eVitroKhem. 2023; 2:46
doi: 10.56294/evk202246

REVISIÓN

Evaluation of adhesive strength in bracket cementation

Evaluación de la resistencia adhesiva en la cementación de brackets

Darwin Newton Yanac Calero[1], Ann Rosemary Chanamé Marín[1]

[1]Universidad Privada Norbert Wiener, Facultad de Ciencias de la Salud, Odontología. Lima, Perú.

Citar como: Yanac Calero DN, Chanamé Marín AR. Evaluation of adhesive strength in bracket cementation. eVitroKhem. 2023; 2:46. https://doi.org/10.56294/evk202246

Enviado: 04-09-2022 **Revisado:** 22-12-2022 **Aceptado:** 12-06-2023 **Publicado:** 13-06-2023

Editor: Prof. Dr. Javier Gonzalez-Argote

ABSTRACT

The cementation of metal *brackets* was an essential aspect of successful orthodontic treatment, as the adhesive strength against shear forces determined their stability during treatment. Various national and international studies analysed the effectiveness of different cements, such as orthodontic resins and glass ionomers, showing variations in the adhesive strength achieved. Research such as that conducted by Chumacero, Huaita and Aguilar showed that, although some cements offered higher resistance values, the differences were not always statistically significant. Furthermore, multiple factors were identified that influenced adhesion, such as the type of bracket base, enamel preparation, the pressure exerted during cementation, and the patient's clinical condition. Likewise, the need to achieve adhesion that is strong enough to maintain the *brackets* during treatment, but also safe enough to allow removal without damaging the enamel, was highlighted. Studies such as those by García and Herrera emphasised the importance of the bracket base and the type of resin used, while Fraga and Spaccesi evaluated the effects of pre-conditioning and concluded that there were no significant differences between techniques or concentrations applied. Overall, the evidence supported the importance of selecting an adhesive system that is balanced in strength, safety and practicality, highlighting the need for further standardised research to improve clinical efficacy.

Keywords: *Brackets*; Adhesion; Cements; Orthodontics; Shear.

RESUMEN

La cementación de *brackets* metálicos constituyó un aspecto esencial en el éxito de los tratamientos ortodónticos, debido a que la fuerza adhesiva frente a fuerzas de cizallamiento determinó su estabilidad durante el tratamiento. Diversos estudios nacionales e internacionales analizaron la eficacia de diferentes cementos, como las resinas ortodónticas y los ionómeros de vidrio, evidenciando variaciones en la resistencia adhesiva alcanzada. Investigaciones como las de Chumacero, Huaita y Aguilar demostraron que, aunque algunos cementos ofrecieron valores más altos de resistencia, las diferencias no siempre fueron estadísticamente significativas. Por otra parte, se identificaron múltiples factores que condicionaron la adhesión, tales como el tipo de base del bracket, la preparación del esmalte, la presión ejercida al cementar, y las condiciones clínicas del paciente. Asimismo, se destacó la necesidad de lograr una adhesión suficientemente fuerte para mantener los *brackets* durante el tratamiento, pero también segura para permitir su remoción sin dañar el esmalte. Estudios como los de García y Herrera resaltaron la importancia de la base del bracket y del tipo de resina empleada, mientras que Fraga y Spaccesi evaluaron los efectos del acondicionamiento previo y concluyeron que no hubo diferencias significativas entre técnicas o concentraciones aplicadas. En conjunto, la evidencia respaldó la importancia de seleccionar un sistema adhesivo equilibrado en fuerza, seguridad y practicidad, subrayando la necesidad de continuar con investigaciones estandarizadas para mejorar la eficacia clínica.

Palabras clave: *Brackets*; Adhesión; Cementos; Ortodoncia; Cizallamiento.

