematizadora

¿Cuál malla tiene mayor resistencia al descementado, la malla de mayor área de superficie de adhesión o la de menor al colocarles diferentes adhesivos?

Hipótesis

El bracket con una mayor superficie de adhesión en la base presenta mayor resistencia al descementado utilizando el adhesivo Transbond™ XT.

OBJETIVOS

Objetivo general

Comparar la fuerza de resistencia al descementado de dos brackets con la misma configuración del entramado pero con diferentes dimensiones en la superficie de la malla.

Objetivo específico

Comparar dos tipos de adhesivo para conocer cual tiene mayor resistencia al desprendimiento.

Diseño

Explicativo, experimental y transversal



Definición del universo

Para este estudio fueron requeridos 83 Premolares humanos extraídos por motivos ortodóncicos, 45 brackets metálicos Roth slot .022" serie MINI MASTER™ con perfil bajo de American Orthodontics® con malla estándar (393-8934) y 45 brackets metálicos Roth slot .022" serie MINI MASTER™ con perfil bajo de American Orthodontics® con malla offset (393-9034). (figura 1)

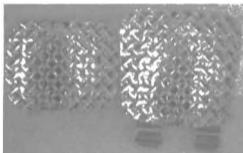


Figura 1. Se muestra en la imagen que ambas mallas presentan la misma configuración, siendo la única diferencia el tamaño del área. A la izquierda se observa el bracket con malla estándar y a la derecha la malla offset.

Definición de las unidades de observación:

Criterios de inclusión

- Premolares humanos aparentemente sanos superiores o inferiores extraídos por motivos ortodóncicos.



Crterios de exclusión

- Premolares con grietas, fluorosis o fracturas en el esmalte
- Premolares con restauraciones en cara vestibular o con previa colocación de bracket

Crterios de eliminación

- Premolar que haya sido contaminado con acrílico en la cara vestibular al momento de colocarlo en la base
- Bracket que se desprenda durante la preparación de muestras
- Bracket que se desprenda cuando se monte en la máquina universal para pruebas mecánicas

Variables

Matriz para la operacionalización de las variables

Nombre	Definición	Tipo por medición	Escala	Uso	Fuente
Malla estándar	Malla con dimensión mesiodistal de la base de 0.146 in (3.7 mm) y dimensión oclusolingival de 0.115 in (2.9 mm)	Cuantitativa	MPa	Cuantificar la resistencia al desprendimiento	Hoja de registro
Malla offset	Malla de forma trapezoidal con dimensión mesiodistal de su base menor de	Cuantitativa	Mpa	Cuantificar la resistencia al desprendimiento	Hoja de registro



Análisis comparativo de la resistencia al desprendimiento de brackets utilizando dos mallas con diferente área y dos tipos de adhesivo

	0.138 in (3.5 mm) y de su base mayor de 0.152 in (3.8 mm) y una altura oclusogingival de 0.148 in (3.7 mm)				
Adhesivo Transbond™ XT	indicado para el cementado de brackets metálicos o cerámicos. Se encuentra disponible en jeringas y en cápsulas, su tecnología de fotocurado ofrece un mayor tiempo de trabajo, lo que le asegurará un posicionamiento más preciso. La viscosidad del adhesivo Transbond™ XT ha sido diseñada para evitar que el adhesivo deslice	Cuantitativa	Mpa	Cuantificar la resistencia al desprendimiento	Hoja de registro



Análisis comparativo de la resistencia al desprendimiento de brackets utilizando dos mallas con diferente área y dos tipos de adhesivo

	y el bracket se mueva de su posición, reduciendo así tiempo de posicionamiento y gasto de adhesivo				
Adhesivo Peak Universal Bond Ultradent®	Adhesivo monocomponente, universal fotopolimerizable que contiene 0,2% de Clorhexidina para restauraciones de mayor duración. Nanoreliena hasta el 7,5%. Peak Puede ser utilizado con técnica de Grabado Total o de Autograbado. Se utiliza en la dentina, esmalte, cerámica, metal, composite y óxido de circonio.	Cuantitativa	Mpa	Cuantificar la resistencia al desprendimiento	Hoja de registro



Tamaño de la muestra y muestreo

Después de aplicar los criterios de exclusión y eliminación para el ensayo de adhesión se utilizaron 60 premolares y 60 brackets que quedaron distribuidos en 4 grupos de 15 premolares cada uno de la siguiente forma:

Grupo 1: 15 premolares con brackets con malla offset cementados con adhesivo Transbond™ XT y resina Transbond™ XT.

