



Universidad Autónoma de Querétaro
Facultad de Medicina
Especialidad en Ortodoncia

“EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA AL CIZALLAMIENTO DE TUBOS
METÁLICOS CEMENTADOS A ESMALTE CON 3 SISTEMAS ADHESIVOS
DISTINTOS”

Tesis

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

Presenta:

C.D. Karen Melissa Cárdenas Hernández

Dirigido por:

C.D.E.O. Verónica Reyes Reséndiz

C.D.E.O. Verónica Reyes Reséndiz
Presidente

C.D.E.O. Gisela del Sagrario Serrano
Hernández
Secretario

Dra. En C. Aidé Terán Alcocer
Vocal

C.D.E.O. Jesús Edgar Mandujano Pérez
Suplente

M.E.E.O. Luis Alberto Anguiano Martínez
Suplente

Centro Universitario, Querétaro, Qro.
Octubre 2019
México

Resumen

Introducción: Los tubos metálicos en los molares ha sido una tarea difícil para los ortodoncistas debido a la frecuente falla de adhesión. Para algunos pacientes adultos, se prefiere la unión de tubos metálicos en los molares en vez de las bandas debido a que hay menos acumulación de placa, menos inflamación gingival y menor pérdida interproximal durante el tratamiento ortodóncico. **Objetivo:** La presente investigación comparó la resistencia de cizallamiento de tres tipos distintos de adhesivos, el primer adhesivo a base de alcohol (Single Bond 3M), el segundo adhesivo a base de agua (One Coat Bond Coltene) y el tercer adhesivo a base de acetona (Solobond M. Voco). **Materiales y métodos:** 3 tipos de adhesivos fueron colocados en terceros molares extraídos y se conformaron 3 grupos de forma aleatoria cada uno integrado por 20 molares. Para la cementación de tubos se utilizó ácido ortofosfórico al 37%, adhesivo (según sea el grupo que conforma) y resina Transbond XT de la marca 3M, cada grupo fue evaluado en una maquina universal de pruebas a una velocidad de crucero de 1mm/minuto hasta que la fractura fue visible, los datos obtenidos se evaluaron por la prueba estadística ANOVA. **Resultados:** Al realizar el análisis estadístico del punto máximo de resistencia al cizallamiento de cada tubo en base al área, no se encontró diferencia significativa entre el adhesivo Single Bond (5.98 MPa) y el adhesivo One Coat Bond (5.98 MPa) al comparar la resistencia al cizallamiento por mm², sin embargo, se encontró diferencia significativa entre el adhesivo Single Bond (5.98 MPa) y el adhesivo Solobond M. (5.01 MPa), presentando mayor resistencia al cizallamiento por mm² el adhesivo Single Bond, de igual forma, se encontró diferencia significativa entre el adhesivo One Coat Bond (5.98 MPa) y el adhesivo Solobond M. (5.01 MPa), teniendo mayor resistencia al cizallamiento por mm² el adhesivo One Coat Bond, el análisis presento un valor P de 0.3211. **Conclusión:** Los adhesivos Single Bond y One Coat Bond tienen mayor resistencia al cizallamiento en comparación con el adhesivo Solobond M que tiene menor resistencia al cizallamiento.

Palabras Claves: Resistencia al Cizallamiento, Adhesivo, Transbond XT.

Summary

Introduction: The metal tubes in the molars have been a difficult task for orthodontists because of frequent adhesion failure. For some adult patients, metal tubes on molars are preferred over bands because there is less plaque buildup, less gum inflammation and less interproximal loss during orthodontic treatment.

Objective: This research compared the shear resistance of three different types of adhesives, the first acetone-based adhesive (Solobond M. Voco), the second water-based adhesive (One Coat Bond Coltene) and the third alcohol-based adhesive (Single Bond 3M). **Materials and methods:** 3 types of adhesives were placed on extracted third molars, 3 groups were formed randomly each consisting of 20 molars. For the cementation of tubes, 37% orthophosphoric acid was used, adhesive (depending on the group that makes up) Transbond XT resin of the 3M brand, each group was evaluated in a universal test machine at a cruising speed of 1mm/minute until the fracture was visible, the data obtained were evaluated by the ANOVA statistical test. **Results:** When performing the statistical analysis of the maximum shear resistance point of each tube based on the area no significant difference was found between Single Bond adhesive (5.98 Mpa) and One Coat Bond adhesive (5.98 Mpa) by comparing the shear resistance per mm², however, we found significant difference between Single Bond adhesive (5.98 Mpa) and Solobond M. adhesive (5.01 Mpa), with the Single Bond adhesive showing higher shear resistance per mm², Similarly, a significant difference was found between One Coat Bond (5.98 Mpa) and Solobond M. (5.01 Mpa), with the One Coat Bond having higher shear strength per mm², the analysis showed a P value of 0.3211. **Conclusions:** Single Bond and One Coat Bond adhesives have higher shear strength compared to Solobond M adhesive which has lower shear strength.

Keywords: Shear Resistance, Adhesive, Transbond XT.

Dedicatorias

El presente trabajo es dedicado a mis padres, por estar conmigo, por enseñarme a crecer y a que si caigo debo levantarme, por apoyarme y guiarme, por ser las bases que me ayudaron a llegar hasta aquí, por ayudarme y confiar en mi en todo momento y por no soltarme de la mano en todo el camino, gracias a ustedes soy lo que soy el día de hoy

Mis hermanos por ayudarme en cada paso que doy, aconsejarme, siempre estar ahí cuando los necesito, porque gracias a ustedes el sueño de estudiar la especialidad se pudo lograr.

A mis amigos por siempre apoyarme y escucharme cuando el estrés de la especialidad se hacía cada vez más grande, por confiar en que podría lograrlo, por brindarme su amistad a pesar de estar a kilómetros de distancia y no me dejaron sola.

Agradecimientos

Agradezco a Dios, por permitirme conocer a excelentes personas que en todo momento me apoyaron incondicionalmente, por brindarme el esfuerzo y las ganas de seguir adelante para complementar mi carrera profesional.

A mis padres Mirthala y Eugenio por su apoyo incondicional durante toda mi vida, consejos, ayuda, dedicación y amor, por haberme brindado todo lo necesario para estudiar y salir adelante. Gracias por los valores y perseverancia que me han inculcado para cumplir mis objetivos, sin ellos no hubiera podido lograr esta meta.

A mis hermanos por mantenernos siempre unidos y apoyándonos en cada etapa de la vida aun estando lejos de casa.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por el apoyo brindado para la financiación de este proyecto durante estos 2 años.

A mi asesora de tesis, C.D.E.O. Verónica Reyes Reséndiz, por brindarme su asesoría, por su dedicación, sus conocimientos y su tiempo que fueron importantes para la realización de esta tesis y ayudarme a mejorar cada día más.

AL Dr. Rubén Domínguez, por su esfuerzo, entrega, dedicación y apoyo incondicional durante todo el proyecto.

A mis profesores de la especialidad, por su tiempo, dedicación, esfuerzo y entusiasmo en los conocimientos que transmitieron durante la especialidad.

A mis compañeros de generación por ayudarme a conseguir las muestras, el apoyo, consejos, los momentos gratos que compartimos y compañerismo durante la especialidad.

