



Universidad Autónoma de Querétaro
Facultad de Medicina
Especialidad En Ortodoncia

Resistencia a la tracción de brackets metálicos bondeados con sistema adhesivo de restauración vs sistema adhesivo de ortodoncia. Estudio in vitro

Opción de titulación
Tesis

Que como parte de los requisitos para obtener el Diploma de Especialidad en Ortodoncia

Presenta:

M.E. Francisco Javier Estrada Zárate

Dirigido por:

M. en E. Elisa Rebeca Ascencio Rentería

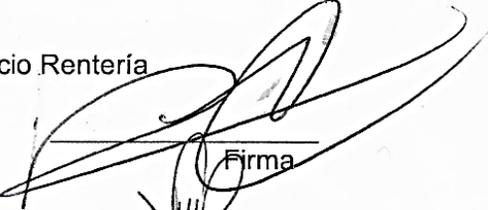
M en E Elisa Rebeca Ascencio Rentería
Presidente

Dr. Luis Andrés Vazquez Landaverde
Secretario

Dr. Ruben Abraham Dominguez Perez
Vocal

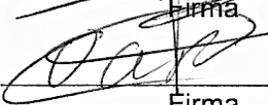
Dra. Ma. de Lourdes Arvizu Valencia
Suplente

Dr. Omar Amador Reséndiz
Suplente


Firma


Firma


Firma


Firma


Firma


Dra. Guadalupe Zaldívar Lelo de Larrea
Directora de la Facultad


Dra. Ma. Guadalupe Flavia Loarca Piña
Directora de Investigación y Posgrado

RESUMEN

El objetivo del presente estudio fue comparar la resistencia a la tracción de brackets metálicos Edgewise Borgatta Specialties divididos en dos grupos al ser sometidos a fuerza de tracción por medio de la maquina universal de pruebas. Se recolectaron un total de 30 premolares extraídos por indicación ortodóncica en la Clínica Odontológica Benjamín Moreno Pérez, perteneciente a la Universidad Autónoma de Querétaro los cuales una vez hecha la limpieza y desinfección se procedió a guardar en un recipiente con solución salina para evitar la deshidratación. Se dividieron de manera aleatoria en dos grupos de 15 especímenes a los cuales se procedió al bondeo de brackets de base de 12mm^2 (Edgewise Borgatta Specialites) conforme el eje longitudinal de diente a una altura de 4.0 mm medida con el posicionador de brackets articulado marca Morelli en los cuales el Grupo I se cementaron con Sistema Adhesivo de Restauración Z350 Flow de 3M Filtek y el Grupo II se cementaron con Sistema Adhesivo de Ortodoncia Transbond XT de 3M Unitek. Se procedió a la colocación de ligadura metálica 0.010'' marca Massel contorneando las aletas del bracket y se procedió a la colocación de espécimen en la máquina universal de pruebas y se aplicó fuerza de tracción en dirección vertical y paralela al eje longitudinal del diente. Los resultados obtenidos para la prueba de tracción en MPa se analizaron presentando diferencias estadísticamente significativas con un valor de $p < 0.0001$ usando el software estadístico GraphPath concluyendo de esta manera que el sistema adhesivo de Ortodoncia Transbond XT de 3M Unitek tiene mejor adhesión que el sistema adhesivo de restauración Filtek Z350 flow de 3M ESPE.

(Palabras clave: brackets metálicos, adhesivo de ortodoncia, resistencia a la tracción, adhesivo de restauración).

SUMMARY

The objective of the present study was to compare the tensile strength of Edgewise Borgatta Specialties metal brackets divided into two groups that were subjected to tensile force by means of the universal testing machine. A total of 30 premolars extracted by orthodontic indication were collected from the Benjamín Moreno Pérez Dental Clinic, belonging to the Autonomous University of Querétaro, which after cleaning and disinfection were stored in a container with saline solution to avoid dehydration. They were divided in a random way into two groups of 15 specimens, which were proceeded to the bonding of base brackets of 12mm² (Edgewise Borgatta Specialites) according to the longitudinal axis of the tooth at a height of 4.0 mm measured with the Morelli articulated bracket positioner in which Group I was cemented with Z350 Flow Restorative Adhesive System from 3M Filtek and Group II was cemented with 3M Unitek Transbond XT Orthodontic Adhesive System. We proceeded to the placement of 0.010 "Masel metallic ligature by contouring the bracket fins and proceeded to the specimen placement in the universal testing machine and tensile force was applied in vertical direction and parallel to the longitudinal axis of the tooth. The results obtained for the traction test in Mpa were analyzed presenting statistically significant differences with a value of $p < 0.0001$ using the statistical software GraphPath concluding in this way that the adhesive system of Transbond XT orthodontic of 3M unitek has better adhesion than the adhesive system of restoration filtek Z350 flow of 3M ESPE.

(Key words: metal bracket, tensile strength, restorative adhesive system, orthodontic adhesive system).

A Dios, mis padres y mi familia que siempre han creído en mí.

AGRADECIMIENTOS

A Silvano Estrada y Ma. del Carmen Zárate que me han entregado siempre su apoyo y amor incondicional, sin ellos nada de esto me hubiera sido posible.

A mis hermanos y amigos, que con su apoyo y ánimos hicieron más amena la distancia.

A mis amigos y compañeros de posgrado con quienes viví infinidad de experiencias y a quienes llevare en mi corazón.

Al consejo nacional de ciencia y tecnología (CONACyT) quien con su apoyo económico me fue posible terminar la especialidad y sobre todo la realización de este proyecto de investigación.

TABLA DE CONTENIDOS

1. INTRODUCCIÓN	8
1.1 Antecedentes.....	17
1.2 Planteamiento del problema.....	22
2. OBJETIVOS	23
2.1 OBJETIVO GENERAL.....	24
2.3 OBJETIVO PARTICULAR:.....	24
3. METODOLOGIA	25
3.1 SUJETO EXPERIMENTAL.	24
3.2 METODOS.	25
3.3 ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	32
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	33
4.1 RESULTADOS DE PRUEBA DE TRACCIÓN.....	33
4.2 RESULTADOS DE INDICE DE ADHESIVO REMANENTE	34
4.3 DISCUSIÓN	36
4.4 CONCLUSIÓN.....	42
5. REFERENCIAS	43

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 4-1 Resistencia a la tracción de grupo de sistema adhesivo de restauracion y sistema adhesivo de ortodoncia.....	32
Tabla 4-2 Resultado de prueba de indice de adhesivo remanente.....	35

1. INTRODUCCIÓN

Antes de la década de 1970, la aparatología ortodóncica se basaba en brackets soldados a bandas y las bandas cementadas a todos los órganos dentarios presentes en boca (Gupta et. al. 2017).

Conforme los avances en odontología fueron emergiendo, a manera de mantener la aparatología en boca en ortodoncia fue modificada y se ha ido adaptando a lo descubierto por Buonocore (1955), en donde propone que el colocar solución de ácido ortofosfórico al 85% sobre la superficie del esmalte aumenta considerablemente la retención de las resinas acrílicas al esmalte. Newman (1965) comienza a aplicarlo en el ámbito ortodóncico utilizando una técnica de grabado ácido con una resina epóxica, demostrando así que la adhesión de brackets plásticos ortodóncicos a la estructura del esmalte es posible.

Gwinnett y Matus (1967), descubren que al colocar un ácido en la estructura del esmalte y dejarlo actuar por unos segundos, éste abría poros en la superficie, ocasionando con eso que la resina fluyera sobre los poros y con una polimerización y endurecimiento posterior daban como resultado una retención mecánica de la aparatología en la superficie. Sus conclusiones fueron que el adhesivo da buena humectación al esmalte y que la extensión de la penetración dependería por completo del número de espacios creados en la superficie por los cuales el material pudiera fluir.

Dennis Smith (1968) comienza la aplicación de poliacrilatos de zinc compuestos por poli (ácido acrílico) el cual reaccionaba con óxido de zinc acompañado de aditivos como el ácido itacónico, óxidos de magnesio, bismuto y aluminio para mejorar sus propiedades mecánicas y así utilizarlo para la fijación de soportes a la superficie dental (McLean et. al. 2004).

A partir de ahí diferentes casas comerciales han sacado sistemas de adhesión y tipos de brackets que cumplen con características necesarias para el mantenimiento de la aparatología en boca por el tiempo necesario para terminar el

tratamiento, sin embargo los problemas aunque cada vez menores han sido un factor importante en el tratamiento ortodóncico (Gange, 2015).

La adhesión es un conjunto de interacciones que permiten que dos superficies se unan (Pérez y Pérez, 2003) en referencia a la ortodoncia este fenómeno es necesario que se dé entre la superficie del esmalte y la malla del bracket o tubo, por medio de un agente intermedio o cemento, en ortodoncia se pueden dar dos tipos de adhesión (Toledano y Pérez, 2003):

- Adhesión mecánica: Se realiza por la penetración de material de cementado en las rugosidades de la superficie.
- Adhesión química: corresponde a la unión íntima, a escala molecular entre la base y el adhesivo, se puede llevar a cabo mediante uniones iónicas o covalentes, la unión debe ser reversible, que no deje secuelas una vez finalizado el tratamiento.

El conjunto formado en el proceso de unión se constituye de los siguientes componentes:

1. El sustrato, que dependiendo del caso puede ser esmalte, metal, cerámica o composite.
2. El cemento o adhesivo.
3. El bracket.

Cuando se coloca una resina entre la superficie y el bracket, la fuerza de adhesión aumenta y es por ello que actualmente se elige colocar resina entre estas dos superficies para mantener por más tiempo la aparatología en la superficie del esmalte.