© 2023; Los autores. Este es un artículo en acceso abierto, distribuido bajo los términos de una licencia Creative Commons (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0) que permite el uso, distribución y reproducción en cualquier medio siempre que la obra original sea correctamente citada

INTRODUCCIÓN

La cementación de *brackets* simboliza un desafío importante en la instalación de dispositivos de ortodoncia. Una adhesión confiable entre los dispositivos fijos y las superficies dentales, son primordiales para conseguir el éxito clínico de cualquier tratamiento de ortodoncia. El desprendimiento de los *brackets* está estrechamente relacionado con una mayor duración del tratamiento. Si las fuerzas de cizallamiento son muy altas, estas comprometerían la unión de las dos superficies, esta debilidad ocurre próxima a la interface *brackets*-diente, resultando la pérdida de adhesión de estas dos estructuras.[1,2,3,4]

Las resinas se han convertido en el material más utilizado por los ortodoncistas para la cementación de *brackets*. La principal diferencia con las resinas tradicionales es el porcentaje de relleno y el tamaño de las partículas. Las resinas de ortodoncia tienen una menor cantidad de partículas de relleno, lo que permite una mayor fuerza de unión de los *brackets* sobre el esmalte dental. Actualmente existe diversos materiales para la cementación de *brackets*, como lo son: los ionómeros de vidrios y las resinas ortodónticas, muy similares a las resinas empleadas para las restauraciones dentales, ambos materiales presentan una fuerza de adhesión satisfactoria sobre el esmalte dental.[1,3,4,5,6,7]

La literatura es unánime al afirmar que el desprendimiento de los *brackets* de ortodoncia se debe a fallas en el método de cementación, debido a la poca retención de ciertas bases de *brackets* o por la acción de fuerzas masticatorias. Estos fracasos pueden socavar el tratamiento, retrasar los resultados esperados y reducir la satisfacción del paciente. Por lo tanto, el estado del esmalte, la limpieza de la superficie donde se cementará el dispositivo, la calidad del agente cementante y la selección del agente, son puntos a considerar para lograr una eficiencia óptima en el tratamiento con *brackets* de ortodoncia.[3,4,5,7,8,9,10]

Por ello este estudio tiene como objetivo determinar la resistencia adhesiva frente a fuerzas de cizallamiento de los *brackets* metálicos empleando diferentes cementos adhesivos. Estudio in vitro. Lima – Perú. 2021.

DESARROLLO

Antecedentes de la investigación

Antecedentes nacionales

Chumacero realizó una investigación en el Centro Odontológico de la Universidad San Martin de Porres Lima, Perú para "determinar la resistencia al cizallamiento de *brackets* utilizando dos sistemas adhesivos". Para lo cual empleo 64 premolares, recolectados en dicho centro odontológico en mención por motivos ortodónticos. Dividiendo en dos grupos A: adhesivos trasnbond XT y el B: Brace Paste TM. los resultados: hallando una resistencia con el adhesivo Brace Paste MT al cizallamiento de los *brackets* de 8,1291 M Pa, y para el transbond XT obtuvo una media de 8,7906 M Pa. En la muestra paramétrica T Student se obtuvo que ambos sistemas adhesivos no existen diferencia significativa (p= 0,262) ante la fuerza de cizallamiento así mismo realizó la prueba de normalidad y grafico Boxplot. Corroborando de que ambos sistemas presentan una unión baja que no lograría ocasionar fractura de esmalte durante el cizallamiento del *brackets* y llegando a la conclusión que ambos son seguros adhesivos para el esmalte dental.[11]

Cruz[6] realizó una investigación en Lima, Perú para "determinar la resistencia al cizallamiento de dos tipos de *Brackets*". Para esto empleó *brackets* de tipos metálicos y cerámicos en 15 premolares por grupo. Estos *brackets* fueron adheridos usando el cemento resino ortodóntico Transbond XT, una vez adheridos los *brackets* a los dientes se les realizó una base de acrílico para poder ser llevados a la máquina de ensayos universales. Se colocaron los dientes de tal posición que la cuchilla de cizallamiento tuvo una dirección de avance tangencial al eje del diente teniendo contacto con el *brackets* hasta su desprendimiento. En los resultados se encontró que la resistencia a la adhesión en *brackets* metálicos fueron de 22,77 ± 2,90 Mpa, mientras que la resistencia a la adhesión de *brackets* cerámicos fueron de 18,48 ± 5,77 Mpa. Por lo que se concluyó que la resistencia a la adhesión fue mayor para los *brackets* metálicos.