Índice

| Contenido | Página |
|---|---------------|
| Resumen | ii |
| Summary | iii |
| Dedicatorias | iv |
| Agradecimientos | v |
| Índice | vi |
| Índice de cuadros | viii |
| Abreviaturas y siglas | ix |
| I. Introducción | 1 |
| II. Antecedentes | 3 |
| III. Fundamentación teórica | 5 |
| III. 1 Propiedades físicas y químicas de los solventes | 8 |
| III. 2 Recomendaciones clínicas relativas con los solventes | 9 |
| IV. Hipótesis o supuestos | 11 |
| V. Objetivos | |
| V. 1 General | 12 |
| V. 2 Específicos | 12 |
| VI. Material y métodos | |
| VI. 1 Tipo de investigación | 13 |
| VI. 2 Población o unidad de análisis | 13 |
| VI. 3 Muestra y tipo de muestra | 15 |
| VI. 4 Técnicas e instrumentos | 18 |
| VI. 5 Procedimientos | 19 |
| VII. Resultados | 22 |
| VIII. Discusión | 23 |

| | |
|---------------------------------------|----|
| IX. Conclusiones | 26 |
| X. Propuestas | 27 |
| XI. Referencias Bibliográficas | 28 |
| XII. Anexos | 32 |

Dirección General de Bibliotecas UNQ

Índice de cuadros

| Cuadro | | Página |
|---------------|---|---------------|
| Tabla 1. | Comparación de la resistencia al cizallamiento de tubos metálicos cementados a esmalte con 3 sistemas adhesivos distintos | 22 |

Dirección General de Bibliotecas UAQ

Abreviaturas y siglas

MPa: megapascales

mm²: milímetros cuadrados

μm: micra, es una millonésima parte de un metro

Hg: hectogramo, décima parte de un kilogramo

HEMA: 2 hidroxietilmetacrilato

nm: nanómetro

Dirección General de Bibliotecas UAQ

I. Introducción

Desde hace más de 25 años los tubos metálicos se unen directamente al esmalte en lugar de ser soldados a bandas y para ello, el procedimiento básico fue propuesto en 1955 por Buonocore atacar la superficie del esmalte con un ácido para provocar microporosidades que permitan la retención mecánica del medio de fijación (D'Attilio, 2005). El acondicionamiento del esmalte dental con la técnica de grabado ácido propuesta por Buonocore en 1955 revolucionó la odontología en todas sus ramas incluyendo a la ortodoncia. Diez años más tarde, la adhesión directa de la aparatología fija ortodóncica utilizando resina compuesta fue descrita por (Newman, 1965).

A partir del siglo XVIII se utilizaron las bandas como método de fijación de brackets, para solucionar apiñamientos dentales en ortodoncia, pero a través del tiempo fueron remplazadas por diferentes sistemas adhesivos que presentan mayores ventajas como estética, fácil remoción, menor lesión a tejidos periodontales, que facilitan la higiene oral del paciente (Caballero, 2011).

Los tubos ortodóncicos (tubos de acero inoxidable que permiten que los arcos pasen a través de ellos), habitualmente se sueldan a las bandas, pero también pueden pegarse (cementarse) directamente a los molares. El fracaso de los brackets, bandas o tubos molares retrasa el progreso del tratamiento con un aparato ortodóncico (Vivattanatipa, 2010).

La vinculación de los aditamentos ortodóncicos en los molares ha sido una tarea difícil para los ortodoncistas debido a la frecuente falla en la adhesión. Inevitablemente, para algunos pacientes adultos, se prefiere la unión de tubos en los dientes molares que las bandas debido a varias ventajas, por ejemplo, menos acumulación de placa, menos inflamación gingival y menor pérdida interproximal durante el tratamiento ortodóncico. Otras ventajas incluyen la disminución de la

dificultad para la revisión de caries y no hay espacios interproximales residuales después de retirar las bandas (Millett, 2001).

Además, la unión de los tubos en lugar de las bandas molares reduce el tiempo de trabajo de los dentistas y lleva a una menor acumulación de placa y/o inflamación gingival (Boyd RL, 1992), reduciendo así el riesgo de desmineralización del esmalte (Retief, 1975).

Un aditamento molar en condiciones de servicio debe ser capaz de resistir a la resistencia de tracción, cizalladura, torque, y soportar las tensiones funcionales (Maijer, 1981).

La ortodoncia se ha vuelto una de las especialidades de mayor demanda en la actualidad, día a día acuden nuevos pacientes al consultorio con el fin de mejorar la posición de sus dientes y su estética facial, uno de los pasos más importantes del tratamiento de ortodoncia es la colocación de los brackets y/o tubos metálicos, para lograr avances en el tratamiento ortodóncico, mantenerlos en su posición es sumamente necesario.

A pesar de que son muchos los factores por los que se puede dar una falla en la adhesión, y provocar un desprendimiento de los brackets y tubos metálicos, es transcendental conocer la resistencia al cizallamiento que poseen los tubos metálicos cementados a esmalte con diferentes sistemas adhesivos a base de acetona, agua y alcohol que usamos en nuestros tratamientos y si esta afecta o no a la adhesión.

En este estudio se observó que adhesivos poseen mejor resistencia al cizallamiento de tubos metálicos cementados a esmalte, esto beneficia tanto al paciente como al clínico, ya que, al tener un mejor cementado, contribuiremos a disminuir el desprendimiento de brackets y/o tubos metálicos, y por lo tanto, a lograr avances más rápidos en el tratamiento de ortodoncia.

II. Antecedentes

Hagger (1951) creó el primer adhesivo SEVRITION y cuya composición era la del ácido glicerofosfórico dimetacrilato. En un medio húmedo, la unión era inestable y se descomponía.

Buonocore (1955) describe el efecto sobre el esmalte de la aplicación de una solución ácida, que después se lavaba y secaba y con la que se obtenía un patrón de grabado con ácido de la superficie adamantina. El ácido actúa disolviendo selectivamente los extremos finales de los prismas de esmalte en la superficie, lo que consigue una superficie porosa e irregular, capaz de ser mojada y penetrada por una resina fluida, de baja viscosidad, que moja la superficie de los poros e irregularidades creadas por la disolución de los prismas de esmalte.

Bowen (1965) propone el primer adhesivo dentinario comercial, con una molécula, el NPG-GMA (Nfenilglicina-glicidil Metacrilato) que tenía carácter bifuncional, de forma que el extremo del metacrilato se uniría a la resina compuesta como material restaurador y el otro extremo se uniría a la dentina. Este adhesivo se comercializó como Cervident de la S:S: White. Los resultados clínicos a los 3 años mostraban un considerable 50% de fallos y más de la mitad de éstos tenía lugar en los primeros 6 meses de tratamiento. Las causas se atribuyen a las pobres propiedades de humectación, cristalizando post-secado, lo que reduce la superficie disponible para la unión con la resina compuesta.

En 1978, se comercializa el primer adhesivo dentinario a base de fosfatos, Clearfil Bond System de Kuraray, que contenía un monómero hidrófobo, el metacriloxietil-fenil-hidrógenofosfato, junto con un metacrilato hidrosoluble, HEMA (Hidroxietilmetacrilato) e incorporando activadores químicos, por lo que se presentó como un sistema de dos componentes, es lo que los promotores de la reacción de polimerización se repartían entre ambos componentes. Su mecanismo de unión se basaba en la interacción entre los fosfatos, el calcio de la dentina y del esmalte sin

grabar. La capacidad de adhesión era todavía muy pobre debido a la poca capacidad de humectar la dentina, y se situaba alrededor de los 3 Mpa, valores que mejoraron cuando fue utilizado junto a una técnica de grabado ácido del esmalte, también el de la dentina (grabado total) (Cardoso et al., 2011).