En la actualidad en la práctica ortodóncica se presentan diversas dificultades al momento de llevar a cabo el tratamiento, dentro de ellas está el desprendimiento de brackets por parte del paciente que no solo nos da más trabajo en la clínica, si no que hace que el tratamiento sea más largo de lo que se planeó, los costos

directos e indirectos aumentan y ocasiona que existan lesiones en mucosa o encía debido al bracket móvil en boca así como en muchas ocasiones causar malestar a los pacientes y la decisión de paciente no continuar con el tratamiento y la decisión de no regresar a sus citas (Pérez y Toledo, 2003).

Se estima que la falla en la adhesión a los brackets va de 1.2 – 8 % cuando se usa la técnica directa y de tubos en molares de 10.6 – 13.8 %. Pero el 36 % de los brackets cementados inicialmente se desprenden (Linklater y Gordon, 2003).

Existen diversidad de factores para el fracaso de adhesión, entre estos factores Bakhadher (2015) los divide en 3:

Los factores relacionados con el material, factores relacionados con el diente y factores misceláneos.

1. Referentes a los de material:

- Tipo de material de grabado: Se puede utilizar ácido fosfórico, maleíco o poliacrilico, así como adhesivos autograbantes los cuales actúan por medio de monómeros hidrofílicos como el hidroximetilmetacrilato (HEMA), minigrabadores o agentes abrasivos con partículas de hidróxido de aluminio de 50 µm de diámetro sobre la superficie del esmalte con aire a presión causando una unión micromecánica. Actualmente se usa láser para el acondicionamiento del esmalte teniendo como ventaja que daña solo la superficie del esmalte necesaria para la adhesión del bracket sin dañar superficie contigua o daño por vibración o calentamiento (Lorenzo et. al. 2014).
- Tipo de brackets: Joseph y Rossew (1990) hicieron un estudio en el cual evaluaban brackets metálicos vs brackets cerámicos, en este estudio concluyeron que ambos brackets colocados con resinas autopolimerizables o fotopolimerizables alcanzaban la resistencia necesaria descrita por Reynolds pero en 40% de los brackets cerámicos, hubo fractura del esmalte una ve debondeados.

- Diseño de la base y tamaño del bracket: Sorel et. al. (2002) en un estudio donde comparaban la malla estructurada con láser vs la malla estándar simple, encontraron una resistencia mayor en la malla estructurada con láser. Así Wang (2004) evaluó la forma de la base del bracket, concluyendo que las formas ovaladas y adaptadas a la superficie del esmalte ejercían una mayor adhesión que las demás formas.
- Adhesivos: Bishara et. al (1999) realizó un estudio en donde comparaba ionómero de vidrio, resina simple y sistema adhesivo como cemento para la colocación del bracket en el diente y concluyó que el sistema adhesivo ejerce mayor fuerza de adhesión que los demás materiales. Por otro lado, Movahhed et. al. (2005), comparo la resistencia de ionómero de vidrio (Fuji Ortho LC) y la resina Transbond XT, teniendo esta ultima una resistencia mayor.
- Adhesión en materiales restaurativos.

2. Referentes a los dientes:

- Fluorosis: Diversos estudios han comparado dientes con fluorosis frente a dientes sin Fluorosis y todos han concluido que la fuerza de adhesión en dientes con Fluorosis es menor que la fuerza de adhesión de dientes sin fluorosis (Fejerskov et. al. 1990; Gungor et. al. 2009; Isci et. al. 2011; Suma et. al. 2012).

3. Factores misceláneos: Se ha propuesto que el colocar algún enjuague bucal o clorhexidina antes de la adhesión de los brackets no muestra diferencia significativa frente a no hacerlo (Bishara et. al. 1998). Mientras que Al-Jobair (2014) menciona que cuando se coloca fosfato cálcico y cadeina antes de la adhesión de los brackets, estos presentan mayor fuerza de adhesión.

Quizá el factor más importante que no depende del clínico sea la fuerza de masticación. Reynolds (1975) nos menciona que la falla más común es entre el adhesivo y el esmalte, y en ortodoncia rara vez se sobrepasa la fuerza de 1-2 Kg/cm², sin embargo al momento de masticar se pueden generar entre 60-80

Kg/cm² siendo una media los 50Kg/cm² y existen factores determinantes para que le adhesivo resista fuerzas de tracción y cizallamiento:

- La fuerza de la unión entre el esmalte, el adhesivo y el accesorio.
- El área de superficie.

Llegando así a la conclusión que un sistema adhesivo debe tener una fuerza de adhesión mínima para poder llevar a cabo el tratamiento de ortodoncia y ésta resistencia está entre los 5.8-7.8 MPa.

Los sistemas adhesivos han pasado por diversas modificaciones y avances; desde los adhesivos de varios pasos hasta los adhesivos de un solo paso (Gange, 2015), así como su técnica de acondicionamiento dentario. Un avance importante para el tratamiento ortodóncico fue la introducción de la técnica indirecta de bondeado, implementada por Silverman y Cohen (1972) dando así la solución a problemas como la contaminación por saliva y el mal posicionamiento de brackets que conllevaba a tratamientos más largos y fracaso en el bondeado (Gange, 2015).

Un sistema adhesivo es un conjunto de materiales que sirven para realizar todos los pasos de adhesión entre el material de restauración y el diente, normalmente se compone de 3 materiales: 1) un acondicionador ácido, 2) un imprimador o primer y 3) la resina (Pérez y Toledo, 2003).

El acondicionamiento ácido en odontología se da principalmente por 3 tipos de ácidos:

- Ácido ortofosfórico: introducido por Buonocore en 1955, haciendo mención de que este ácido disuelve los cristales del esmalte en las estructuras prismáticas, produciendo así una superficie rugosa capaz de producir retención mecánica (Miyazaki e Hirohata, 1999), este fenómeno tiene una profundidad de 5-50um (Milia et al., 1999). Esta técnica es la técnica más utilizada en ortodoncia y la fuerza de adhesión es de 20-25 MPa (Perdigao y Lopes, 1997). Se ha observado que el ácido ortofosfórico

al ser colocado en el esmalte dentario presenta 3 tipos de patrones de grabado ácido (Daft, 1974):

- a. Tipo 1: Hay remoción de las porciones centrales de los prismas, se forma una estructura tipo panal de abejas y es el tipo que más predomina en las superficies vestibulares.
 - b. Tipo 2: Se remueven las porciones periféricas de los prismas.
 - c. Tipo 3: Existe una superficie rugosa, granular e irregular, desprovista de prismas, cuando existe este patrón, pueden existir los patrones 1 y 2 al mismo tiempo, inclusive, áreas donde los prismas no tiene forma (Shay et. al. 1988).
- Ácido poliacrílico: Se basa en la adhesión de resinas modificadas con ionómero de vidrio, híbridos de silicatos y cemento de carboxilato; éste ácido reacciona con la superficie del esmalte para producir un depósito de sulfato cálcico cristalino y éste a su vez se adhiere a la resina, el problema con este procedimiento es que una falla en el lavado puede dar una fracaso en el acondicionamiento ácido. Teniendo las siguientes desventajas:
 - a. La superficie del esmalte no se daña lo suficiente para una buena retención.
 - b. El decementado es más fácil, así como su limpieza.
 - c. Existe una pérdida mínima de la capa externa del esmalte rica en flúor.
 - d. Quedan pocos o ningún resto de resina después del decementado.
 - Ácido Maléico: Se introdujo en 1990 (Triolo Jr et al., 1993) como alternativa a los usados en ese entonces, se usa en una proporción del 10% y tiene el mismo sistema que el ácido ortofosfórico.

En el acondicionamiento ácido existen varios fenómenos que participan en el esmalte y del cual depende por completo el éxito de la colocación del bracket (Reynolds 1975):

1. Energía Superficial.
2. Humectación: Es la capacidad de fluidez de un material, ésta, está relacionada con la penetrabilidad y aumenta en gran medida la adhesión del bracket a la superficie dentaria.
3. Ángulo de contacto: Es el ángulo que se forma entre el adhesivo y el esmalte y éste ángulo debe ser de 0° o lo más cercano a ello (Retief, 1974).

Los imprimadores están constituidos por monómeros hidrofílicos, de un solvente y un diluyente, la composición de éste va a influir notablemente en la fuerza de adhesión de los materiales al diente (Toledano et al., 2006). En la actualidad existen sistemas adhesivos autograbadores como alternativa a reducir los pasos para la adhesión de brackets a la superficie dentaria, el primer adhesivo autograbable fue Transbond Plus (TTPA-3M-Unitek). Para su estudio y aparición en el mercado, así como sus características, se dividen en generaciones:

- Primera generación: No autograbable. Fueron desarrollados entre los años 50'-60' tienen niveles de adhesión muy bajos (en dentina 2-7 MPa, en esmalte 24-27 MPa).
- Segunda generación: No autograbable. Estaban compuestos de ésteres halofosforados de bis-GMA, se diseñaron para adhesión a la porción mineral de la dentina con un valor de adhesión de 10 MPa, se debilitan por hidrólisis.
- Tercera generación: No autograbable. Desarrollados principios de los 80' permitían la adhesión a metales y cerámicas. Se introdujeron fosfatos y oxalatos se alcanzaban fuerzas de hasta 200-220 Kg/cm². Se le

adicionaron monómeros hidrófilos, principalmente el HEMA lo que permitió lograr niveles de adhesión de 15 MPa.