Grupo 2: 15 premolares con brackets con malla estándar cementados con adhesivo Transbond™ XT y resina Transbond™ XT.

Grupo 3: 15 premolares con brackets con malla offset cementados con adhesivo Peak Universal Bond Ultradent® y resina Transbond™ XT.

Grupo 4: 15 premolares con brackets con malla estándar cementados con adhesivo Peak Universal Bond Ultradent® y resina Transbond™ XT.

Materiales

-Prueba de adhesión

- Brackets de premolares Roth slot .022" American Orthodontic®
- Ácido fosfórico al 35% Ultra-Etch® de Ultradent
- Microbrush
- Resina y adhesivo Transbond™ XT de 3M Unitek
- Resina Transbond™ XT y adhesivo Peak Universal Bond Ultradent®
- Posicionador de brackets marca Morelli®
- Lámpara de fotocurado de resina inalámbrica marca VALO Ultradent®
- Máquina universal para pruebas mecánicas fabricada por la compañía

Ultradent® y utilizada para realización de las pruebas de sus materiales.

Procedimiento experimental

Se utilizaron premolares superiores e inferiores extraídos por indicación ortodóncica. Inmediatamente después de la extracción fueron colocados en



envases plásticos sellados herméticamente, quedando sumergidos en agua de purificada y permanecieron en refrigeración a 8°C, el agua fue cambiada semanalmente. Por las condiciones de obtención de las muestras los dientes permanecieron almacenados en un rango de 1 a 6 meses.

Utilizando un microscopio digital marca Multimedia Modelo M-502, se observó la cara vestibular los dientes y se determinó cuales cumplían con los criterios de inclusión.

Los dientes fueron colocados en bloques de resina acrílica de la marca Ultradent® dicho procedimiento fue realizado por los técnicos de laboratorio encargados de la máquina para pruebas universales.



Figura 1. Muestras montadas en resina acrílica.

De manera aleatoria se conformaron 4 grupos de 15 premolares cada uno, en el bloque de resina los premolares fueron enumerados con marcador de tinta permanente según el grupo correspondiente.

Una vez conformados los grupos se comenzó con el procedimiento para acondicionar el esmalte, cada diente fue grabado con ácido fosfórico 35% Ultra-Etch® por 15 segundos en el centro del diente, posteriormente se lavaron con agua del garrafón a presión durante 10 segundos y se secaron con aire de la jeringa triple durante 5 segundos hasta visualizar la zona desmineralizada.



Utilizando un microbrush se colocó en el centro del diente primer Transbond™ XT o Peak Universal Bond Ultradent® según el grupo al que pertenecía el diente, se utilizó aire de la jeringa triple durante 3 segundos para adelgazar la película de adhesivo eliminando el excedente, posteriormente el bracket fue tomado con una pinza porta bracket marca Falcon® y se le colocó resina Transbond™ XT en su respaldo.



Figura 2. Colocación de la gota.

Se llevó el bracket a la cara vestibular del diente, colocándolo en la posición lo más cercano a lo ideal posible, se presionó en el centro del bracket con un explorador y se eliminaron los excesos de resina alrededor del bracket; con ayuda de un posicionador marca Morelli® el bracket se colocó a la altura adecuada. Una vez en la posición ideal, se fotocuró la resina durante 20 segundos utilizando una lámpara inalámbrica marca VALO Ultradent®. Los 20 segundos se distribuyeron exponiendo 5 segundos en cada esquina del bracket.



Figura 3. Posicionamiento del bracket y eliminación de los excedentes de resina

Inmediatamente después realizar el cementado de los brackets, los dientes fueron sumergidos en agua purificada, trascurrida 1 hora se colocaron en la máquina para pruebas universales para realizar la prueba de desprendimiento.



Figura 4. Máquina universal para pruebas mecánicas



Utilizando una fuerza de cizalla en la parte superior de la base del bracket. La velocidad de desprendimiento que se utilizó fue 1 mm/min.