Spencer et al. (2003) sostienen que la estrategia de los sistemas de adhesión a dentina vigentes actualmente se centra en la formación de una capa híbrida sobre la superficie dentinaria, la cual consta de monómeros polimerizados dentro de un enmallado colágeno de la dentina formando una traba micromecánica. Con los sistemas adhesivos tradicionales de grabado y lavado, esta técnica de infiltración requiere humedad en la superficie de dentina para apoyar las fibras de colágeno, permitiendo por lo tanto una penetración adecuada de la resina para generar una interfaz mineral/colágeno/ resina.

Lobato (2013) describe los tubos y brackets como los aditamentos ortodóncicos más empleados rutinariamente en los tratamientos. Ambos presentan una base con área y forma distinta además de sufrir fuerzas oclusales diferentes, por lo que estudio el efecto que tienen los nuevos biomateriales en la eficacia adhesiva de ambos aditamentos ortodóncicos, al igual que la temperatura que deben tener en el momento de la cementación para conseguir una óptima adhesión tubo/bracket-esmalte concluyendo que los tubos muestran una mayor eficacia adhesiva que los brackets al cementarse sobre esmalte si se emplea un cemento tradicional de ortodoncia o un composite fluido, así como si se cementan con aditamentos con compómero incorporado junto a un sistema adhesivo.

III. Fundamentación teórica

La adhesión es el resultado de un conjunto de interacciones que contribuyen a unir dos superficies, el esmalte por un lado y la base del bracket por otro. Esta unión se produce por medio de un cemento. Los dos tipos de adhesión que pueden producirse en ortodoncia son:

- Adhesión mecánica: se realiza por la penetración del 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 en forma de uniones iónicas o covalentes. La adhesión debe ser un proceso reversible que no deje secuelas una vez finalizado el tratamiento (Toledano, 2003).

El conjunto formado en el proceso de unión en ortodoncia está constituido por tres componentes:

- El sustrato que puede ser el esmalte, metal, cerámica o composite
- El cemento o adhesivo
- El bracket y/o tubos

La aplicación previa de una resina que forma una interfase entre el sustrato y el elemento a unir produce un aumento en las fuerzas de adhesión entre el bracket y el esmalte. Actualmente, la adhesión de brackets y/o tubos con previa utilización de un acondicionador para el esmalte y un adhesivo, es la práctica actual en nuestra clínica (Albaladejo, 2006).

Un sistema adhesivo es el conjunto de materiales que sirven para realizar todos los pasos de la adhesión del material restaurador al diente, como son la preparación de la superficie del esmalte, adhesión química y/o micromecánica a esmalte y adhesión química al material restaurador (Toledano, 2003).

El procedimiento adhesivo consta de tres componentes básicos:

1) Un acondicionador ácido, que tiene la finalidad de modificar química y morfológicamente la estructura del esmalte para permitir a los siguientes materiales adherirse mecánica y químicamente a esta superficie.

2) Un adhesivo o primer, que penetra y moja toda la zona descalcificada para facilitar el contacto de la resina adhesiva con el esmalte desmineralizado. Sus funciones son mejorar la humectabilidad del esmalte acondicionado y vehiculizar la resina adhesiva hacia el interior del esmalte descalcificado.

3) Una resina, la cual se disuelve con el adhesivo y penetra en el esmalte, sirviendo de puente entre las dos superficies a adherir, el esmalte y el material restaurador. Además, la resina adhesiva confiere una flexibilidad y resistencia adecuadas a la zona del esmalte infiltrado (Perdigao, 1997).

Acondicionador ácido:

El ácido ortofosfórico disuelve los cristales del esmalte en las estructuras prismáticas, lo cual produce una superficie rugosa capaz de producir una retención micromecánica (Miyazaki, 1999). El grabado ácido crea unos poros en la superficie de esmalte con una profundidad que oscila entre los 5 y los 50 μm . Generalmente las fuerzas de adhesión que producen los composites basados en resina cuando es utilizado ácido ortofosfórico al 37% para acondicionar el esmalte, son de 20-25 MPa (Milia, 1999). En ortodoncia, el grabado con ácido ortofosfórico es la técnica más utilizada para la preparación de la superficie del esmalte (Toledano, 2003).

Adhesivo o primer:

El primer (adhesivo) está constituido por monómeros hidrofílicos que mejoran la humectabilidad y la infiltración de la resina sobre la superficie (Toledano, 2006); de un solvente, que puede ser acetona o alcohol, que permiten atrapar la humedad de la superficie del esmalte (Pashley, 2003); diluyentes que lo dotan de mayor fluidez para que pueda penetrar mejor por el esmalte desmineralizado (Nunes, 2001); canforoquinonas, que son fotoactivadores que inician la cascada de polimerización y son capaces de aumentarla con el consiguiente aumento de las fuerzas de adhesión. La composición del primer va a influir directamente en las fuerzas de adhesión obtenidas (Toledano, 2006).

El primer (adhesivo) se puede unir a cualquier composite quimiopolimerizable o fotopolimerizable. Su utilización clínica requiere, después del grabado ácido y secado de la superficie del esmalte hasta el aspecto blanquecino, la aplicación de este sobre la superficie descalcificada durante el tiempo aconsejado por el fabricante con el fin de dejarlo penetrar adecuadamente, de lo contrario, pueden quedar zonas sin infiltrar que harán disminuir la eficacia adhesiva. Una vez transcurrido este tiempo se debe secar, indirectamente, para no remover la capa del primer aplicado y así evaporar el solvente junto a las moléculas de agua que haya captado (Albaladejo, 2006).

El factor más relevante que influencia las propiedades de manejo de los adhesivos dentinarios es el solvente utilizado. El solvente es un vehículo altamente volátil que transporta los monómeros de los primers. Además, mejoran la humedad y la penetración de los monómeros hidrofílicos e hidrofóbicos. Después de la infiltración de la malla colágena expuesta, el solvente ha hecho el trabajo duro y debe ser removido por evaporación. Corrientemente, los primers o los adhesivos de una sola botella contienen una base de acetona, alcohol (etanol) o agua, o una combinación de acetona y agua.

Algunos fabricantes aseguran que los agentes de enlace trabajan sobre dentina seca y húmeda (técnica de tolerancia). La realidad es que hay una superficie ideal para cada agente de enlace dentinario, dependiendo del solvente y de los monómeros, sobre los cuales están basados (Tay, 1999).