- Cuarta generación: No autograble. El adhesivo incorpora un tercer compuesto. Se componía de dos botellas, una botella con el primer y otra botella con el adhesivo. Con este sistema se obtuvo fuerza de adhesión de 17-25 MPa.
- Quinta generación: No autograble. Se compone de acondicionador y “primer” en una sola botella. Posee una fuerza de adhesión de 20-25 MPa, no se mejoró su propiedad adhesiva pero se mejoró el tiempo de trabajo.
- Sexta generación: Autograble. El compuesto logra una adhesión propia al esmalte y a la dentina utilizando una misma solución, alcanza una fuerza de adhesión de 18 MPa.
- Séptima generación: Autograble. Desarrollados a finales del año 2002, se asemejan a los adhesivos de sexta generación pero son autolimitados, es decir que el acondicionamiento del esmalte se detiene después de ciertos segundos; no necesitan mezclados y su presentación es en un solo frasco.

Por último se necesita de una resina para la correcta adhesión de un bracket a la superficie dentaria, se ha hablado que las propiedades físicas y mecánicas de una resina, depende de su composición, el tipo y tamaño de las partículas de carga, su dureza, la silanización de las partículas de carga, la unión entre las partículas y la matriz resinosa, la reacción de fraguado y la cantidad de partículas de la matriz (Joseph y Rossouw, 1990).

La contracción de esta resina va en proporción a la cantidad de materia orgánica contenida en ella (Gee et. al. 1993). La resina no se une a la materia dental, por esto se tiene la necesidad de colocar un agente acondicionador que haga más rugosa la superficie del esmalte.

Dentro de estas resinas existen las autopolimerizables y las fotopolimerizables teniendo estas últimas, infinidad de ventajas frente a las autopolimerizables, son las más usadas en ortodoncia debido al tiempo inmediato de colocación de arco, los menos pasos a seguir y la facilidad de su lavado.

Resinas autopolimerizables: Su presentación es en dos pastas, una contiene el iniciador y la otra el activador cuando estos se unen ocurre una reacción donde aparecen radicales libres que promueven la polimerización del monómero BIS-GMA, así aparecen uniones entrecruzadas y queda una estructura final, aquí hay liberación de calor y contracción del polímero.

Ventajas: Menos contracción que los fotopolimerizables, menos cantidad de poros y menos cantidad de monómeros libres que propician mayor contracción (Phillips, 1991).

Desventajas: se debe dar un tiempo de 10 minutos para la colocación del arco en el slot del bracket (Chadma y Stein, 1996).

Resinas fotopolimerizables: Tienen menos pasos a seguir por parte del operador lo que implica resultados más rápidos y más fiables. Tienen un tiempo de trabajo sin límites. Chadma y Stein (1996) encontraron que la fuerza de adhesión de éstas resinas no difiere con el paso del tiempo a diferencia de las resinas autopolimerizables.

Sistema Adhesivo de restauración Filtek Z350 Flow de 3M ESPE

El restaurador fluido 3M Filtek Flow es una resina fluida de baja viscosidad, fotopolimerizada por luz visible y radiopaca. La unión a la estructura dental es lograda mediante el uso de un sistema de adhesión dental como 3M Single Bond, esta empaquetado en jeringas de 1cc, de dispensación directa por medio de las puntas dispensadoras desechables pre-dobladas, esta disponible en 6 tonos (A2, A3, A4, B1, B2, C2), se coloca por incrementos siendo 2.0mm el máximo incremento y se fotopolimeriza por 20 segundos.

Su composición es BIS-GMA (Bisfenol A digliceril etil metacrilato) y TEGMA (trietileno glicol dimetacrilato), contiene un polímero dimetacrilato (con patente en trámite) que modifica la reología del material y provee características únicas de manejo, permitiendo que el material fluya bajo presión manteniendo su forma en el sitio hasta ser fotopolimerizado.

El relleno de zirconia/silica provee de radiopacidad, resistencia al desgaste y fuerza física. La carga de relleno es de aproximadamente de 68% por peso (47% por volumen). El tamaño y rango de partícula es de 0.01-6.0 micrones, siendo un promedio de 1.5 micrones.

Sistema adhesivo de ortodoncia Transbond XT de 3M Unitek

El sistema adhesivo fotopolimerizable Transbond XT cementa los brackets metálicos y cerámicos a las superficies dentarias, esta disponible en jeringas y capsulas, su tecnología de fotopolimerización ofrece un mayor tiempo de trabajo, lo que garantiza una colocación exacta del bracket.

La viscosidad del adhesivo se diseñó para evitar que se deslice y el bracket se mueva de su sitio. Se compone de Sílice de cuarzo tratada con silano que corresponde al 70-80% de su peso, bisfenol diglicidil dimetacrilato éter (BIS-GMA) en un 10-20% de su peso, bisfenol bis (2-hidroxiethyl éter) dimetacrilato en un 5-10% de su peso, Sílice Silano no tratada en <2% y difenil hexafluorofosfato en <0.2% de su peso.

1.1 Antecedentes

En estudios in vitro que se han hecho con anterioridad, se ha mencionado que es necesario que un sistema adhesivo resista cargas de en 2.8 y 10 MPa (Miura et al., 1971) sin embargo Retief (1974) nos menciona que con fuerzas menores a 9.7MPa puede haber fracturas del esmalte cuando se utilizan fuerzas de decementado.

Con respecto a los sistemas adhesivos que se pretenden evaluar en ésta investigación Trites et al. (2004), determinaron que el sistema adhesivo de Transbond XT el más resistente a la tracción con un promedio de 8.76MPa. Datos coincidentes en diferentes investigaciones en donde se comparaban con diversidad de sistemas adhesivos entre los que se encuentra Enlight deOrmco (Otal, 2002; Verma et al., 2013).

Con referencia a factores que afecten la efectividad del sistema de adhesión, no dependientes del mismo, Otal (2002) nos mencionan los más comunes como lo son la selección del bracket, la contaminación y humedad durante la colocación, los problemas durante la polimerización y la fuerza de masticación. De igual manera nos menciona que en su revisión de literatura encontró que no existe uniformidad en la preparación de especímenes, procedimientos de adhesión, condiciones de conservación, etc., por lo que hay una discrepancia en la resistencia manejada en los estudios previos.

De acuerdo a los resultados de Gurel et al. (2014) en donde evaluaron la resistencia de dos sistemas adhesivos en términos de fuerza en 40 premolares superiores encontraron que Transbond XT en primer lugar con una resistencia a la tracción de 17.10MPa, coincidiendo con Sfondrini et al en 2011 en donde ellos realizaron la misma prueba pero en órganos dentarios bovinos recién extraídos, con una resistencia de 14.50MPa de Transbond contra 11.29MPa de Tetric Flow, ambos por arriba de los rangos aceptables de resistencia establecidos por Reynolds (1975) de 5.8-7.8MPa.

Sharma et al. (2014) en su experimento por medio de brackets metálicos adheridos a una muestra de 80 premolares recién extraídos, comparando un adhesivo de autocurado (Rely-a-Bond), un adhesivo de fotocurado (Transbond XT), un adhesivo de sexta generación de auto grabado (Transbond plus y un adhesivo de séptima generación de autograbado (Xeno V) encontró una resistencia de

15.49MPa por parte de Transbond XT, confirmando los resultados de los autores antes mencionados.

Por otro lado, Al-Saleh y El-Mowafy (2010) encontraron una resistencia a la tracción significativamente mayor por parte de Transbond XT (18.6MPa) frente a los demás sistemas empleados en brackets metálicos, sin embargo al hacer el mismo experimento en brackets cerámicos no hubo diferencia significativa frente a los demás sistemas empleados en términos de resistencia en MPa pero hubo una gran resistencia de los demás sistemas adhesivos comparándolos a ellos mismos con brackets metálicos y brackets cerámicos.

En una investigación por parte de Anand et al. (2014) con una muestra de 150 premolares extraídos repartidos en 5 grupos: Grupo A - Transbond MIP/Sustituto de saliva. Grupo B - Opal primo/Sustituto de saliva. Grupo C: Transbond MIP/saliva natural. Grupo D: Opal primo/saliva natural y Grupo E: Transbond XT/seco/grupo control. Se encontró que Transbond MIP y Opal Primo tienen una mayor resistencia al desprendimiento que Transbond XT ya sea con sustituto de saliva o con saliva natural, dando como recomendación ambos sistemas adhesivos como una alternativa para el bondeado de brackets con una fuerza de adhesión mayor que el *Estándar de oro* Transbond XT.

Por otro lado, los resultados de Banerjee y Banerjee (2011) en donde a través de 100 premolares superiores evaluó no solo Transbond y Enlight si no que entre los demás sistemas adhesivos se encontraba Fuji Ortho LC, Orthobond LC y Relybond, encontró a diferencia de los autores pasados que el sistema representado por Enlight de Ormco como el sistema de adhesión que más resistencia a la tracción mostro con una resistencia de 16.4MPa. En concordancia con esta investigación, Khan et al. (2015) donde encontró que el adhesivo convencional Enlight de Ormco tuvo mayor resistencia comparado con Ketac N100 en una muestra de 75 premolares extraídos repartidos en 3 grupos.

En 2007 Valleta et. al., realizaron un estudio en el cual comparaban tres sistemas adhesivos, Consize, Transbond y Fuji Ortho. A estos sistemas adhesivos los sometían a tres diferentes maneras de debondado: tracción, cizalla y torsión, los resultados de este estudio fue que en la prueba de tracción hubo diferencia significativa entre los tres grupos siendo el sistema Transbond el que presentó más resistencia al igual que en la prueba de torsión. A la prueba de cizalla Fuji Ortho mostro la menor fuerza de adhesión y los otros dos grupos (Transbond y Consize) no mostraron diferencia significativa.