Se registraron los valores y se tabularon en una base de datos generada en el programa Microsoft Excel 2010.



Figura 5 y 6. Muestras montadas en la máquina universal para pruebas mecánicas

Análisis estadístico

Utilizando el programa SPSS versión 18, se calculó la media y desviación estándar para cada grupo (1TO, 1TC, 2UO, 2UC). Se comparó la fuerza de descementado de los 4 grupos mediante el análisis de varianza ANOVA ($p < .05$) y se realizó la prueba de t de Student para comparar cada grupo con los otros 3 y observar si existían o no diferencias estadísticamente significativas entre ellos.

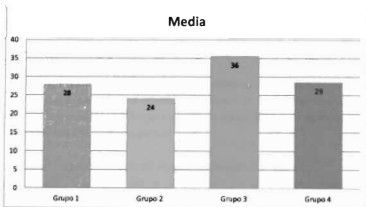
IV. RESULTADOS

Pruebas de adhesión

Se encontró que la media para el grupo1 (Malla Offset – adhesivo Transbond™ XT) fue de 27.98 Mpa con una desviación estándar de 9.36 Mpa. Para el grupo 2 (Malla estándar – adhesivo Transbond™ XT) se obtuvo una media de 24.09 Mpa



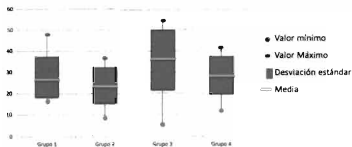
con una desviación estándar de 8.3 Mpa. En el grupo 3 (Malla Offset - adhesivo Peak Universal Bond Ultradent®) se encontró una media de 35.58 Mpa con una desviación estándar de 13.86 Mpa. Para el grupo 4 (Malla estándar - adhesivo Peak Universal Bond Ultradent®) se obtuvo una media de 28.54 Mpa con una desviación estándar de 8.74 Mpa. En la gráfica 1 se muestra la comparación de las medias. El resto de la estadística descriptiva se encuentra en la tabla 1.



Gráfica 1: Comparación de las medias entre grupos

	Media	Desviación Estándar	Minima	Maxima	Rango	Varianza
Grupo 1	27,9657	9,36328	17,20	47,00	29,80	87,671
Grupo 2	24,0933	8,30021	9,40	37,00	27,60	68,894
Grupo 3	35,5867	13,86856	5,60	54,00	48,40	192,337
Grupo 4	28,5400	8,74127	12,20	41,10	28,90	76,410

Tabla 1: Se muestra la estadística descriptiva de los 4 grupos



Gráfica 2: Se muestra la estadística descriptiva de los 4 grupos

El grupo que obtuvo valores más altos al descementado (35.58 Mpa) fue el 3, mientras que el que obtuvo los valores menores fue el 2. Al comparar los grupos mediante una prueba de ANOVA se encontró que existen diferencias significativas entre ellos f de 6.41 y con una $p \leq 0.01$.

Se obtuvo lo siguiente comparando los grupos mediante pruebas de T:

Comparando el grupo 1 con el grupo 2 no se encontraron diferencias estadísticamente significativas $p \leq .091$ y una t de -1.81. Al comparar el grupo 1 con el grupo 4 no se encontraron diferencias estadísticamente significativas $p \leq .808$ y una t de 0.24. Confrontando el grupo 3 mediante pruebas de T de student con el grupo 1 se encontraron diferencias estadísticamente significativas $p \leq 0.01$ y una t de -3.03.

Al cotejar el grupo 3 con el grupo 2 se encontraron diferencias estadísticamente significativas $p \leq .01$ y una t de -5.36. Al comparar el grupo 3 con el grupo 4 se encontraron diferencias estadísticamente significativas $p \leq .01$ y una t -3.11. Comparando el grupo 4 con el grupo 2 no se encontraron diferencias estadísticamente significativas $p \leq .057$ y una t de -2.075.