El continuo desarrollo de los sistemas adhesivos ha permitido dividirlos en dos grupos. El primer grupo está constituido por los sistemas adhesivos de grabado total: estos sistemas adhesivos de grabado y lavado requieren de una fase previa de acondicionamiento del tejido con ácido, como el ácido ortofosfórico al 37%, el cual proporciona una superficie porosa e irregular que permite la penetración de monómeros de resina polimerizable, y así brindar la retención micromecánica a través de los “tags” de resina. Este proceso de grabado elimina la capa de barrillo dentinario, lo cual facilita la interacción del adhesivo con la red colágena expuesta, garantizando la infiltración del adhesivo y sellado de los túbulos dentinarios. (Mithiborwala, 2012)

El segundo grupo es el de los sistemas adhesivos autograbadores. Caracterizados por monómeros ácidos que no requieren lavado, estos sistemas adhesivos se han popularizado debido a su simplicidad técnica, que requiere menos pasos y elimina la necesidad de juicio clínico acerca de la humedad residual de la dentina (Grégoire, 2009).

Van Meerbeek et al. (2010) reportan valores de resistencia de unión de aproximadamente 20 MPa.

III. 1 Propiedades físicas y químicas de los solventes

Acetona:

La acetona es un agente secante químico que no tiene la capacidad de volver a humedecer la superficie de la dentina deshidratada. Esto significa, que no es capaz de expandir e infiltrar la malla de colágeno colapsada. En otras palabras, los primers

a base de acetona no trabajan sobre dentina seca. Sin embargo, ellos son excelentes sobre dentina húmeda, ya que, la malla de colágeno está expandida y la acetona fácilmente infiltra esta malla, reemplazando el agua. Como se mencionó, después de la infiltración, el solvente debe ser removido. La acetona tiene una alta presión de vapor de 200 mm Hg a 37°C y puede ser removido fácilmente con secado por aire (Finger, 2000).

Agua:

El agua como solvente en los agentes dentinarios es el extremo opuesto de la acetona. Ésta tiene una capacidad excelente de rehumedecer y por lo tanto es capaz de infiltrar y expandir la malla de colágeno colapsada. Consecuentemente, los agentes dentinarios a base de agua deben ser usados sobre dentina seca. Usándolos sobre dentina húmeda; pueden producir un sobre humedecido dificultando el sellado completo de los túbulos dentinarios por la no formación en estos lugares de los tags de resina (Gruythuysen, 2002).

Etanol:

Las propiedades del alcohol que tiene una presión de vapor de 115 mm Hg a 37°C, como solvente en los agentes dentinarios, están localizadas entre la acetona y el agua. Dependiendo de qué técnica se va a aplicar, tiene la capacidad para trabajar sobre dentina seca o mojada. Sobre superficie seca se incrementa el tiempo de contacto y, sobre la húmeda se deben aplicar múltiples capas (Hara, 1999).

III. 2 Recomendaciones clínicas relativas con los solventes

A base de Acetona:

Dejar la superficie húmeda. Aplicar primers o una sola botella de adhesivo (DBA) inmediatamente después de dispensado por la botella. De lo contrario, se desvanecerá en el aire antes de ser usado. Inmediatamente aquí significa de 5 a 10

segundos. Aplicar dos capas de material (cada aplicación ayuda a remover el agua que se deja con la técnica húmeda). Secar o evaporar con aire.

Si la superficie de dentina es deshidratada por error antes de la aplicación del primer a base de acetona, esta dentina tiene que ser humedecida con agua antes de proceder al enlace (Harmon, 1999).

A base de Agua:

Secar la superficie grabada, pero no excesivamente. Detenerse cuando la superficie dentinaria ya no esté brillante. Mientras más tiempo se seque, más tiempo es requerido para la rehidratación. Aplicar primers (o simple botella DBA), permitiendo su contacto con la superficie dentinaria por 30 segundos que es el tiempo que se necesita para expandir la malla colágena colapsada. Secar la superficie extremadamente bien (Abdalla, 1998).

A base de Etanol:

Secar suavemente la superficie grabada con torundas de algodón. No disecar la superficie. No debe haber nada de agua visible, pero la dentina debe estar brillante. Aplicar primers (o la sola botella DBA) dejarla por suficiente tiempo (al menos 30 segundos) para infiltrar la malla de colágeno. Secar la superficie extremadamente bien, para no dejar restos de etanol (Harmon, 1999).

IV. Hipótesis

Hipótesis de trabajo

El tubo metálico cementado a esmalte con un sistema a base de acetona presenta mayor resistencia al cizallamiento en comparación de los cementados con un sistema a base de alcohol o a base de agua.

Hipótesis nula

El tubo metálico cementado a esmalte con un sistema a base de acetona no presenta mayor resistencia al cizallamiento en comparación de los cementados con un sistema a base de alcohol o a base de agua.

IV. 1 Pregunta de investigación

¿Cuál tubo metálico cementado a esmalte presenta mayor resistencia al cizallamiento, el adherido con un sistema a base de acetona, a base de agua o a base de alcohol?

V. Objetivos

V. 1 Objetivo general

Determinar cuál sistema de adhesión presenta mayor resistencia al cizallamiento de tubos metálicos cementados a esmalte, el sistema a base de acetona, a base de agua o a base de alcohol.

V. 2 Objetivos específicos

- Evaluar la resistencia al cizallamiento de tubos metálicos cementados a esmalte con un sistema adhesivo a base de acetona (Solobond M. Voco).
- Evaluar la resistencia al cizallamiento de tubos metálicos cementados a esmalte con un sistema adhesivo a base de agua (One Coat Bond. Coltene).
- Evaluar la resistencia al cizallamiento de tubos metálicos cementados a esmalte con un sistema adhesivo a base de alcohol (Single Bond. 3M).
- Comparar los 3 sistemas adhesivos.

VI. Material y métodos

VI. 1 Tipo de investigación

La investigación se llevó a cabo en 60 terceros molares maxilares y mandibulares extraídos por motivos ortodóncicos (Fig.1), los cuales se almacenaron en una solución de suero fisiológico a temperatura ambiente por un periodo máximo de ocho meses después de la extracción. El diseño de este estudio fue experimental in vitro.



Fig. 1 Terceros molares extraídos por motivos ortodóncicos

VI. 2 Población o unidad de análisis

Se recolectaron los especímenes (Terceros Molares Maxilares y Mandibulares) en la Clínica Benjamín Mórolo Pérez de la facultad de Medicina de la UAQ, el investigador estuvo presente al momento de realizar la extracción por motivos ortodóncicos y se invitó a cada paciente a participar en la investigación, explicándole con detalle los objetivos, justificación. Al aceptar participar se le solicitó la donación de su órgano dental extraído.

Todos los órganos recolectados fueron utilizados solamente para los objetivos del presente estudio, una vez finalizado se descartaron conforme a las normas de bioseguridad de la institución.

Los órganos dentales fueron almacenados en una solución fisiológica a temperatura ambiente (no más de 8 meses posterior a su extracción), se establecieron 3 grupos de estudio de forma aleatoria, cada uno de ellos está conformado por terceros molares maxilares y mandibulares, el primer grupo (grupo control) se cementó el tubo de la marca GAC con el adhesivo de la marca 3M (Single Bond) que es a base de alcohol, al grupo 2 se cementó el tubo de la marca GAC con el adhesivo de la marca Coltene (One Coat Bond) que es a base de agua, y al grupo 3 se cementó el tubo de la marca GAC con el adhesivo de la marca Voco (Solobond M) que es a base de acetona.

Los órganos dentales se colocaron en cilindros de resina acrílica de auto curado de diferentes colores por cada grupo para facilitar su reconocimiento (Fig.2), el grupo 1 es de color azul, el grupo 2 es de color verde y el grupo 3 es de color rosa, de manera que los molares quedaron en una base sólida para posteriormente colocarlas en la maquina universal de pruebas.