Huaita[7] ejecutó un estudio en Lima, Perú para "comparar la fuerza de adhesión de tres cementos para ortodoncia (Orthocem, Heliosit o Transbond XT) en dientes humanos". Para esto empleó 45 premolares divididos en 3 grupos de estudios, el *brackets* empleado fue de la marca Azdent. Una vez los *Brackets* fueron colocados en los dientes, se fotocuró por 20 segundos por oclusal y 20 segundos por cervical, luego los dientes fueron colocados en una base de acrílico y llevados a una máquina de ensayos universales que presentaba un vástago metálico angulado que contactó en la unión diente-cemento-*brackets* y que presentó una velocidad de avance de 0.75 mm/min hasta lograr el desprendimiento del *brackets* de la superficie dental. En los resultados se evidenciaron que los *brackets* que fueron cementados empleando el cemento Orthocem generaron una resistencia a la adhesión de 5,074 ± 1,549 Mpa, mientras que el cemento Heliosit presentó una resistencia de 6,254 ± 1,619 Mpa y por último el cemento Transbond XT presentó una resistencia a la adhesión de 6.876 ± 2.241 Mpa. Concluyendo que la fuerza de adhesión es mayor en el Transbond XT seguido del Heliosit-Orthodontic y por último el Orthocem.

Aguilar[8] llevo a cabo un estudio en Arequipa, Perú para "determinar la resistencia al cizallamiento de sistemas de adhesión no tradicionales usados para el cementado de *brackets* ortodónticos". Para ello empleo

tres tipos de resinas, entre ellas dos tipos de resinas convencionales para restauración (Z-100 y alpha-dent) y una resina ortodóncica (Orthocem). Para el estudio se emplearon 30 dientes premolares divididos en 3 grupos, los *brackets* empleados para ser adheridos fueron de la marca Morelli tipo Edgewise Slot 0.022. Una vez adheridos los *brackets* se les confeccionó una base para que los dientes fueran colocados en la máquina de ensayos. Una vez estando en la máquina de ensayos las piezas dentales fueron acomodadas justo debajo de un vástago metálico que tendría un avance de 1 mm/min en dirección vertical, siendo su trayecto de arriba hacia abajo, y en donde contactaría con el slot vertical superior de los *brackets* para generar una fuerza de cizallamiento hasta desprender los *brackets* de las piezas dentales. En los resultados se encontraron que los *brackets* adheridos empleando la resina convencional Z-100 generaron una resistencia a la adhesión de 14,84 ± 9,17 Mpa, mientras que la resina convencional Alpha Dent generó una resistencia de 24,02 ± 9,01 Mpa y por último la resina ortodóncica (Orthocem)generó una resistencia de 17,42 ± 10,67 Mpa. Concluyendo que no existe diferencias estadísticamente significativas entre los valores de resistencia a la adhesión entre las resinas empleadas.

Antecedentes internacionales

Fraga[12] llevo a cabo una investigación en Querétaro, México para "determinar la resistencia al cizallamiento en ortodoncia utilizando hipoclorito de sodio al 2,5 % y al 5,25 % previo a la adhesión". Para esto, utilizó 32 premolares divididas en 2 grupos de 16 dientes de manera aleatoria. El grupo A fue desproteinizado con NaOCl al 5,25 % previo al grabado acido. Mientras que el grupo B fue desproteinizado con NaOCl al 2,5 %. Posterior al desproteinizado, grabado acido al 37 % por 15 segundos, lavado y secado se cementaron los *brackets* en el centro de la corona clínica para ser sometido a la prueba de resistencia al cizallamiento mediante el uso de una máquina de ensayos universales. Esta descendió una hoja de corte paralela a la base del *brackets* a una velocidad constante hasta conseguir la falla de la adhesión entre el *brackets* y la pieza dental. Estos datos fueron procesados, evidenciándose que la resistencia adhesiva de las piezas desproteinizadas con hipoclorito de sodio al 5,25 % fue de 11,73 Mpa. Y la resistencia a la adhesión de las piezas desproteinizadas con hipoclorito de sodio al 2,5 % fue de 11,92 Mpa. Concluyendo que no existe diferencia estadísticamente significativa entre el uso de hipoclorito de sodio al 5,25 % y 2,5 %.