V. CONCLUSIÓN Y DISCUSIÓN

DISCUSIÓN

Para la medición de las fuerzas de adhesión son empleadas máquinas de cizallamiento o de tensión, tracción o incluso torsión.⁴⁹ En el presente estudio fue utilizada una máquina de cizallamiento y la presión ejercida fue en sentido vertical. Lo que concuerda con la opinión de Mascia V. quien considera que los ensayos de tracción en los que se utilizan fuerzas de cizalla presentan resultados más consistentes que los realizados con fuerzas de tensión o torque.⁵¹ De igual manera en la revisión bibliográfica realizada por Barrera J. y colaboradores, la mayoría de los estudios de este tipo fueron realizados utilizando fuerzas de cizalla.⁴⁹

Bishara y colaboradores observaron los cambios producidos en la fuerza de desprendimiento al cambiar la velocidad de la punta de la máquina. Se comprobó que cambiar de 5.0 mm/min a 0.5 mm/min incrementaba la fuerza de adhesión aproximadamente en un 57%.⁵² La velocidad de desprendimiento utilizada en este experimento fue de 1 mm/min, que según la revisión realizaba por Barrera J.⁴⁹ y colaboradores es la más utilizada.

MacCoil y colaboradores en 1998 concluyeron que una base menor a 6 82 mm² produce una reducción en la fuerza de adhesión significativa que puede afectar la permanencia del bracket sobre el diente.²³ Lo que concuerda con nuestra investigación ya que a mayor superficie de adhesión la fuerza de descementado es mayor.

Contrario a nuestra investigación Goyal y cols. concluyeron que la dimensión de la malla no es el único factor que puede afectar los valores de descementado pues en su estudio encontraron que a pesar de tener mayor superficie de adhesión algunos bracket resisten menos al descementado.⁴⁵



En un estudio realizado por Caballero A y colaboradores, se probó la resistencia al descementado utilizando la resina Transbond™ XT, misma que fue utilizada en este estudio, al comparar los valores obtenidos se observa que Caballero y colaboradores obtuvieron valores menores al descementado, sin embargo esto puede deberse a que la velocidad de desprendimiento utilizada en ese estudio (1.5 mm/min)⁵³ fue mayor a la utilizada en el presente estudio (1 mm/min).

En un estudio realizado por Yi⁵⁴ se obtuvieron valores por debajo de los obtenidos en esta investigación al igual que en la investigación de Saito.⁵⁵ Ellos obtuvieron valores promedio de 7.8 MPa y 10 MPa respectivamente. Los dientes utilizados en estas investigaciones fueron sometidos a un proceso de termociclado y a cambios de temperatura, simulando la permanencia de los dientes en boca, procedimiento que en nuestra investigación no fue realizado.

En la investigación realizada por Klocke⁵⁶ se obtuvieron valores al descementado de 16.16 ± 5.25 , por debajo de los obtenidos en esta investigación, las variables que haber influenciado este resultado son el uso de una resina diferente y que el tiempo de espera después de cementar los brackets fue solo de 30 minutos.

Sharma, Sayal y colaboradores valoraron la fuerza de adhesión de 6 tipos de brackets utilizando el mismo adhesivo. Las diferencias en los brackets eran en el número de filamentos de la malla que iban de 60 a 100 y concluyeron que el área no influye tanto como un diseño de la malla que permita la humectancia adecuada del adhesivo.⁵⁷ Estos resultados no concuerdan con nuestra investigación ya que en ella si se presentaron diferencias estadísticamente significativas en los valores obtenidos al comprar una malla con mayor superficie de adhesión con una más pequeña.



CONCLUSIÓN

1. Existen diferencias estadísticamente significativas entre la fuerza de descementado obtenidas en ambas mallas a nivel de la base del bracket, siendo mayores las fuerzas obtenidas en la malla de mayor tamaño.
2. Al comparar las mallas de menor tamaño entre sí utilizando los dos tipos de adhesivo no se encontraron diferencias estadísticamente significativas, sin embargo la malla en la que se utilizó resina Transbond™ XT y adhesivo Peak Universal Bond Ultradent® obtuvo valores más altos.
3. Al comparar las mallas de mayor tamaño entre sí utilizando los dos tipos de adhesivo se encontraron diferencias estadísticamente significativas siendo mayores las fuerzas obtenidas utilizando resina Transbond™ XT y adhesivo Peak Universal Bond Ultradent®.
4. La combinación con la que se obtuvo mayores valores de resistencia al descementado fue utilizando resina Transbond™ XT y adhesivo Peak Universal Bond Ultradent® con el bracket de mayor superficie de adhesión.



VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Gómez M, Campos A. Histología y Embriología Bucodental. 2a Edición. Madrid. Médica Panamericana. 2004: 272-5.
2. Joubert R. Odontología adhesiva y estética. España. Ripano. 2010: 23-4.
3. Batres E. Histología de Tejidos Bucales y su práctica Clínica. México D.F.; Universidad Juárez Autónoma de Tabasco; 1982: 41-51.
4. Davis W. Histología y Embriología Bucal. México D.F. Interamericana McGraw Hill; 1988: 96-8.
5. Avery J, Chiego D. Principios de Histología y Embriología Bucal Con Orientación Clínica. 3a Edición. Madrid. Elsevier Mosby. 2007;
6. Navarro R. Estudio Mediante Microscopio Electrónico De Barrido De Los Efectos Producidos Por Coca-Cola® Y Schweppes® Limón En El Esmalte Intacto Y En El Esmalte Grabado Y Sellado Con Una Resina Ortodóncica. Universidad de Murcia. 2006.
7. Bhaskar S. Histología y Embriología, Bucal, de Orban. 11a Edición. Prado S.A de C.V.
8. Herrera G. Valoración "in vitro" de las fuerzas de adhesión de un sistema adhesivo convencional y otro autograble en esmalte de dientes temporales y permanentes. Universidad Complutense de Madrid, Tesis doctoral 2012.
9. Santies R, Flores M, Quintanar R, Llamosa E, Díaz X. Importancia del esmalte en los tratamientos ortodóncicos. Ortodoncia Actual. 2011; 8(30):46-50.
10. Interlandi S. Ortodoncia bases para la iniciación. Artes Médicas Latinoamerica 2002.
11. Mariel J. Concentración mineral de calcio y flúor in situ del esmalte dental humano. Tesis para obtener el grado de maestro en ciencias morfológicas. 2006.



12. Reyes-Gasga J. Observación del esmalte dental humano con microscopía electrónica. *Revista Tamé*. 2013; 1(3): 90-6.
13. Kronfeld R. *Dental Histology and comparative dental anatomy* Philadelphia. LEA & FEBIGEN, 1943. 15.
14. Reyes-Gasga J. Estudio del esmalte dental humano por microscopía electrónica y técnicas afines. *Rev LatinAm Met Mat*. 2001; 21(2): 81-5.
15. Ramos A. Evaluación del efecto de la humedad en adhesión de brackets a esmalte húmedo versus esmalte seco con seis sistemas adhesivos distintos. Tesis doctoral. Universidad de Granada. España 2010.
16. Mojica J, Ortega C, Ramirez J, Vargas C, Bastidas C. Fuerza de adhesión de brackets descontaminadas en su base con monómero, silano o acetona. *Revista de la Facultad de Odontología* 2007; 4 y 5: 9-17.
17. Uribe R. *Ortodoncia Teoría y Clínica*. Medellín. Corporación para Investigaciones Biológicas. 2004: 199-210.
18. Blunk U. Sistemas adhesivos: revisión y recomendaciones. *Quintessence (ed. esp.)* 2009; 22(8): 391-401.
19. Barajas L, Barceló F. Estudio comparativo de adhesión a dentina por medio de resistencia al desalajo por empuje entre sistemas con y sin grabado ácido. *Revista Odontológica Mexicana*. 2007, 11(4): 181-4.
20. Rincón F, Carnejo D. Adhesivos Dentales en Odontología. Conceptos fundamentales. *RAAO*. 2005; 44 (3): 26-31.
21. Jamenis S, Kalia A, Sharif K. Comparative evaluation of shear bond Strength of orthodontic Brackets using laser etching and two conventional etching techniques: An in vitro Study. *J Ind Orthod Soc*. 2011; 45(3): 134-9.
22. Reyes L. Evaluación In Vitro de la fuerza de adhesión de brackets a la superficie del esmalte dental empleando 3 tipos de sistemas adhesivos Autopolimerizables. Tesis para optar por el título de Cirujano Dentista. Universidad San Francisco de Quito. Lima. 2002. 16-20.