De igual manera Sigüencia et al. (2014) realizaron un estudio comparando Transbond XT, Gren Gloo (Ormco) y Heliosit (Ivoclar) con una muestra de 60 premolares extraídos en grupos de 20 encontrando una diferencia en la resistencia a la tracción entre los materiales, estando con mayor resistencia Gren Gloo con un 7.5 MPa seguido de Transbond con 7.4MPa y por ultimo Heliosit con 6.9MPa

En 2009 Reicheneder et. al., al realizar un estudio donde comparaban sistemas adhesivos más comúnmente usados en ortodoncia, por medio de 160 premolares extraídos llegaron a la conclusión que el sistema adhesivo BluGloo de Ormco es el que presentaba más resistencia al cizallamiento que los demás sistemas adhesivos, mientras que el sistema adhesivo Fuji Orto presentaba más resistencia a la tracción, en este estudio se comparaban los siguientes sistemas adhesivos: Quick Bond de Forestadent (Sistema adhesivo químico y fotocurable), BluGloo de Ormco, Enlight LV de Ormco, Kurasper F de Kuraray Dental, Transbond LR de 3M Unitek, Light Bond de Reliance Orthodontic Products y Fuji Ortho LC de GC América.

Hablando de sistemas adhesivos ortodóncicos contra sistemas adhesivos de restauración existen muy pocas investigaciones al respecto.

La más destacada es por parte de Isber et al. (2011) en donde la muestra fue de 70 premolares superiores divididos en 5 grupos utilizando los siguientes sistemas adhesivos: 1.- Charisma (Heraeus Kulser). 2.- Tetric Ceram (Ivoclar Vivadent) 3.- TPH Spectrum (Dentsply) 4.- Z100 (3M ESPE) y 5.- Transbond XT (3M Unitek)

encontrando que TPH Spectrum el sistema adhesivo que presento mayor fuerza de adhesión con una resistencia a la tracción de 17.70MPa, seguido de Transbond XT con 17.15MPa, apoyando así las investigaciones en donde Transbond XT no es el sistema de adhesión que presenta mayor resistencia a la tracción y contradiciendo a los demás autores que afirman por medio de sus experimentos que Transbond Xt sigue siendo el estándar con mayor resistencia y considerando como referente a la adhesión en ortodoncia.

Abdelnaby y Al-Wakeel en 2008 hicieron un estudio en el cual comparaban 4 Sistemas Adhesivos, hicieron la recolección de 80 premolares extraídos por razones ortodóncicas y los dividieron en 4 grupos, los cuales les cementaron brackets con los siguientes sistemas adhesivos: Rely-a-Bond, Transbond XT, Transbond plus y RelyX unicem. Cada grupo se dividió en dos grupos de 10 especímenes a los cuales se le aplicó una fuerza de 120g por 30 minutos después del bondeado. Los resultados de este estudio colocaron al sistema adhesivo Transbond XT como el sistema que ejerce mayor resistencia tanto en los especímenes que se les colocó fuerza (10.7 ± 2.7 MPa) como en los que no se les aplicó fuerza después de la colocación del bracket (11.2 ± 3.1) y el sistema adhesivo RelyX unicem presento los menores valores de resistencia con 5.8 ± 1.5 MPa sin fuerza previa y $5.7 \pm$ MPa con fuerza previa.

En 2010 Chi et. al., Realizaron una investigación en la cual se hizo la recolección de 90 premolares extraídos por razones ortodóncicas en pacientes de 9-16 años, se dividieron en 3 grupos de 30 especímenes en los cuales se bondearon brackets con sistema adhesivo Transbond XT, Transbond plus y RelyX respectivamente. Las conclusiones de este estudio fueron que el sistema adhesivo RelyX de 3M ESPE presento más fuerza de adhesión y el sistema adhesivo Transbond XT presentaba más partículas de metal proveniente de los brackets, concluyendo así que el sistema adhesivo Transbond XT presenta más fallas de adhesión resina-bracket.

Sunilkumar et. al., en 2013, al comparar tres sistemas adhesivos de restauración, un sistema adhesivo de restauración posterior (Fortify de Bisco), un sistema adhesivo fluido para restauraciones clase V (Aliteflo de Bisco) y un sistema adhesivo dentinario (Pyramid de Bisco), encontró que el sistema adhesivo que más resistencia a la tracción tuvo fue el sistema adhesivo dentinario (Pyramid de Bisco) con una resistencia de 9.88 MPa. En este mismo estudio se sometieron los tres sistemas adhesivos a la prueba de cizallamiento, en donde se concluye que el sistema adhesivo dentinario ejerce más resistencia a la tracción y al cizallamiento que los demás sistemas adhesivos.

1.2 Planteamiento del problema

Desde la aparición de los adhesivos en el área de la odontología, se han utilizado en una amplia gama de materiales en todas las ramas de la ciencia médica, la ortodoncia no es la excepción.

Al inicio de la aparición de los brackets, la ortodoncia se llevaba a cabo mediante bandas en todos los órganos dentarios, ocasionando con ello una desmineralización del esmalte a causa de la acumulación de placa bacteriana en toda la periferia de la banda y no solo eso, si por alguna razón, el diagnóstico del órgano dentario no se hacía correctamente o alguna restauración presentaba filtración, el clínico tenía un obstáculo más para la obtención de la salud del diente, ocasionando en muchas ocasiones molestias al paciente o la pérdida del mismo.

Al paso del tiempo y gracias a las investigaciones realizadas en el pasado, se fueron introduciendo los sistemas adhesivos en ortodoncia, haciendo menos recurrente la desmineralización del esmalte y avanzando con los adhesivos, avanzaron la forma de los brackets y los sistemas en cómo fueron siendo colocados en la superficie dental.

En la actualidad los brackets en su mayoría contienen una malla metálica que sirve de retención para el adhesivo y este a su vez provee de una superficie compatible con el esmalte para la adhesión y permanencia en boca por el tiempo necesario, sin embargo, este adhesivo puede presentar fallas en su adhesión o de igual manera el paciente no lleva las indicaciones necesarias de cuidado y el bracket termina por desprenderse.

Este hecho trae como consecuencia no solo un trabajo extra para el ortodoncista si no que el tratamiento del paciente puede presentar un atraso, que de ser muy recurrente este problema, el tratamiento podría ampliarse por tiempo indefinido.

A pesar de los avances que hay en los sistemas adhesivos en la actualidad y las técnicas de adhesión empleadas, los retos para el ortodoncista son cada vez mayores en cuestión de “brackets tirados” ya sea por la técnica empleada deficientemente, por la falta de seguimiento de indicaciones del paciente o por algún otro factor.

Así el ortodoncista debe buscar maneras para poder hacer la colocación correcta de los brackets con técnicas limpias y sobre todo hacer la elección del sistema adhesivo más eficiente para este propósito.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo General:

Determinar cuál sistema adhesivo, el de ortodoncia Transbond XT de 3M o el sistema adhesivo de restauración Filtek Z350 Flow de 3M ESPE presenta mayor resistencia a la tracción de brackets metálicos.

2.2 Objetivo Particular:

1.- Medir la resistencia a la tracción del sistema adhesivo de restauración Filtek Z350 Flow de 3M ESPE

2.- Medir la resistencia a la tracción del sistema adhesivo ortodóncico Transbond XT de 3M Unitek

3.- Comparar la resistencia a la tracción de brackets metálicos bondeados con el sistema adhesivo de restauración Filtek Z350 Flow de 3M ESPE y el sistema adhesivo ortodóncico Transbond XT 3M Unitek.

4.- Medir el remanente de sistema adhesivo en la superficie dental del Sistema Adhesivo de restauración Filtek Z350 Flow de 3M ESPE.

5.- Medir el remanente de sistema adhesivo en la superficie dental del sistema adhesivo de ortodoncia Transbond XT de 3M Unitek.

3. METODOLOGÍA

3.1 Sujeto Experimental

El diseño del estudio realizado fue experimental *in vitro* llevándose a cabo en premolares extraídos por motivos ortodóncicos recolectados en la Clínica Odontológica Benjamín Moreno Pérez, perteneciente a la universidad Autónoma de Querétaro, dentro de los criterios de inclusión se encontraba que los premolares estuvieran libres de caries y que se recolectaran en un tiempo no mayor a 6 meses antes del estudio experimental (Fig. 1). Los criterios de exclusión fueron los premolares que en su superficie vestibular tuvieran fracturas, fisuras y/o algún daño que se haya hecho durante el procedimiento quirúrgico. Los criterios de eliminación consistieron en aquellos premolares que antes o durante la prueba con la maquina universal de pruebas sufrieran algún daño o complicación.



Fig. 1 Premolares extraídos por motivos ortodóncicos después de la limpieza con instrumentos ultrasónicos.

Los grupos experimentales se conformaron por 30 premolares extraídos que cumplían con los criterios de inclusión, los cuales fueron divididos en dos grupos de 15 premolares cada uno:

Grupo 1: Premolares que se les colocó brackets metálicos con sistema adhesivo de restauración.

Grupo 2: Premolares que se les colocó brackets con sistema adhesivo de ortodoncia.