Spaccesi[9] realizó un estudio en Córdova, Argentina para "analizar la adhesión a esmalte de *brackets* metálicos cementado con resinas de fotocurado utilizando diferentes técnicas de acondicionamiento". Para ello, empleó 75 premolares divididos en 3 grupos de 25 dientes, en los cuales el acondicionamiento acido seria por grupo de 15 segundos, 30 segundos y el último grupo empleando agentes autograbante, para posteriormente cementar los *brackets* metálicos empleando resina fotocurada Transbond XT. Una vez los *brackets* fueron colocados en su ubicación se llevaron los dientes a una máquina de ensayos universales en donde se le aplicó una fuerza vertical empleando una cuchilla con bisel de 22° de angulación y de 1 mm de espesor en el extremo, el cual contactó con la interface cemento-diente-*brackets* hasta lograr su separación. Como resultado que el grupo de dientes con un acondicionamiento acido de 15 segundo logró una resistencia al desprendimiento de 18,51 ± 4,07 Mpa, el grupo con acondicionamiento acido de 30 segundos logró una resistencia de 18,26 ± 4,88 Mpa y el grupo de auto condicionamiento logró una resistencia al desprendimiento de 18,71 ± 4,55 Mpa. Concluyendo que no hay diferencias estadísticamente significativas entre los tres grupos de estudio.

Calvo[10] concretaron un estudio en Ciudad de México, México para "comparar la resistencia al desprendimiento de tubos adheridos a una superficie obturada". Para ello, emplearon 40 terceros molares extraídos previamente divididas en dos grupos, a estas piezas dentales se les realizó una restauración (resina Empress Direct) en la cara vestibular de la pieza dental, exactamente en la zona donde iría adherida el tubo metálico. En el primer grupo se adhirió el tubo metálico empleando la misma resina con la que se realizó la restauración, mientras que en el segundo grupo se realizó el pegado del tubo con una resina ortodóntica "Transbond XT". Estos dientes fueron llevados a una máquina de ensayos universales que contenía una cizalla en su estructura la cual generó una velocidad de avance de 1mm/ min directo al eje longitudinal del tubo hasta provocar su desprendimiento. En los resultados se evidenció que el grupo I presentó una resistencia al desprendimiento de 39,26 Megapascales, mientras que en el grupo II la resistencia al desprendimiento fue de 31,97 Megapascales. Concluyendo que la resistencia fue mayor en los dientes que presentaron restauración previa.

García[13] realizaron un estudio en Murcio, España para "evaluar la fuerza adhesiva de *brackets* metálicos con diferentes tipos de base". Para esto se emplearon dos tipos de *brackets* uno de ellos con la base de malla tradicional y el otro tipo con base de micro columnas. Los *brackets* fueron adheridos a 50 incisivos bovinos divididos en dos grupos y cementados con cemento resinoso transbond plus. Una vez adheridos los *brackets* se les colocó en una máquina de ensayos universales para generar una fuerza de cizallamiento con ayuda de un vástago metálico con terminación en bisel de 30º y lograr así el desprendimiento del *brackets*, la máquina de ensayo tuvo una fuerza de avance de 1 mm/min y fue en sentido vertical hasta conseguir separación. Los resultados evidenciaron que los *brackets* metálicos con base de malla tradicional consiguieron una resistencia a la adhesión de 13,19 ± 5,87 Mpa, mientras que los *brackets* metálicos con base de micro

columnas mostraron una resistencia a la adhesión de 18,14 ± 6,28 Mpa. Concluyendo que la base de micro-columnas supone una alternativa a la malla, ya que los *brackets* con este tipo de base presentaron una fuerza adhesiva significativamente mayor.

Herrera[14] llevó a cabo un estudio en Quito, Ecuador para "evaluar la resistencia a la tracción entre una resina fotopolimerizable y una autopolimerizable en adhesión de *brackets* metálicos". Para ello, se emplearon 80 dientes premolares divididos en dos grupos de 40 piezas dentales, a estas piezas se le agregaron *brackets* metálicos de la marca Morelli prescripción Roth – Max Monobloc 0,022 siendo adheridos a la cara vestibular de las premolares, un grupo adherido con una resina fotopolimerizable y el otro grupo con una resina autopolimerizable. Posterior al pegado de los *brackets*, los dientes fueron colocados en una base de acrílico, mientras que cada *brackets* fue amarrado con alambre para ligadura y está unida a la máquina de ensayos universales que generó una fuerza de tracción con avance de 50mm/min hasta lograr el desprendimiento del *brackets*. Los datos obtenidos después del procedimiento fueron que los *brackets* metálicos cementados con una resina fotopolimerizable generó una resistencia a la adhesión por tracción de 2,46 ± 1,33 Mpa, mientras que la resina autopolimerizable generó una resistencia a la adhesión por tracción de 4,86 ± 2,76 Mpa. Concluyendo que la resina autopolimerizable generó mayor resistencia a la adhesión por tracción.