23. Lijima M, Mugurua T, Brantley W, Ito S, Yuasa T, Saito T, Mizoguchi I. Effect of bracket bonding on nanomechanical properties of enamel. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2010; 138: 735-40.
24. Hammad S, Enan E. In vivo effects of two acidic soft drinks on shear bond strength of metal orthodontic brackets with and without resin infiltration treatment. *Angle Orthod.* 2013. 0000,00.000-000.
25. Graber T, Swain B. *Ortodoncia Principios Generales y Técnicas Actuales 4a Edición.* Buenos Aires, Médica Panamericana; 2004: 14.
26. Proffit W, Fields H, Sarver D. *Ortodoncia Contemporánea.* 4a Edición Barcelona, ELSEIVER; 2008: 414-6.
27. López S, Palma J, Guerrero J, Ballesteros M, Eiorza H. Fuerza de retención al esmalte con adhesivos usados en ortodoncia, utilizando dos tipos de base de brackets (estudio comparativo in vitro). *Revista Odontológica Mexicana* 2004; 8 (4): 122-6.
28. Bernal J, Palma J, Guerrero J. Valoración de la resistencia al desprendimiento de brackets cementados con ionómero de vidrio a esmalte con y sin grabado previo. *Revista Odontológica Mexicana* 2010; 14(3): 145-50.
29. Hess E, Campbell P, Honeyman A, Buschang P. Determinants of enamel decalcification during simulated orthodontic treatment. *Angle Orthod.* 2011;81:838-42.
30. Deigado D. Análisis comparativo de la superficie de resina y su adhesión, posterior a la aplicación de cuatro diferentes sustancias usando la técnica del cementado indirecto de brackets. Tesis para obtener el diploma de especialidad en ortodoncia. Universidad Autónoma de Nayarit. 2012: 2, 9-14.
31. Instituto Nacional de seguridad e higiene en el trabajo. Ácido ortofosfórico. Documentación toxicológica para el establecimiento del límite de exposición profesional del ácido ortofosfórico. 2009. Consultado 20 de octubre de 2014. Disponible en:





http://www.google.com.mx/url?sa=t&ct=j&q=&esrc=s&frm=1&source=web&cd=2&ved=0CCYQFIAB&url=http%3A%2F%2Fwww.insht.es%2FinshtWeb%2FContenidos%2FDocumentacion%2FFichasTecnicas%2FFISQ%2FFicheros%2F1001a1100%2Fnsn1008.pdf&ei=feRFVOTLBYeT8qHTYDoAQ&usq=AFQjCNHny04iGzNFJNmeny5EInHrxo33w&sig2=-DaEhKnH6R6J_PU42OrJzw&bvm=bv.77648437.bs.1.d.b2U

32. División Dentales Ácidos Grabadores 3M Scotchbond Etchant. Consultado 20 de Octubre de 2014. Disponible en <http://www.cohan.org.co/content/43/proveedores/kardex044/adjuntos/1/1284480083.pdf>
33. Ultradent Products INC. Ultra-Etch® Product details. Consultado el 20 de octubre de 2014. Disponible en: <https://www.ultradent.com/en-us/Dental-Products-Supplies/Bond-Etch/Etchants/Phosphoric-Acid-Gel/Ultra-Etch/Pages/default.aspx>
34. López E, Sáez G. Propiedades físicas de cuatro adhesivos para brackets. Estudio comparativo. 2014; 2(1):32-7.
35. Ulusoy Ç, Müjdecı A, Gökay O. The Effect of Herbal Teas on the Shear Bond Strength of Orthodontic Brackets. European Journal of Orthodontics 2009; 3: 385–9.
36. Reicheneder C, Gedrange T, Lange A, Baumert U, Proff P. Shear and tensile bond strength comparison of various contemporary orthodontic adhesive systems: An in-vitro study. American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics. 2008;135(4): 422.e1-6
37. Singh G. Ortodoncia Diagnóstico y Tratamiento Tomo 2. 2ª Edición. AMOLCA; 2009: 378, 384.
38. Luque H, Pérez L, Carhuamaca G, Caronado M. Fuerza de adhesión de brackets reacondicionados con diferentes técnicas adheridos repetidas veces en la misma superficie del esmalte. Odontol Sanmarquina. 11(2); 2008: 60-5.