3.2 Métodos.

- a) La recolección y selección de premolares extraídos fue realizada por razones ortodóncicas que cumplieran con los criterios de inclusión del estudio.
- b) Las muestras fueron lavadas con cepillo y pasta profiláctica sin flúor ProphyTech de Zeyco para eliminar restos de tejido blando remanentes del procedimiento quirúrgico.
- c) A fin de eliminar restos de tejidos mineralizados se utilizó instrumento ultrasónico Escariador Neumático S970 de NSK.

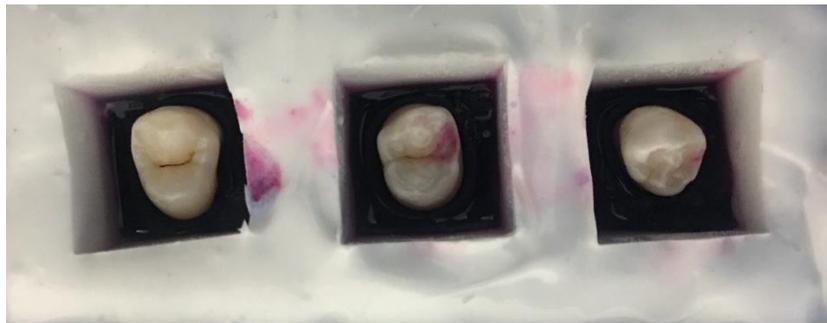


Fig. 2 Creación de cubos de acrílico con los premolares incrustados.

- d) Las piezas se colocaron en Solución de Cloruro de Sodio al 0.09% marca PiSA cambiando la solución cada 8 días.
- e) Para las pruebas mecánicas se realizaron moldes con silicón de calidad industrial marca poliform con las medidas necesarias para la colocación en la mordaza fija inferior de la maquina universal de pruebas.
- f) Se realizaron cubos a la medida de los moldes del silicón de calidad industrial con acrílico marca NicTone de MDC DENTAL de diferente color para cada grupo (Fig. 3) quedando de la siguiente manera:

- a. Grupo I: Acrílico naranja fluorescente NicTone MDC Dental color 06
- b. Grupo II: Violeta cristal NicTone MDC Dental color 19



Fig. 3 Cubos de acrílico con premolares incrustados.

- g) Se sumergieron los dientes en el centro de los moldes de silicón de calidad industrial de la marca poliform haciendo coincidir el eje longitudinal del diente con el centro del molde y la altura del cubo (Fig. 2).
- h) Se dejó polimerizar el acrílico en cada uno de los grupos y se procedió a colocar los cubos en un recipiente con solución salina al 0.9% marca PiSA.
- i) Se procedió a la colocación de brackets Microlog de prescripción Edgewise de la marca Borgatta Specilities slot 0.018''x0.022'' con una superficie malla de 12mm² conforme al siguiente procedimiento de colocación de brackets:
- j) Se pulió la superficie del esmalte con cepillo de cerdas duras y pasta profiláctica sin flúor ProphyTech de la



Fig. 4 Colocación de solución de Milton

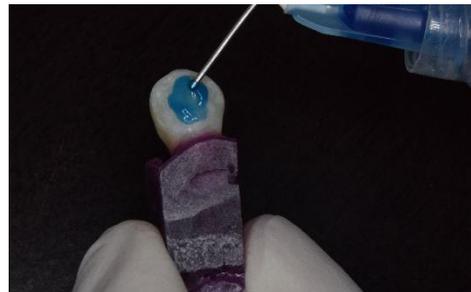


Fig. 5 Colocación de ácido ortofosfórico al 37%

marca Zeyco, se enjuago la superficie con abundante agua hasta quitar los residuos de pasta profiláctica.

- k) Se colocó hipoclorito de Sodio al 1% (solución de Milton) con la ayuda de un hisopo (fig. 4) y se realizaron movimientos circulares durante 5 segundos y dejando reposar la solución de Milton durante 25 segundos más con la finalidad de eliminar cualquier resto de materia orgánica presente.



Fig. 6 Enjuague con agua destilada estéril

- l) Se lavó con abundante agua y se procedió al secado de la superficie con algodón estéril.
- m) Se colocó ácido ortofosfórico al 37% Scotchbond Universal Etchant de 3M ESPE durante 15 segundos sobre la cara vestibular en la zona prevista para la colocación del bracket siguiendo las instrucciones del fabricante (Fig. 5).

- n) Se lavó durante 15 segundos la zona de la colocación del ácido ortofosfórico con abundante agua y se secó la superficie con aire comprimido (Fig. 6).

- o) Se colocó por medio del pocillo previsto por el fabricante, una ligera capa de adhesivo Transbond XT light cure adhesive primer de 3M Unitek para los cubos color violeta cristal pertenecientes a Sistema adhesivo de ortodoncia y una capa de adhesivo



Fig. 7 Colocación de primer en la superficie del esmalte acondicionada.

Adper Single Bond 2 de 3M ESPE para los cubos naranja fluorescente, pertenecientes al sistema adhesivo de restauración.

p) Se coloca en la superficie del bracket una ligera gota de resina Transbond XT light cure adhesive paste de 3M Unitek y se procedió a su colocación en la superficie vestibular de los premolares de los cubos violeta cristal a una distancia de 3.5mm de la cúspide vestibular, medido con el posicionador articulado marca Morelli y siento el eje del bracket paralelo al eje longitudinal del diente.



Fig. 8 Colocación de bracket en superficie del esmalte

q) Se corroboró la posición correcta del bracket por medio del posicionador articulado (Fig. 9), la vista vestibular y oclusal de dichos premolares y se procedió a la fotopolimerización del sistema adhesivo de ortodoncia con una lámpara de fotocurado DTE curing light LUX VI de Guilin Woodpecker Medical Instrument Co. (Fig. 10) Por un tiempo de 10 segundos en mesial del bracket y 10 segundos en distal del bracket siguiendo las indicaciones del fabricante.



Fig. 9 Revisión de correcta posición del bracket.

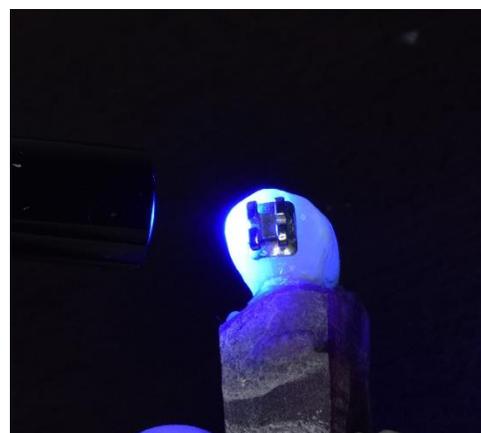


Fig. 10 Fotocurado en cara interproximal

r) Se colocó en la superficie del bracket una gota de Filtek Z350 XT Flowable Restorative A2 Shade y se procedió a su colocación en la superficie vestibular de los premolares de los cubos naranja fluorescente a una distancia de 3.5mm de la cúspide vestibular, medido con el posicionador articulado marca Morelli y siento el eje del bracket paralelo al eje longitudinal del diente



Fig. 11 Colocación de ligadura 0.010'' Masell en el contorno del bracket

s) Se corroboró la posición correcta del bracket por medio del posicionador articulado, la vista vestibular y oclusal de dichos premolares y se procedió a la fotopolimerización del sistema adhesivo de ortodoncia con una lámpara de fotocurado DTE curing light LUX VI de Guilin Woodpecker Medical Instrument Co. Por un tiempo de 10 segundos en mesial del bracket y 10 segundos en distal del bracket para una fotopolimerización uniforme.



Fig. 12 Colocación del espécimen en las mordazas

t) En cada uno de los especímenes se colocó dos tramos de ligadura metálica 0.010'' marca Morelli en todo el contorno de las aletas de los brackets entorchándose en dirección oclusal del diente (Fig. 11).

u) Se cortó la ligadura metálica a una distancia suficiente para poder colocarla en todo lo alto de la mordaza superior de la máquina de pruebas universales.

v) Se colocaron los cubos de acrílico en la mordaza inferior de la máquina universal de pruebas y se ajustó la ligadura en la mordaza superior de la misma máquina para hacer la prueba de tracción (Fig. 12).

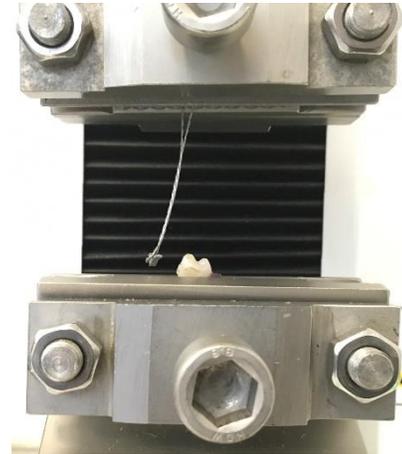


Fig. 13 Desprendimiento de bracket al aplicarle fuerza constante

w) Se ajustaron las mordazas para evitar el deslizamiento de la ligadura y del cubo de acrílico y comenzó a aplicarse una fuerza a 1mm por minuto según los parámetros

recomendados de la Organización Internacional de Normalización (ISO) en la forma ISO/TS 11405:2003 y utilizando el Software SPSS versión 2.0 hasta el desprendimiento del bracket (Fig. 13)

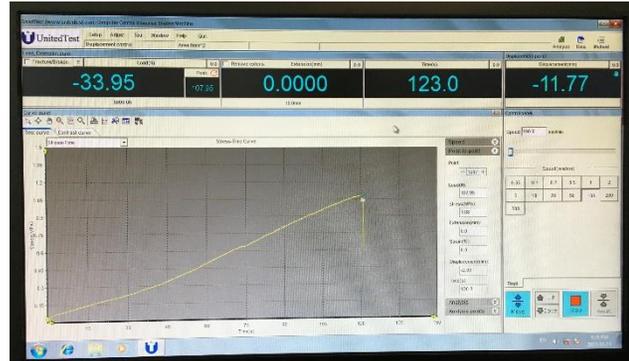


Fig. 14 resultados en Software de la prueba de tracción

x) Se recolectaron los resultados (Fig. 14), se realizó el análisis estadístico correspondiente al número de grupo y tipo de variables.