Fig.2. Cilindros de resina acrílica

VI. 3 Muestra y tipo de muestra

VI. 3.1 Criterios de selección

Los criterios de inclusión son: terceros molares sanos, terceros molares con indicación de extracción por motivos ortodóncicos, terceros molares extraídos en un periodo máximo de 8 meses.

Los criterios de exclusión son: terceros molares que presentaron caries, terceros molares fracturados, terceros molares con alteraciones de esmalte.

Los criterios de eliminación son: terceros molares que sufrieron algún tipo de fractura durante el procedimiento y que no se pudieron evaluar las variables de interés.

VI. 3.2 Variables estudiadas

Variable dependiente

| Variable | Definición conceptual | Definición operacional | Tipo de variable | Escala de medición | Unidad de medida |
|------------------------------|--|---|------------------|--------------------|------------------|
| Resistencia al cizallamiento | Define la resistencia elástica de un material cuando se aplica una fuerza cortante que es tangente a la superficie sobre la que actúa. | Se medirá a través de una maquina universal de prueba | Cuantitativa | Continua | Megapascales |

Variable independiente

| Variable | Definición conceptual | Definición operacional | Tipo de variable | Escala de medición | Unidad de medida |
|--|---|--|------------------|--------------------|------------------|
| Solobond M. Voco (adhesivo a base de acetona) | Es un adhesivo para esmalte y dentina, mono-componente y fotopolimerizable. | Este adhesivo de grabado total se aplica en una sola capa. Activado por luz visible a 30 segundos. | Cuantitativa | Continua | Mililitros |
| Adhesivo de quinta generación Single Bond. 3M (adhesivo a base de alcohol) | El adhesivo original Adper Single Bond: BisGMA, HEMA, dimetacrilatos, etanol. | Es un agente adhesivo dental de grabado total, activado por luz visible en tan sólo 10 segundos que incorpora un relleno de sílica de 5 nm de diámetro que representa un 10 por ciento de su peso. | Cuantitativa | Continua | Mililitros |

| Variable | Definición conceptual | Definición operacional | Tipo de variable | Escala de medición | Unidad de medida |
|--|---|--|-------------------------|---------------------------|-------------------------|
| One Coat Bond. Coltene (adhesivo a base de agua) | Es un adhesivo para esmalte, la dentina y superficies de composite, este adhesivo universal puede usarse en reparaciones para coronas de metales preciosos, no preciosos, de composite y cerámicas. | Se coloca frotando la cavidad y activado por luz visible durante 30 segundos | Cuantitativa | Continua | Mililitros |

Dirección General de Bibliotecas UAQ

VI. 4 Técnicas e instrumentos

La técnica que se realizó fue la colocación de tubos metálicos a esmalte dentario por medio de adhesivos y resina.

Instrumentos a utilizar:

1. Terceros molares maxilares y mandibulares extraídos por motivos ortodóncicos, colocados en cilindros de acrílico
2. Suero Fisiológico.
3. Pieza de baja velocidad.
4. Resina acrílica de autocurado colores azul, verde y rosa
5. Monómero.
6. Godete.
7. Espátula para cemento.
8. Piedra pómez.
9. Cepillo desechable para profilaxis.
10. Hipoclorito al 5.25%
11. Ácido ortofosfórico al 37% (Fig.3)
12. Microbrush.
13. Adhesivo One Coat Bond Coltene (Fig.5)
14. Adhesivo Solo Bond M. Voco (Fig.6)
15. Adhesivo Single Bond 3M (Fig.7)
16. Resina 3M Trans bond XT (Fig.4)
17. Lámpara 3M ESPE Elipar
18. Explorador.
19. Pinza porta bracket.
20. 60 tubos de la marca GAC
21. Máquina universal de pruebas (Instron).
22. Guantes.
24. Cubrebocas.
25. Campos.
26. Batas.
27. Lentes de protección.



Fig. 3 Acido ortofosfórico al 37%



Fig. 4 Resina Transbond XT



Fig. 5 Adhesivo One Coat Bond



Fig. 6 Adhesivo Solobond M



Fig. 7 Adhesivo Single Bond

VI. 5 Procedimientos

VI. 5.1 Cementado de brackets.

Se preparó la mesa de trabajo y posteriormente la superficie vestibular de cada molar se limpió con piedra pómez, utilizando un cepillo para profilaxis a baja velocidad, se irrigó con agua y se secó con flujo de aire, libre de aceite, durante aproximadamente 10 segundos.

Se aplicó hipoclorito de sodio al 5.25% por 15 segundos en la cara vestibular de cada molar (Fig.8), se lavó con agua y se secó con flujo de aire libre de aceite. Se grabó con ácido ortofosfórico al 37% de la marca Coltene por 30 segundos (Fig.9), se lavó con agua y se secó con flujo de aire libre de aceite con el adhesivo a base de agua One Coat Bond (Coltene), se lavó con agua y se secó con torundas de algodón con el adhesivo a base de alcohol Single Bond (3M), se lavó con agua y posteriormente se colocó el adhesivo a base de acetona Solobond M. (Voco). Se froto suavemente con un microbrush el adhesivo dependiendo el grupo que conforma la superficie vestibular de los órganos dentales por aproximadamente 15 segundos (Fig.10).



Fig.8 Hipoclorito de sodio al 5.25%

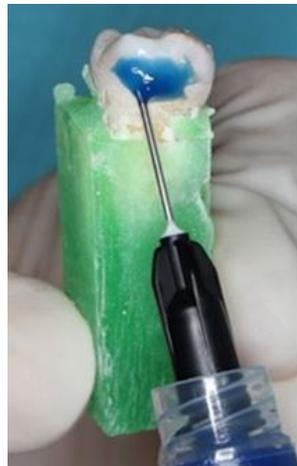


Fig.9 Acido ortofosfórico al 37%



Fig.10 Adhesivo Coltene

Se aplicó un chorro de aire libre de aceite para homogenizar el adhesivo, se aplica una delgada capa de resina Trans bond XT de la marca 3M en la malla del tubo (Fig.11), se cementaron los tubos en la cara vestibular de los órganos dentales (Fig.12), se presionó suavemente y se retiraron los excesos de resina con un explorador (Fig.13), se fotopolimerizó con una lampara de luz LED marca 3M ESPE Elipar con una intensidad de luz de 1200 mW/cm² fotocurado por 30 segundos (Fig.14).

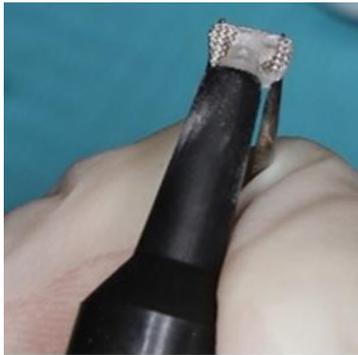


Fig.11 Resina en malla del tubo



Fig.12 Cementado de tubo



Fig.13 Retiro exceso de resina



Fig.14 Fotopolimerización de tubo

VI. 5.2 Prueba de fuerza de adhesión.

Se midió la resistencia al cizallamiento de los tubos al esmalte mediante la aplicación de fuerza al tubo en una maquina universal de prueba marca CMS Metrology Modelo WDW-5Y (Fig.15), la cual está debidamente calibrada a una velocidad de crucero de 1mm/minuto hasta que la fractura sea visible.