Base teórica

En el tratamiento ortodóncico es importante una adecuada adhesión entre el *brackets* y el diente. Debemos considerar que el sistema adhesivo que una los *brackets* al esmalte deben ser lo suficientemente fuerte como para que no se descemente accidentalmente, a la vez que debe permitir el descementado de los *brackets* al final del tratamiento sin producir lesiones en el esmalte.[13]

El tratamiento ortodontico

La ortodoncia se ocupa de diagnosticar, corregir e incluso prevenir las anomalías (maloclusiones) en la forma, posición, relación y función de los dientes y los maxilares, la cara y los trastornos funcionales de la masticación.[5,15,16]

La ortodoncia "como otras áreas de la estomatología también presenta desafíos, una de estas es la búsqueda de sistemas que garanticen la permanencia de los *brackets* en los dientes, para que las fuerzas aplicadas se mantengan constantes y no se interrumpan" por la descementación.[15,16]

Los brackets

Los *brackets* pueden ser metálicos, cerámicos, plásticos o de diversos materiales los cuales forman parte de la aparatología usada en ortodoncia fija. Son dispositivos que sirven para guiar el movimiento del diente y soportar los elementos activos de la aparatología ortodóntica que son los arcos.[17,18]

Los *brackets* son dispositivos metálicos o cerámicos cuya función es guiar los movimientos ortodónticos producidos a través de fuerzas. Soportan elementos activos como el arco principal, elásticos, resortes, etc. Existen tres tipos de fijaciones disponibles en el mercado para la adhesión de *brackets* en ortodoncia: *brackets* con base de plástico, *brackets* con base cerámica o base metálica (acero inoxidable, bañado en oro o de titanio).[18]

Instalación de los brackets

La colocación adecuada de los *brackets* es crucial en el tratamiento de ortodoncia y con un arco de alambre adecuado proporciona el efecto mecánico deseado.[1,19]

El método para el pegado de *brackets* convencional emplea tres agentes diferentes: el acondicionador, adhesivo y compuesto de resina.[20]

Este procedimiento tiene ventajas en comparación con las bandas convencionales, presenta más estética, menos molestias, posicionamiento más preciso, simplicidad, rapidez y facilidad de limpieza.[1]

Instalación directa de brackets

Se trata de ir colocando los *brackets* uno por uno directamente en los dientes. Este tipo de colocación es más lenta, menos precisa, más molesta para el paciente y obligará al ortodoncista a cambiar muchos *brackets* durante el tratamiento.[5]

Instalación indirecta de brackets

Método que consiste en el posicionamiento de *brackets* sobre un modelo de trabajo y la posterior fabricación de una férula de transferencia que asegura la correcta ubicación de los mismos sobre los dientes del paciente.[5,7]

Adhesión al esmalte

La adhesión que se establece sobre el tejido dental (esmalte) llega gracias a la acción de ácido ortofosfórico,

que produce una alteración de la superficie, llegando está a ser más rugosa y áspera.[21,22]

Este proceso consiste en "colocar ácido fosfórico al 30 – 37 % sobre el esmalte por un espacio de 15 a 30 segundos, luego se procede al lavado con un chorro de agua y secado con un chorro de aire, dejando la superficie del esmalte con aspecto de áspero, se procede luego a la colocación del agente adhesivo y resina compuesta".[8,18,23]

En ortodoncia, la adhesión al esmalte dental es un tema de vital importancia ya que se presenta como una preocupación constante para los ortodoncistas. La principal razón por la que se necesita adhesión es para lograr que los *brackets* se mantengan adheridos a las piezas dentales, soportando las fuerzas necesarias para los movimientos ortodónticos, de masticación, fuerzas inducidas por alimentos y cualquier otra fuerza que la aparatología ortodóntica tenga que soportar.[22,24,25]