3.3 Análisis estadístico

Al realizarse el análisis descriptivo se obtuvo la media, desviación estándar y rango. Para determinar la distribución de las variables se utilizó la prueba Kolmogorov-Smirnov y para determinar la existencia de diferencias estadísticamente significativas se utilizó la prueba de t de Student para las variables cuantitativas y el test de Chi-cuadrada para las cualitativas utilizando el software GraphPath Prims.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Prueba de resistencia a la tracción.

En la tabla 1 y grafico 1. Se comparan los puntos máximos de carga en MPa de ambos grupos, observándose que los brackets cementados con sistema adhesivo de ortodoncia son los que presentan mayor resistencia a la tracción, presentando significancia estadística donde $p < 0.0001$.

Tabla 1. Comparación de resistencia a la tracción de sistema adhesivo de restauración y sistema adhesivo de ortodoncia

Variable	Grupo 1:	Grupo 2:	Valor de P
	sistema adhesivo de restauración (n=15)	sistema adhesivo de ortodoncia (n=15)	
	X±D.E		
	(Rango)		
Punto máximo carga (MPa)	6.19±2.43 (3.72-11.07)	10.5±2.17 (6.64-12.47)	<0.0001

X=media, D.E.= Desviación Estándar, MPa= Megapascuales, Prueba T de Student

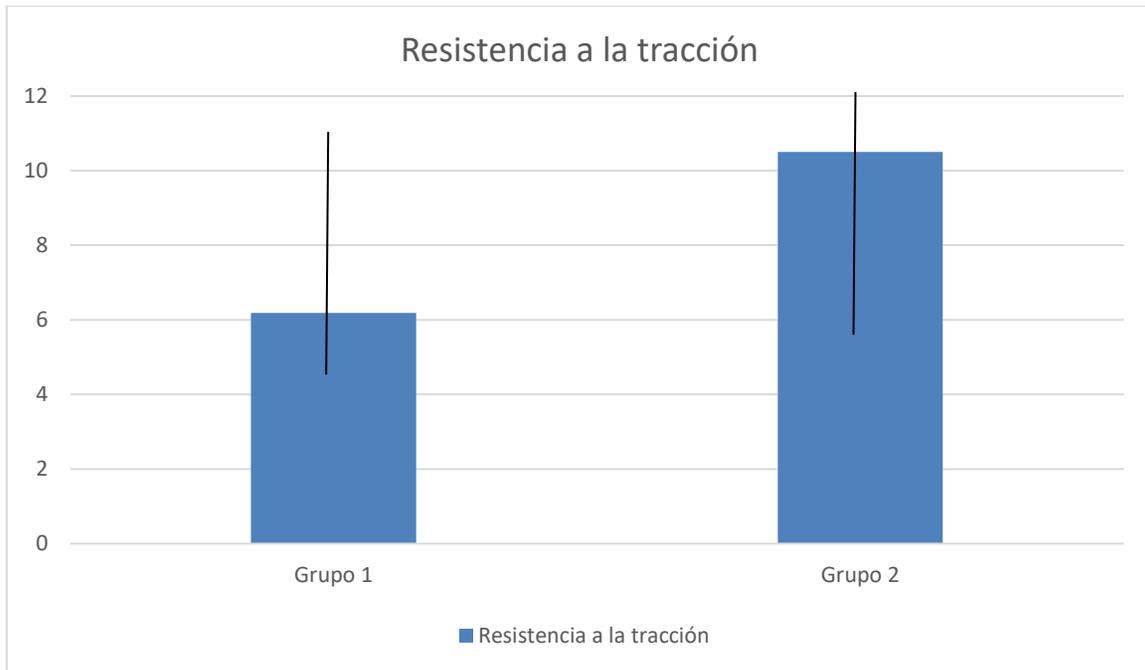


Grafico 1. En éste grafico se puede observar los puntos de carga máxima obtenidos en MPa, en los dos grupos con su rango.

4.2 Prueba de índice de adhesivo remanente (ARI).

Los resultados de la prueba de adhesivo remanente en la superficie del esmalte de ambos grupos fueron:

Para sistema adhesivo de restauración Escala 0= 6.66%, 1= 46.66%, 2=33.33, 3= 13.33%. Mientras que para el sistema adhesivo de restauración: Escala 0=20%, 1= 66.66%, 2= 13.33% y 3= 0%. Estadísticamente no hubo diferencia ya que $p > 0.05$.

Tabla 2. Frecuencia de distribución del Índice de Adhesivo Remanente (ARI)

Escala ARI**						
Grupos	0	1	2	3	N	
Sistema Adhesivo de Restauración	1(6.66%)	7(46.66%)	5(33.33%)	2(13.33)	15	$X^2:3.51$
Sistema Adhesivo de Ortodoncia	3(20%)	10(66.66)	2(13.33%)	0 (0%)	15	$P=0.941$

X^2 : Prueba de Chi cuadrada, Escala ARI= 0: sin remanente de adhesivo en diente, 1: queda menos del 50% de adhesivo en diente, 2: queda más del 50% del adhesivo en el diente, 3: queda todo el adhesivo con impresión de la malla del bracket

4.3 Discusión.

Los resultados emuestra que la adhesión de brackets metálicos a esmalte humano con un sistema adhesivo de ortodoncia ejerce más resistencia a la tracción que la adhesión de brackets metálicos a esmalte humano con un sistema adhesivo de restauración.

Desde que Newman en 1965 introdujo el acondicionamiento del esmalte propuesto por Buonocore en 1955 para la adhesión de brackets a la superficie del esmalte, se han propuesto diferentes alternativas para mantener la aparatología en boca.

Reynolds en 1975 propone que la resistencia para que la aparatología ortodóncica se mantenga en boca es de 5.9-7.9 MPa, en este estudio ambos grupos cumplieron con la fuerza de resistencia propuesta, sin embargo el grupo 2 de brackets cementados con sistema adhesivo de ortodoncia ejerce más resistencia con un promedio de 10.5 MPa, siendo superior la resistencia de esta investigación a la observada y recomendada por dicho autor.

Trites et. al., en 2004 realizó un estudio mediante la recolección de 270 dientes extraídos se les dividió en 3 grupos a los que fueron ondearon brackets metálicos con Transbond XT, Transbond Plus y First Step respectivamente, se hizo el debondeo de 30 brackets de cada grupo a las 24 horas, 30 días y 3 meses quedando Transbond XT como el sistema adhesivo que ejerce mayor resistencia al desprendimiento con 12.71 MPa, 10.42 MPa y 13.06 MPa en los tiempos mencionados, el sistema adhesivo que ejerció menos resistencia al desprendimiento fue First Step con 5.30 MPa, 3.46 MPa y 6.79 MPa, quedando por debajo de las recomendaciones de Reynolds de las fuerzas mínimas de adhesión. Esta investigación concuerda con los resultados de Trites con un 10.2 ± 2.43 MPa de resistencia.

Otal et. al., en 2002 realizó una investigación en la cual concluyó que Transbond XT presenta mayor resistencia a la tracción (6.45 MPa) que otros sistemas adhesivos ortodóncicos comparados. Por medio de 100 terceros molares extraídos se les colocó un bracket con los sistemas adhesivos de Transbond XT (3M Unitek), Sequence (Ormco), Enlight (Ormco), Rely-a-bond (Reliance Orthodontics Products) y System 1+ (Ormco), se sometieron a fuerza de tracción y se encontró que Transbond XT es el sistema adhesivo que presenta mayor resistencia con 6.45 MPa y Sequence de Ormco es el que menos resistencia presenta con 2.39 MPa. Si bien concuerda con los resultados de este estudio en donde Transbond XT es el sistema adhesivo que presenta mayor resistencia, presenta una diferencia de casi 4 MPa en los resultados de tracción.

Gurel et. al., (2014) al comparar el sistema adhesivo Transbond XT contra un sistema adhesivo pre revestido APC II en un total de 40 premolares extraídos encontró una resistencia al desprendimiento de 17.10 MPa por parte de Transbond XT por arriba de los resultados que obtuvimos en este estudio de 10.5 MPa y lejos de las recomendaciones de Reynolds en 1975 pero en concordancia de que Transbond es el sistema adhesivo que ejerce mayor resistencia al desprendimiento.

Al-Salem y El-Mowafy en 2010 realizaron un experimento con 100 premolares extraídos los cuales dividieron en 2 grupos y les colocaron brackets cerámicos y metálicos respectivamente, utilizaron 5 diferentes sistemas adhesivos: Transbond XT (3M Unitek), Esthetic cement system NC-100 (Kuraray), Rely-X-Unicem (3M ESPE), Biscem DC (Bisco) y Breeze (Pentrom) a los cuales les correspondieron 10 especímenes. Los resultados de este estudio fue que hubo diferencia significativa entre los sistemas adhesivos de dos pasos y los sistemas adhesivos autograbantes, presentando los primeros la mayor resistencia al desprendimiento y el sistema adhesivo Transbond XT aunque presentó mayor resistencia al desprendimiento (18.6 MPa en brackets metálicos y 22.7MPa en brackets cerámicos) no tuvo diferencia significativa frente al otro sistema adhesivo de dos pasos. En referencia al índice de remanente adhesivo en sistema adhesivo

Transbond XT presento una permanencia del adhesivo en la superficie del esmalte lo que corresponde a una falla en la adhesión resina-bracket, que concuerda con los resultados de este trabajo en donde la mayor falla fue en este mismo sitio de adhesión.