Los valores de fuerza de adhesión se registraron en newtons para después convertirlos a megapascales (MPa).

Se realizaron las pruebas estadísticas pertinentes que fueron utilizadas para determinar la distribución de las variables según el tipo de análisis correspondiente. Se realizaron las pruebas por cada grupo, cada diente se colocó en posición vertical y el aditamento de cizalla fue posicionado en la base del tubo (Fig.16).



Fig.15 Maquina Universal de prueba marca CMS Metrology Modelo WDW-5Y



Fig.16 Aditamento de cizalla y prueba de fuerza

VI. 5.3 Análisis estadístico

Se realizó el análisis estadístico ANOVA para determinar el nivel de significancia del estudio.

VII. Resultados

Los resultados de esta investigación se muestran en la Tabla 1. En la Tabla 1 se presenta la comparación de la resistencia al cizallamiento de tubos metálicos cementados a esmalte con 3 sistemas adhesivos distintos (3M, Coltene, Voco), junto con el rango, la desviación estándar, promedio y medidas de cada grupo.

Al realizar el análisis estadístico del punto máximo de resistencia al cizallamiento de cada tubo en base al área, no se encontró diferencia significativa entre el adhesivo Single Bond (5.98 MPa) y el adhesivo One Coat Bond (5.98 MPa), sin embargo, si se encontró diferencia significativa entre el adhesivo Single Bond (5.98 MPa) y el adhesivo Solobond M. (5.01 MPa), presentando mayor resistencia al cizallamiento por milímetro cuadrado el adhesivo Single Bond, de igual forma, se encontró diferencia significativa entre el adhesivo One Coat Bond (5.98 MPa) y el adhesivo Solobond M. (5.01 MPa), teniendo mayor resistencia al cizallamiento por milímetro cuadrado el adhesivo One Coat Bond, el análisis presento un valor P de 0.3211. No se encontró diferencia estadística significativa entre el adhesivo Single Bond (5.98 MPa) y el adhesivo One Coat Bond (5.98 MPa) al comparar la resistencia al cizallamiento por milímetro cuadrado. (Tabla 1)

Tabla 1. Comparación de la resistencia al cizallamiento de tubos metálicos cementados a esmalte con 3 sistemas adhesivos distintos.

| Grupo | 3M (n=20) | Coltene (n=20) | Voco (n=20) | Valor P |
|---|-------------------------------|-------------------------------|------------------------------|----------------|
| | | X ± D.E. (Rango) | | |
| Punto máximo de resistencia al cizallamiento en MPa | 5.98 ± 2.46 (1.56 – 10.42) | 5.98 ± 2.24 (2.81 – 10.81) | 5.01 ± 2.25 (1.03 – 10.4) | 0.3211 |

X: Promedio, D.E.: desviación estándar, MPa: megapascales
3M, Coltene, Voco son los 3 sistemas adhesivos distintos.
Se realizo análisis estadístico ANOVA

VIII. Discusión

La adhesión de los brackets a la superficie dental ha sido un proceso que ha evolucionado con el paso de los años, luego del descubrimiento del grabado ácido selectivo (Bounocore, 1955).

Los sistemas adhesivos que contienen solventes orgánicos volátiles como el etanol y la acetona se fundamentan en su capacidad para desplazar el agua remanente, facilitando así la penetración de los monómeros polimerizables a través de las microporosidades generadas por el grabado ácido en esmalte, dentro de los túbulos dentinarios abiertos y a través de los nanoespacios de la red colágena en la dentina. De esta forma se conseguiría una infiltración completa de los tejidos, siempre que estos últimos estén previamente humedecidos. Los adhesivos solubles en agua contienen fundamentalmente HEMA y ácido polialquénico. Estos materiales basan su mecanismo de acción en que, tras su aplicación y al secar la superficie con aire, el agua se evapora, aumentando la concentración de HEMA. Este principio de diferencia de volatilidades del solvente frente al soluto es muy importante. El agua tiene una presión de vapor mucho más alta que el HEMA, esto permite su retención puesto que el solvente, el agua se evapora durante el secado. El procedimiento de imprimación termina con una dispersión, utilizando un chorro suave de aire, que tiene la finalidad de remover el solvente y dejar una película brillante y homogénea en la superficie. El tercer paso consiste en la aplicación de un agente de unión hidrofóbico, el cual se unirá químicamente con la resina compuesta (Tsujimoto et al., 2010; Scherrer et al., 2010).

En este estudio se utilizaron 3 sistemas de adhesivo distintos, los resultados nos permiten decir que los adhesivos juegan un papel significativo para lograr una mayor resistencia al cizallamiento. Es importante mencionar que al momento de realizar las pruebas se realizó el protocolo de adhesión dependiendo del grupo de adhesivos que conforman los órganos dentales, se utilizó ácido ortofosfórico al 37%, adhesivos de la marca 3M (adhesivo a base de alcohol), Coltene (adhesivo a base

de agua) y Voco (adhesivo a base de acetona) según fue el grupo de estudio y la resina Trans bond XT de la marca 3M, resina que ya es muy bien conocida dentro del ambiente ortodóncico y que muchos estudios han probado su eficacia (Hardan et al., 2008; Lobato, 2013).

En este estudio los adhesivos fueron comparados con la resina 3M Trans bond XT y los resultados nos permiten decir que los adhesivos si jugaron un papel significativo para lograr una mayor resistencia al cizallamiento. Todos los tubos fueron evaluados en una maquina universal de pruebas a una velocidad crucero de 1 mm/minuto, no existe un parámetro de la velocidad que se debe utilizar para la prueba de cizalla en toda la literatura consultada, las velocidades varían desde 0.5 mm/min (Sharma et al.,2003) hasta 6 mm/min (Sorel et al., 2002) decidimos usar esta velocidad por que nuestro estudio es similar al de Lobato (2013) donde se evaluó la fuerza de cizallamiento de distintos tipos de adhesivos en brackets y tubos.

Mucho se ha discutido sobre las cualidades que debe poseer un adhesivo para una correcta adhesión, la necesidad de mejorar esa retención mecánica de los brackets y/o tubos ha llevado a las casas comerciales a mejorar la fabricación de sus adhesivos, brackets y tubos.