Algunos cementos de resina llamados autoadhesivos no requieren agentes de grabado, imprimación o adhesivos para adherirse a la superficie del diente. Por lo tanto, es más probable que reduzcan el tiempo necesario para la unión.[22]

Fuerza de adhesión

La fuerza adecuada de adhesión en la aparatología fija ortodóntica permite un anclaje de los *brackets* por todo el tratamiento, la misma que es conseguida utilizando un sistema adhesivo apropiado, este sistema bien seleccionado puede mitigar el tiempo de trabajo y prevenir posibles efectos indeseables que pueden afectar estructuralmente parte de la superficie del esmalte.[4,17]

Según Adrianzen refiere que "la resistencia adhesiva es un factor importante a tener en cuenta durante el tratamiento con *brackets*, debido a que estos deben ser capaces de soportar, tanto las fuerzas masticatorias, como también las necesarias para el tratamiento. La adhesión se basa en el desarrollo de materiales que establecen un vínculo efectivo con los tejidos dentales".[3,26]

Factores que determinan la calidad de adhesión

Serrano describe que existen diversos factores que podrían alterar la adhesión lograda como, por ejemplo: "Composición, módulo elástico y viscosidad del adhesivo, diseño de la base del *brackets*, característica de la superficie sobre la cual será fijado, presión aplicada durante la adaptación del *brackets*, ubicación del diente en el arco dentario, posibilidades del control de la humedad bucal, condiciones clínicas del paciente como respirador bucal".[15]

Sistemas adhesivos en ortodoncia

Hoy en día, en el mercado de materiales dentales se pueden encontrar una diversidad de cementos para la adhesión de *brackets* ortodónticos sobre las piezas dentales; entre estos se encuentras los cementos que son parecidos a las resinas que comúnmente se emplean en odontología restauradora; así también los ionómeros de vidrio, presentando ambos una fuerza de adhesión muy buena.[3]

Las resinas convencionales de ortodoncia, las resinas fluidas, los cementos de ionómero de vidrio y, más recientemente, los cementos de resina se han utilizado para unir aditamentos de ortodoncia.[22]

Los cementos de ortodónticos han sido ampliamente utilizados en ortodoncia para la fijación de soportes en la superficie del esmalte. Los materiales más utilizados consisten en resinas compuestas similares a las empleadas para restauración, pero con una muy diferente proporción de sus componentes con el fin de obtener características ideales para su uso. Estudios relacionados con estos cementos en la literatura consisten principalmente en pruebas de resistencia al descementado.[4]

El material de elección debe tener una fuerza de "adhesión capaz de soportar, tanto las fuerzas masticatorias, como las generadas por la mecánica ortodóntica y, a su vez proporcionar al operador el tiempo suficiente de trabajo clínico que permita el adecuado posicionamiento de los *brackets* y que al ser removido" no dañe el esmalte.[3]

Propiedades de los materiales adhesivos en ortodoncia

Los diferentes cementos o materiales de adhesión deben presentar algunas propiedades como:[15]

- Adhesión "suficiente para evitar el despegamiento de *brackets*".
- Impermeabilidad "inmediata y duradera para evitar problemas de manchas de desmineralización o lesiones cariosas debajo del cemento".
- Tiempo "de trabajo adecuado".
- Eliminación "sencilla de los excesos".
- Tolerancia "a la manipulación en un medio de posible contaminación con humedad o saliva accidental".
- Descementado fácil de los *brackets* sin lesionar el esmalte.