En congruencia con los resultados de este estudio, Valleta et. al., en 2007 realizaron un estudio en el cual comparaban tres sistemas adhesivos: Consise, Transbond XT y Fuji Ortho. A estos especímenes los sometían a tres diferentes pruebas de debondado; tracción, Cizalla y torsión. Los resultados de este estudio fueron que para la prueba de torsión y tracción el sistema adhesivo Transbond XT de 3M Unitek presentaron mayor resistencia que los demás sistemas adhesivos con Sharma et. al., en 2014 comparó el sistema adhesivo Transbond XT contra otros sistemas adhesivos como Rely-a-Bond (autocurable), Transbond Plus (autograbante) y Xeno V (séptima generación autograbante); encontrando una mayor resistencia al desprendimiento por parte de Transbond XT con una resistencia de 15.49 MPa. Por otro lado Al-Salem et- al en 2008 al realizar un estudio en el cual utilizaba el mismo adhesivo autograbante pero utilizando diferentes pastas adhesivas (Transbond XT, NC-100, Rely-X Unicem, Biscem DC y Breeze en brackets metálicos y cerámicos, encontró que los brackets metálicos y cerámicos cementados con Transbond XT ejercían mayor resistencia a la tracción que los demás grupos con una resistencia de 18.6 y 22.2 MPa respectivamente. Lo cual, si bien concuerda con los resultados de esta investigación que es que Transbond XT presenta mayor resistencia, está por arriba de la resistencia mostrada en este estudio que fue de 10.5 MPa.

Estudios han comparando el sistema adhesivo Transbond XT frente a otro sistema adhesivo de ortodoncia en donde no se ha encontrado mayor resistencia por parte de este sistema adhesivo. Reicheneder et. al, en 2009 al realizar la prueba de cizalla a diferentes sistemas adhesivos de ortodoncia (BluGloo de Ormco, Fuji Ortho de GC América, Transbond Lr de 3M Unitek, Enlight de Ormco, Kuraspey de Kararay y Light Bond de Reliance Orthodontic P.), encontró que los especímenes

en los cuales se había colocado el adhesivo BluGloo de Ormco es el que presentaba mayor resistencia con 7.42 MPa estando dentro de los parámetros establecidos por Reynolds para el adhesivo ortodóncico pero al realizar la prueba de tracción encontró que los especímenes que presentaban mayor resistencia eran los bondeados con el adhesivo Fuji Ortho de LC de GC América con 7.9 MPa. No concordando con los resultados de esta investigación en la cual Transbond XT es el que ha presentado mayor resistencia a la tracción con 10.5 MPa

De manera similar, los resultados de Banerjee y Banerjee 2011 concluyeron que Enlight de Ormco es el sistema adhesivo que presenta mayor resistencia al desprendimiento. Su estudio se basó en 100 premolares superiores y al enfrentar este sistema adhesivo contra Transbond XT, Fuji Ortho, Orthobond y Relybond. Los resultados de la prueba de tracción para Enlight fueron de 16.4 MPa, muy por encima de los resultados de este estudio y con un sistema adhesivo diferente, en este caso, el sistema adhesivo de ortodoncia Transbond XT obtuvo una resistencia de 14.6 MPa, aun así arriba de los valores obtenidos en este estudio.

Sigüenza et al. en su estudio en 2014 al colocar brackets a 60 premolares extraídos por razones ortodóncicas con sistema adhesivo Transbond XT, Greengloo y Heliosil encontró que el sistema adhesivo de Green Gloo de Ormco presentaba mayor resistencia a la tracción con 7.56 MPa vs un 7.43 MPa de Transbond XT y 6.98 MPa de Heliosil, Concluyendo que no hay diferencia significativa entre estos sistemas adhesivos, contrario a lo arrojado por el presente estudio en el cual no solo Transbond XT obtuvo diferencia significativa, sino que está por arriba de los resultados obtenidos por ella de 7.43 MPa vs 10.5 MPa de este estudio.

Sfondrini et. al en 2010, realizó un estudio en el cual hacia una comparación del Sistema adhesivo Transbond XT contra el Sistema Adhesivo de restauración Tetric flow de Ivoclar, un sistema adhesivo fluido como el utilizado en esta investigación ambos reforzados con fibras de resinas. Para esto utilizo un total de ochenta incisivos mandibulares de bovinos, los cuales coloco en un recipiente al

0.1% de timol, y encontró una resistencia mayor por parte de Transbond XT con una resistencia de 14.50 MPa, corroborando los resultados obtenidos en este estudio.

Por otro lado Isber, et. al., en 2010, realizó un estudio comparando 4 sistemas adhesivos de restauración (Charisma, Tetric Ceram, Z100 y TPH Spectrum) frente a un sistema adhesivo de ortodoncia (Transobond XT), para ello realizo la recolección de 70 premolares con los mismos criterios de inclusión de este estudio, los premolares recolectados fueron divididas en 5 grupos de 14 especímenes, se les coloco brackets de prescripción Edgewise. Los resultados de este estudio fueron una resistencia al desprendimiento mayor de los brackets colocados con el Sistema Adhesivo TPH Spectrum, con una resistencia de 17.70 ± 4.68 MPa seguido por el Sistema adhesivo Transbond XT con una resistencia de 17.15 ± 3.18 MPa concluyendo que no hubo alguna diferencia estadísticamente significativa, contrario a los resultados de este estudio.

En 2010 Chi et. al, recolectaron 90 premolares extraídos por razones ortodóncicas a los cuales los dividieron en 3 grupos cementando brackets con 3 diferentes sistemas adhesivos: Transbond XT de 3M Unitek, Transbond MIP de 3M Unitek y RelyX de 3M ESPE, los resultados arrojados por este estudio fueron que el sistema adhesivo RelyX es el sistema de restauración que mayor resistencia a la tracción presentó, contrario a los que observamos en este estudio que fue que el sistema adhesivo de ortodoncia Transbond XT obtuvo mayor resistencia a la tracción.

Adbelnaby y Al-Wakeel en 2008 hicieron la comparativa de dos sistemas de ortodoncia (Transbond XT y Transbond Plus) con dos sistema de rehabilitación (Rely-a-bond y RelyX) en ese estudio de 4 grupos formados por 20 especímenes fueron divididos en otros dos grupos cada uno para quedar con 10 especímenes cada grupos, 10 especímenes de cada grupo fueron sometidos a una fuerza de 120 gramos por 30 minutos después de colocar el bracket, los resultados mostraron que el sistema adhesivo de ortodoncia Transbond XT tuvo la mayor resistencia al

desprendimiento tanto en los grupos que fueron sometidos a una fuerza post bondeado como en los que no fueron sometidos, concordando con este estudio en el cual obtuvimos a Transbond como el sistema adhesivo con mayor resistencia frente a uno de restauración, el resultado estuvo más cercano a los valores obtenidos en este estudio ya que fueron de 10.7 MPa aplicando la fuerza de 120 gramos después de bondeado el bracket y de 11.2 MPa sin aplicar la fuerza frente a los 10.5 MPa obtenidos en este estudio.

4.4 Conclusión.

Conforme a los resultados obtenidos en este estudio podemos concluir que el Sistema adhesivo de ortodoncia cumple con las características necesarias y ejerce mayor resistencia al desprendimiento en brackets metálicos, cementados a esmalte sano. Sin embargo, el sistema adhesivo de restauración está dentro de los parámetros establecidos para la adhesión de brackets a esmalte humano, pudiendo ser una opción para la colocación de la aparatología ortodóncica por corto tiempo.

Cabe destacar que el sistema adhesivo de ortodoncia Trnasbond XT puede ser usado en pacientes que llegan a consulta con constante pérdida de brackets, como alternativa para una mejor adhesión y resistencia a ser desalojado, mientras que el sistema adhesivo de restauración Filtek Z350 Flow, se puede colocar en aquellos pacientes que no requieren de cuidados especiales cuando se habla de mantenimiento de aparatología fija en boca.

Debido a la fuerza que se aplicó antes del desprendimiento de brackets cementados con el sistema adhesivo de ortodoncia en este estudio (10.5 MPa) podemos recomendar el uso adecuado del mismo y el cuidado necesario para no dañar el esmalte dental, ya que la literatura nos menciona que la resistencia debe estar dentro de los 5.9-7.8 MPa para considerarse optima pero si sobrepasa los 9.7 MPa pude haber daño en el mismo.