El continuo desarrollo de los sistemas adhesivos ha permitido dividirlos en dos grupos. El primer grupo está constituido por los sistemas adhesivos de grabado total. Estos sistemas adhesivos de grabado y lavado requieren de una fase previa de acondicionamiento del tejido con ácido, y así brindar la retención micromecánica a través de los “tags” de resina. (Mithiborwala, 2012)

El segundo grupo es el de los sistemas adhesivos autograbadores. Caracterizados por monómeros ácidos que no requieren lavado (Grégoire, 2009). Estos sistemas actúan acondicionando, desmineralizando e infiltrando esmalte y dentina de forma simultánea. La eliminación del paso de grabado y lavado puede disminuir el riesgo de sobre acondicionamiento de la dentina,

minimizando el problema de la inadecuada penetración de los monómeros adhesivos (Fernandes, 2010)

El adhesivo de la marca Voco a base de acetona (Solobond M) se encontró con una resistencia al cizallamiento de 5.01 MPa que fue significativamente menor en este estudio al compararlo con el adhesivo de la marca 3M a base de alcohol (Single Bond) y el adhesivo de la marca Coltene a base de agua (One Coat Bond) que la resistencia al cizallamiento fue de 5.98 MPa, dicha diferencia puede deberse al momento en que se realizaron las pruebas, ya que nuestra investigación se realizó 24 horas en temperatura ambiente posteriores al cementado de los brackets, y en el estudio de Lobato (2013) las pruebas se realizaron 24 horas en un ambiente de 37° C después de haber sido cementados, se cree que la temperatura jugó un factor importante para que el análisis presentara resultados distintos, de hecho, Lobato (2013) al final del artículo sugiere estudios posteriores para evaluar si estos resultados se mantienen con diferentes temperaturas, la temperatura se considera una variable que ejerce un cambio en la eficacia adhesiva obtenida en el cementado de tubos en la que a 20°C, los valores de resistencia a la cizalla tienden a ascender hasta los 40°C que comienzan a bajar.

Muchas pueden ser las causas que logran descementar un bracket y/o tubo, hablar de una falla adhesiva en ortodoncia, esta puede ser entre el adhesivo y la base del bracket o una falla entre el esmalte y el adhesivo (Bishara et al., 1993).

Spencer et al. (2003) sostienen que la estrategia de los sistemas de adhesión a dentina vigentes actualmente se centra en la formación de una capa híbrida sobre la superficie dentinaria, la cual consta de monómeros polimerizados dentro de un enmallado colágeno de la dentina formando una traba micromecánica. Con los sistemas adhesivos tradicionales de grabado y lavado, esta técnica de infiltración requiere humedad en la superficie de dentina para apoyar las fibras de colágeno, permitiendo por lo tanto una penetración adecuada de la resina para generar una interfaz mineral/colágeno/ resina.

IX. Conclusiones

En esta investigación se encontró que el adhesivo si influye directamente en la resistencia al cizallamiento de los tubos metálicos, sin embargo, al momento de que se cementó el tubo metálico también puede influir la superficie dentaria seca o humedecida para poder obtener una adhesión mecánica.

Los adhesivos a base de alcohol (Single Bond) y a base de agua (One Coat Bond) presentaron mayor resistencia al cizallamiento, no obstante, el adhesivo a base de acetona (Solobond M) presento una menor resistencia al cizallamiento.

Por lo cual concluimos, para uso clínico en la especialidad de Ortodoncia son mejores los adhesivos a base de alcohol de la marca 3M (Single Bond) y adhesivos a base de agua de la marca Coltene (One Coat Bond) para la cementación de brackets y tubos metálicos y así poder ahorrar tiempo en el sillón dental y disminuir el periodo de tiempo en el tratamiento ortodónico.

X. Propuesta

La propuesta a este estudio sería realizar la comparación de los adhesivos a base de alcohol, agua y acetona en diferentes temperaturas, para conocer si influye o no la temperatura con la resistencia al cizallamiento en los tubos metálicos.

Proponer utilizar más adhesivos a base de agua (One Coat Bond) y adhesivos a base de alcohol (Single Bond), para la cementación de brackets y/o tubos metálicos, para así evitar el desprendimiento de estos aditamentos ortodóncicos en boca y así poder reducir el tiempo en el sillón dental, como también disminuir el tiempo en el tratamiento de ortodoncia

XI. Referencias bibliográficas

- Abdalla AI, Davidson CL. Bonding efficiency and interfacial morphology of one-bottle adhesives to contaminated dentin surfaces. *Am J Dent.* 1998;11(6).
- Albaladejo A, Doctor C. Actualización de la adhesión en Ortodoncia (parte I). *Dent.* 2006;31
- Boyd RL, Baumrind S. Periodontal considerations in the use of bonds or bands on molars in adolescents and adults. *Angle Orthod.* 1992;62(2)
- Buonocore MG. A simple method on increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surfaces. *J. Dent. Res.* 1955; 34(6)
- Caballero Pachón AM, Bincos Uribe CA, Fernández Izquierdo JA, Rivera Barrero JR, Midori Tanaka Lozano E. Comparación de la fuerza de adhesión y el tipo de falla entre dos cementos de resina para ortodoncia. *Univ Odontológica.* 2011;30(65).
- Cardoso MV, de Almeida Neves A, Mine A, Coutinho E, Van Landuyt K, De Munck J, Van Meerbeek B. Current aspects on bonding effectiveness and stability in adhesive dentistry. *Aust. Dent. J.* 2011; 56 Suppl 1
- D'Attilio M, Traini T, Di Iorio D, Varvara G, Festa F, Tecco S. Shear bond strength, bond failure, and scanning electron microscopy analysis of a new flowable composite for orthodontic use. *Angle Orthod.* 2005;75(3)
- Fernandes Pegado RE, Botelho do Amaral FL, Flório FM, Tarkany Basting R. Effect of Different Bonding Strategies on Adhesion to Deep and Superficial Permanent Dentin. *Eur. J Dent.* 2010.
- Finger WJ, Balkenhol M. Rewetting strategies for bonding to dry dentin with an acetone-based adhesive. *J Adhes Dent.* 2000;2(1).
- Grégoire G, Guignes P, Nasr K. Effects of dentine moisture on the permeability of total-etch and one-step self-etch adhesives. *J. Dent.* 2009.

- Gruythuysen RJM. Adhesieve afsluiting van het dentine bij het vervaardigen van directe restauraties. In: Boekblok Praktijkboek Tandheelkunde. Springer; 2002.
- Hara AT, Amaral CM, Pimenta LA, Sinhoreti MA. Shear bond strength of hydrophilic adhesive systems to enamel. *Am J Dent.* 1999;12(4).
- Harmon J, Nakajima M, Rueggeberg F, Borke J, Smith A, Pashley D. Dynamics of reexpansion of dried, acid-etched dentin. *JDR.* 1999;78(110).
- Lobato Carreño Maria, Estudio in vitro de los factores que influyen en la eficacia adhesiva del cementado de tubos y brackets. Universidad de Salamanca (España) en 2013.
- Maijer R, Smith DC. Variables influencing the bond strength of metal orthodontic bracket bases. *Am J Orthod.* 1981;79(1)
- Milia E, Lallai MR, García-Godoy F. In vivo effect of a self-etching primer on dentin. *Am J Dent.* 1999;12(4).
- Millett DT, Letters S, Roger E, Cummings A, Love J. Bonded molar tubes—an in vitro evaluation. *Angle Orthod.* 2001;71(5)
- Mithiborwala S, Chaugule V, Munshi AK, Patil V. A comparison of the resin tag penetration of the total etch and the self-etch dentin bondingsystems in the primary teeth: An in vitro study. *Contemp Clin Dent.* [en línea]. 2012
- Miyazaki M, Hirohata N, Takagaki K, Onose H, Moore BK. Influence of self-etching primer drying time on enamel bond strength of resin composites. *J Dent.* 1999;27(3).
- Newman G V. Epoxy adhesives for orthodontic attachments: progress report. *Am J Orthod.* 1965;51(12)
- Nunes MF, Swift EJ, Perdigão J. Effects of adhesive composition on microtensile bond strength to human dentin. *Am J Dent.* 2001;14(6)
- Pashley DH, Agee KA, Carvalho RM, Lee K-W, Tay FR, Callison TE. Effects of water and water-free polar solvents on the tensile properties of demineralized dentin. *Dent Mater.* 2003;19(5).