39. Vicente A, Molina S, Ortiz A, Bravo L. Influence of food-simulating liquids on bond strength of brackets bonded with a HEMA-free and HEMA-containing self-etching primer. *Angle Orthod.* 2012; 82(2):346-50
40. Maxfield B, Hamdan A, Tüfekçi E, Shroff B, et. Al. Development of white spot lesions during orthodontic treatment: Perceptions of patients, parents, orthodontists, and general dentists. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2012; 141(3): 337- 44.
41. Sudjalim T, Woods M, Manton D, Reynolds E. Prevention of demineralization around orthodontic brackets in vitro. *Am Journal Orthod Dentofacial Orthop.* 2007; 131(6): 705.e1-9.
42. Berghäuser H, Özcan M, Bagis B and Ren Y. Loss of surface enamel after bracket debonding: An in-vivo and ex-vivo evaluation. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2010: 387 e1-9.
43. Uribe G. Ortodoncia Teoría y Clínica. 2a Edición. Medellín. Cooperación para investigaciones biológicas; 2010: 570-79.
44. Scougal-Vilchis R, Zárate-Díaz Ch, Hotta M, Yamamoto K. Efectos de un nuevo agente de autograbado en la resistencia al descementado de las brackets ortodóncicas. *Rev Esp Ortod.* 2008; 38(32): 207-12.
45. Bishara S, Soliman M, Oonsombat C, Laffoon J, Ajlouni R. The Effect of Variation in Mesh-Base Design on the Shear Bond Strength of Orthodontic Brackets. *Angle Orthod.* 2004; 74: 400-4.
46. Wang W, Li C, Chou T, DDS, Wang D, Lin L, Tong C. Bond strength of various bracket design. *AmJOrthodDentofacialOrthop.* 2004; 125: 65-70.
47. Sharma-Sayal S, Rossouw P, Kulkarni G, Titley K. The influence of orthodontic bracket base design on shear bond strength. *AmJOrthodDentofacial Orthop.* 2003; 124: 74-82.
48. Goyal A, Chandna A, Sehgal V, Kannan S, Gupta A, Rajain A, Gupta G. Retentive Shear Strengths of Various Bonding Attachment Bases: An *invitro Study*. *J Ind Orthod Soc.* 2013, 47(3): 121-7.



49. Barrera J, Abalos C, Yáñez R, Espinar, Solano E. Revista de la Sociedad Española de Ortodoncia. 2009; 49(4):281-96.
50. Fox N, McCabe J, Bruckley J. A critique of bond strength testing in orthodontics. BR J Orthod. 1994;21(1):33-43.
51. Mascia V. Shearing strengths of recycled direct bondings brackets. Am J Orthod Dentofacial Orthop 1982:211-216.
52. Bishara S, Soliman M, Laffoon J, Warren J. Effect of Changing a Test Parameter on the Shear Bond Strength of Orthodontic Brackets. Angle Orthod. 2005;75:832-5.
53. Caballero A, Bincos C, Fernández J, Rivera J, Tanaka E. Comparación de la fuerza de adhesión y el tipo de falla entre dos cementos de resina para ortodoncia. Univ Odontol. 201; 30(65): 31-9.
54. Yi G, Dunn W, Taloumis L. Shear bond strength comparison between direct and indirect bonded orthodontic brackets. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 2003; 124(59): 577-81.
55. Saito K, Sirirungrogying S, Meguro D, Hayakawa T, Kasai K. Bonding durability or using Self-Etching Primer with 4-META/MMA-TBB Resin Cement to bond Orthodontics Brackets. Angle Orthod. 2005; 75(2): 260-5.
56. Klocke A, Shi J, Hahl-Nieke B, Bismayer U. Invitro investigation of indirect bonding with a hydrophilic primer. Angle Orthod. 2003; 73(6): 445-50.
57. Sharma-Sayal S, Rossouw P, Kulkarni G, Titley, K. The influence of orthodontic bracket base design on shear bond strength. AmJOrthodDentofacial Orthop. 2003; 124 :74-82.