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abdelnaby YL, Al-wakeel EES. Effect of early orthodontic force on shear bond strength of orthodontic brackets bonded with different adhesive systems. *Am J Orthod Dentofac Orthop* [Internet]. 138(2):208–14.
- Al-Saleh, M. and El-Mowafy O., 2010. "Bond Strength of Orthodontic Brackets with New Self-Adhesive Resin Cements." *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* 137 (4). American Association of Orthodontists: 528–33.
- Anand, M., Kaberi M., Sundaram V., and Nrengarajan K. 2014. "Comparison of Shear Bond Strength of Orthodontic Brackets Bonded Using Two Different Hydrophilic Primers: An in Vitro Study." *Indian Journal of Dental Research* 25 (2): 191.
- Bakhadher, W., Hassan H., Nabeel T., Nimmi A., and Vimal J. 2015. "Factors Affecting the Shear Bond Strength of Orthodontic Brackets – a Review of in Vitro Studies." *Acta Medica* 58 (2): 43–48.
- Banerjee, R. and Banerjee, S. 2011. "A Comparative Evaluation of the Shear Bond Strength of Five Different Orthodontic Bonding Agents Polymerized Using Halogen and Light-Emitting Diode Curing Lights: An *in Vitro* Investigation." *Indian Journal of Dental Research* 22 (5): 731–32.
- Bishara S. E., Gordan V. V., VonWald L., Jakobsen J. R., "shear bond strength of composite, glass ionomer and acidic primer adhesive systems." *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1999 jan; 115(1) :24-8
- Buonocore, M. G. 1955. "A Simple Method of Increasing the Adhesion of Acrylic Filling Materials to Enamel Surfaces." *Journal of Dental Research* 34 (6). SAGE Publications: 849–53.
- Chadma R. A., Stein E., "Time-related bond strengths of light-cured and chemically cured bonding systems: an in vitro study." *Am J Dentof Orthop* 1996; 10:378-382.
- Chu CH, Ou KL, Dong DR, Huang HM, Tsai HH, Wang WN. Orthodontic bonding with self-etching primer and self-adhesive systems. 2011;33(August 2010):276–81
- Daft K. S., Lugassy A. A. "A preliminary study of orthodontic treatment with the use of directly bonded brackets." *Am j Orthod* 1974; 65(4):407-418.
- Gange, P. 2015. "The Evolution of Bonding in Orthodontics." *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* 147 (4). American Association of Orthodontists: S56–63.

Gee A. J., Feilzer A. J., Davidson O. L., "True linear polymerization shrinkage of unfilled resins a composite determined with a limometer." *Den mater* 1993; 9(1):11-14.

Grabre A, Alicia DP. *Sistemas adhesivos en Odontología Restauradora Adhesives systems in Restorative Dentistry Introducción*. 2015;XVII.

Gungor A. Y., Turkkahraman H., Adanir N, Alkis H., "Effects of fluorosis and self etching primers on sher bond strength of orthodontic brackets." *Eur J Dent* 2009 jul; 3(3):173-7.

Gupta N., Kumar D, Palla A. "Evaluation of the effect of three innovatine recycling methods on the shear bond strenght of stainless steel brackets-an in vitro study." 2017;9(4).

Gurel, H. G., Yusuf S., Murat C., and Bulent C. 2014. "Comparison of Two Bonding Approaches in Terms of Bond Strength" 2 (1): 10–12.

Gwinnett, A. J., Matsui A. "A study of enamel adhesives" 1967, *archives of oral biology* 12(12):1615-IN46.

Isber, H., Aldrieli R. A., Guedes, P. E., Do Valle-Corotti K. M. and Furquim, D. 2011. "Comparative in Vitro Study of the Shear Bond Strength of Brackets Bonded with Restorative and Orthodontic Resins." *Brazilian Oral Research* 25 (1): 49–55.

Isci D., Sahin A. M., Alkis H., Elekdag-Turk S., Turk T. "Effects of fluorosis of the shear bond strength of orthodontic brackets bonded with a self-etching primer. *Eur J Orthod* 2011 Apr;23(2):230-5

Joseph, V. P., and Rossouw E. 1990. "The Shear Bond Strengths of Stainless Steel and Ceramic Brackets Used with Chemically and Light-Activated Composite Resins." *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* 97 (2). Elsevier: 121–25.

Kecik D, Cehreli SB, Sar C, Unver B. Effect of acidulated phosphate fluoride and casein phosphopeptide-amorphous calcium phosphate application on shear bond strength of orthodontic brackets. *Angle Orthod* 2008 Jan; 78(1): 129–33

Khan, S., Verma, S. and Maheshwari, S. 2015. "Effect of Acid Etching on Bond Strength of Nanoionomer as an Orthodontic Bonding Adhesive." *Journal of Orthodontic Science* 4 (4). Medknow Publications: 113.

Linklater, R. A., and Gordon. 2003. "Bond Failure Patterns in Vivo." *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* 123 (5): 534–39.

Lorenzo M. C., Portillo M., Moreno P., "in vitro analysis of femtosecond lasser as alternative to acid etching suitable bond strength of brackets to human enamel."

- Lasers Med Sci. 2014 May; 29(3): 897-905.
- McLean, J.W., Wilson A. D. "Glass ionomer cements." *Br Dent J* 196 (9):514-5.
- Miyazaki M., Hirohata N., "influence of self-etching primer drying time on enamel bond strength of resines composites." *J Dent* 1999; 27:203-207.
- Milia, E, Lallai, M. R. and Garcia-Godoy F. 1999. "In Vivo Effect of a Self-Etching Primer on Dentin." *American Journal of Dentistry* 12 (4): 167–71.
- Miura, F., Nakagawa, K. and Masuhara E. 1971. "New Direct Bonding System for Plastic Brackets." *American Journal of Orthodontics* 59 (4). Mosby: 350–61.
- Newman, G. V., Snyder, W.H., Wilson Jr C. E., and Hanesian, D. 1965. "Adhesives and Orthodontic attachments.(Preliminary Investigation)." *The Journal of the New Jersey State Dental Society* 37 (3): 113.
- Otal, V. 2002. "Artículo Original Resistencia a Las Fuerzas de Tracción de La Unión Esmalte-Bracket de Productos Adhesivos," 317–23.
- Pérez, T. and Toledano M. 2003. *Arte Y Ciencia de Los Materiales Odontológicos. Avances Médico-Dentales,*
- Phillips R. W. "Skinner's science of dental materials." 9th ed. Philadelphia: W. B. Saunders Co; 1991. p215-477.
- Retief, D. H. 1974. "Failure at the Dental Adhesive—etched Enamel Interface." *Journal of Oral Rehabilitation* 1 (3). Wiley Online Library: 265–84.
- Reicheneder CA, Gedrange T, Lange A, Baumert U, Proff P. Shear and tensile bond strength comparison of various contemporary orthodontic adhesive systems: An in-vitro study. *Am J Orthod Dentofac Orthop* [Internet]. 1972;135(4):422.e1–422.e6. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ajodo.2008.07.013>
- Reynolds, I. R. 1975. "A Review of Direct Orthodontic Bonding." *Br J Orthodont* 2: 171–78.
- Sfondrini, M. F., Cacciafesta, V. and Scribante, A. 2011. "Shear Bond Strength of Fibre-Reinforced Composite Nets Using Two Different Adhesive Systems." *European Journal of Orthodontics* 33 (1): 66–70.
- Sharma, S., Tandon, P., Nagar, A., Singh, A. and Chugh, V. K. 2014. "A Comparison of Shear Bond Strength of Orthodontic Brackets Bonded with Four Different Orthodontic Adhesives." *Journal of Orthodontic Science* 3 (2): 29–33.
- Shay K., Lloid P. M., Panhans M.A., Bates D. M. "The absence of an age effect on enamel solubility in phosphoric acid." *J Prosth Dent* 1988; 69(5):531-539.

- Siguenza V., Garcia A. and Bravo E. 2014. "Estudio in Vitro de La Resistencia a La Tracción de Tres Tipos de Resinas Fotopolimerizables Para Ortodoncia, En Brackets Metálicos a Esmalte Dental Humano." *Ortodoncia.Ws*, 1–17.
- Silverman, E., Cohen, M., Gianelly, A. and Dietz, V. 1972. "A Universal Direct Bonding System for Both Metal and Plastic Brackets." *American Journal of Orthodontics* 62 (3). Elsevier: 236–44.
- Sunilkumar P, Patil C, Baswaraj H, Putturaj KT, Sangolgi VC, Jayasudha K. ORIGINAL RESEARCH A Comparative Study of the Shear and Tensile Bond Strength using three types of Direct Bonding Adhesives on Stainless Steel Brackets - An In Vitro Study. 2013;5(August):26–9.
- Toledano, M., Osorio, R., Albaladejo, A., Aguilera, F. S., Tay, F. R. and Ferrari, M. 2006. "Effect of Cyclic Loading on the Microtensile Bond Strengths of Total-Etch and Self-Etch Adhesives." *Operative Dentistry* 31 (1). Operative Dentistry, Inc.: 25–32.
- Toledano M. Osorio R, Aguilera F. S. "Arte y ciencia de los matriales dentales." 1era edicion, 2003, Madrid: Ediciones Medico-Dentales, S.L.
- Triolo Jr, P. T., Swift Jr, E., Mudgil, A. and Levine, A. 1993. "Effects of Etching Time on Enamel Bond Strengths." *American Journal of Dentistry* 6 (6): 302–4.
- Trites, B., Foley, T. F. and Banting, B. 2004. "Bond Strength Comparison of 2 Self-Etching Primers over a 3-Month Storage Period." *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* 126 (6). Elsevier: 709–16.
- Valletta R, Prisco D, Santis R De, Ambrosio L, Martina R. Evaluation of the debonding strength of orthodontic brackets using three different bonding systems. 2007;29(October):571–7.
- Verma, G., Trehan, M. and Sharma, S. 2013. "Comparison of Shear Bond Strength and Estimation of Adhesive Remnant Index between Light-Cure Composite and Dual-Cure Composite: An in Vitro Study." *International Journal of Clinical Pediatric Dentistry* 6 (3): 166–70.
- Wang W. N., Li C. H., Clou T. H., Wang D. D., Li L. H., Lin C. T., "Bond Strength of various bracket base desings." *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2004 Jan; 125(1) :65-70.