- Perdigao J, Lopes L, Lambrechts P, Leitao J, Van BM, Vanherle G. Effects of a self-etching primer on enamel shear bond strengths and SEM morphology. *Am J Dent.* 1997;10(3)
- Retief DH, Sadowsky PL. Clinical experience with the acid-etch technique in orthodontics. *Am J Orthod.* 1975;68(6)
- Scherrer SS, Cesar PF, Swain MV. Direct comparison of the bond strength results of the different test methods: a critical literature review. *Dent. Mater.* 2010.
- Silva e Souza Junior Mario Honorato, Carneiro Karina Gama Kato, Lobato Marcelo Figueiredo, Silva e Souza Patrícia de Almeida Rodrigues, Góes Mário Fernando de. Adhesive systems: important aspects related to their composition and clinical use. *J. Appl. Oral Sci.* 2010; 18(3).
- Sharma-Sayal, S., Rossouw, P., Kulkarni, G., Titley, K. (2003). The influence of orthodontic bracket base design on shear bond strength., *AM J ORTHOD DENTOFAC*, 124(1), 74–82.
- Sorel, O., Alam, R., Chagneau, F., Cathelineau, G. (2002). Comparison of bond strength between simple foil mesh and laser-structured base retention brackets. *AM J ORTHOD DENTOFAC*, 122(3), 260–266
- Spencer P, Ye Q, Park J, Topp EM, Misra A, Marangos O, Wang Y, Bohaty BS, Singh V, Sene F, Eslick J, Camarda K, Katz JL. Adhesive/Dentin interface: the weak link in the composite restoration. *Ann. Biomed. Eng.* [en línea]. 2010; 38(6): 1989-2003.
- Tay FR, Moulding KM, Pashley DH. Distribution of nanofillers from a simplified-step adhesive in acid-conditioned dentin. *J Adhes Dent.* 1999;1(2).
- Toledano M, Osorio R, Albaladejo A, Aguilera FS, Osorio E. Differential effect of in vitro degradation on resin–dentin bonds produced by self-etch versus total-etch adhesives. *J Biomed Mater Res Part A.* 2006;77(1)
- Toledano M, Osorio R, Albaladejo A, Aguilera FS, Tay FR, Ferrari M. Effect of cyclic loading on the microtensile bond strengths of total-etch and self-etch

adhesives. Oper Dent. 2006;31(1)

- Toledano Pérez M. Arte Y Ciencia de Los Materiales Odontológicos. Avances Médico-Dentales; 2003
- Tsujimoto A, Iwasa M, Shimamura Y, Murayama R, Takamizawa T, Miyazaki M. Enamel bonding of single-step selfetch adhesives: influence of surface energy characteristics. J. Dent. 2010.
- Van Meerbeek B, Peumans M, Poitevin A, Mine A, Van Ende A, Neves A et al. Relationship between bond-strength tests and clinical outcomes. Dent. Mater 2010.
- Vicente, A., Bravo, L., Romero, M., Ortíz, A., Canteras, M. (2006). Effects of 3 adhesion promoters on the shear bond strength of orthodontic brackets: an in-vitro study., AM J ORTHOD DENTOFAC, 129(3), 390–395
- Viwattanatipa N, Jermwiwatkul W, Chintavalakorn R, Kanchanasita W. Weibull analysis of bond strength of orthodontic buccal tubes bonded to resin composite surface with various techniques. Orthod Waves. 2010;69(2)

XII. Anexos

XII. 1 Área del tubo

| | | |
|-------------|----------|----------|
| | 30625 | 1mm2 |
| | 718155 | R: 23.44 |
| | | |
| 175*175 mm2 | R: 30625 | |

XII. 2 Conversión de Newtons a Megapascuales

| 3m | MPa | Coltene | MPa | Voco | MPa |
|--------|-------|---------|-------|--------|------|
| 79.15 | 3.37 | 66 | 2.81 | 24.3 | 1.03 |
| 143.75 | 6.13 | 109.25 | 4.66 | 136.3 | 5.81 |
| 176.95 | 7.54 | 253.4 | 10.81 | 48.75 | 2.07 |
| 36.6 | 1.56 | 139.6 | 5.95 | 136.55 | 5.82 |
| 112.2 | 4.78 | 119 | 5.07 | 148.85 | 6.35 |
| 126.5 | 5.39 | 86.9 | 3.7 | 118.6 | 5.05 |
| 100.75 | 4.29 | 128.5 | 5.48 | 71.15 | 3.03 |
| 221.55 | 9.47 | 110.35 | 4.7 | 132.8 | 5.66 |
| 170.58 | 7.27 | 182.75 | 7.79 | 114.65 | 4.89 |
| 215.25 | 9.18 | 83.05 | 3.56 | 42.75 | 1.82 |
| 129.8 | 5.53 | 185.35 | 7.9 | 126.15 | 5.38 |
| 38.6 | 1.64 | 103.95 | 4.43 | 243.9 | 10.4 |
| 95.75 | 4.08 | 132.7 | 5.66 | 193.6 | 8.25 |
| 134.2 | 5.72 | 132.9 | 5.66 | 110.5 | 4.71 |
| 218.75 | 9.33 | 170.3 | 7.26 | 91.8 | 3.91 |
| 244.4 | 10.42 | 139.6 | 5.95 | 172.2 | 7.34 |
| 143.1 | 6.1 | 125.8 | 5.36 | 119.8 | 5.11 |
| 129.5 | 5.52 | 276.8 | 11.8 | 160 | 6.82 |
| 180.45 | 7.69 | 149.35 | 6.37 | 84.6 | 3.6 |
| 111.4 | 4.75 | 114.05 | 4.86 | 78.2 | 3.33 |

XII. 3 Megapascales, promedio y desviación estándar

| Grupo | 3m | Coltene | Voco |
|----------|------------|------------|------------|
| | 3.37 | 2.81 | 1.03 |
| | 6.13 | 4.66 | 5.81 |
| | 7.54 | 10.81 | 2.07 |
| | 1.56 | 5.95 | 5.82 |
| | 4.78 | 5.07 | 6.35 |
| | 5.39 | 3.7 | 5.05 |
| | 4.29 | 5.48 | 3.03 |
| | 9.47 | 4.7 | 5.66 |
| | 7.27 | 7.79 | 4.89 |
| | 9.18 | 3.56 | 1.82 |
| | 5.53 | 7.9 | 5.38 |
| | 1.64 | 4.43 | 10.4 |
| | 4.08 | 5.66 | 8.25 |
| | 5.72 | 5.66 | 4.71 |
| | 9.33 | 7.26 | 3.91 |
| | 10.42 | 5.95 | 7.34 |
| | 6.1 | 5.36 | 5.11 |
| | 5.52 | 11.8 | 6.82 |
| | 7.69 | 6.37 | 3.6 |
| | 4.75 | 4.86 | 3.33 |
| promedio | 5.988 | 5.989 | 5.019 |
| desvest | 2.46924791 | 2.24503171 | 2.25506658 |