Fallas en la adhesión de brackets

La literatura es unánime al afirmar que el aflojamiento o desprendimiento de los *brackets* de ortodoncia se debe a fallas en el método de cementación, debido a la poca retención de ciertas bases de *brackets* o por la acción de fuerzas masticatorias. Estos fracasos pueden socavar el tratamiento, retrasar los resultados esperados y reducir la satisfacción del paciente. Por lo tanto, el estado del esmalte, la limpieza de la superficie donde se cementará el dispositivo, la calidad del agente cementante y la forma en que se selecciona este agente son puntos a considerar para lograr una eficiencia óptima en el tratamiento con *brackets* de ortodoncia.[5,27]

Así mismo es "importante conocer que un punto crítico a tener en cuenta es la unión superficie dentaria con el material restaurador. Para ello se debe realizar un correcto acondicionamiento del sustrato" para lograr una correcta adhesión.[27,28]

Descementado de brackets

Una vez finalizado el tratamiento de ortodoncia, se retiran los *brackets* de los dientes. Cuando se despega un soporte, la falla de la unión puede ocurrir en cualquiera de estos tres sitios: en la interfaz *brackets*-adhesivo, dentro del adhesivo o en la interfaz esmalte-adhesivo. Si se ha logrado una unión fuerte, la falla en la interfaz adhesiva del esmalte es indeseable porque el adhesivo puede causar defectos de desgarro del esmalte al desprenderse de él. Por esta razón, la interfase *brackets*-adhesivo es el lugar de falla preferido por la mayoría de los ortodoncistas, y se considera ideal si el adhesivo permanece en la superficie del diente. Obviamente, el adhesivo restante debe ser removido de los dientes.[28,29,30]

Retiro de brackets

Entre las técnicas "para retirar los *brackets* metálicos con alicates, el método más conocido consiste en colocar las puntas del alicate de doble pico, en el borde distal y mesial de la base del *brackets* a manera de aislar el *brackets* del diente. Una técnica también conocida consiste en apretar las aletas del *brackets* en sentido mesiodistal" con alicates como el Weingart o el Howe y despegarlo ejerciendo una fuerza de separación.[6]

Retiro de brackets por medio de fuerzas mecánicas inducidas

En ortodoncia, se ha estipulado que los valores necesarios para soportar las fuerzas biomecánicas oscilan entre 6 y 8MPa. Sin embargo, es relevante recordar que los valores elevados de resistencia al descementado pueden ser peligrosos. Se ha comprobado que cuando la resistencia al descementado excede 14 MPa, el esmalte puede fracturarse y/o desprenderse.[4] Generalmente, la resistencia al descementado de los *brackets* ortodóncicos se mide utilizando una máquina de ensayos universales arrojando resultados en kilogramos (kg) o Newtons (N), para ser convertidos en Mega Pascales (MPa).[4]

Resistencia al cizallamiento

La resistencia a las fuerzas de cizallamiento es definida generalmente como la propiedad de un área de resistir el desplazamiento entre las partículas que la forman, al ser expuesta o sometida a una fuerza exterior.[6]

La evaluación de la adhesión en agentes cementantes empleados en ortodoncia se basa en la medición de la fuerza adhesiva. Existen dos maneras para medirla, una prueba para resistencia de cizallamiento y otra para resistencia de microtracción de una muestra de adhesivo ortodóncico hasta que esta se fracture.[8]

Hipótesis general

- Hi: Existe diferencia en la resistencia adhesiva frente a fuerzas de cizallamiento de los *brackets* metálicos empleando diferentes cementos adhesivos.
- Ho: No existe diferencia en la resistencia adhesiva frente a fuerzas de cizallamiento de los *brackets* metálicos empleando diferentes cementos adhesivos.

CONCLUSIONES

La cementación de *brackets* metálicos representa un aspecto crítico en el éxito de los tratamientos ortodónticos, siendo la resistencia adhesiva frente a fuerzas de cizallamiento uno de los factores determinantes. A través del análisis de diversos estudios nacionales e internacionales, se ha evidenciado que existen múltiples materiales adhesivos disponibles, cada uno con propiedades particulares que influyen en su comportamiento clínico. La mayoría de las investigaciones revisadas coinciden en que, si bien algunos cementos presentan diferencias numéricas en su resistencia adhesiva, estas no siempre son estadísticamente significativas, lo cual subraya la importancia de otros factores clínicos como el estado del esmalte, el acondicionamiento de la superficie dental y la técnica de cementación utilizada.

Además, se destaca que una resistencia adhesiva adecuada no solo debe garantizar la permanencia del bracket durante el tratamiento, sino también permitir su remoción sin comprometer la integridad del esmalte. En este sentido, la elección del sistema adhesivo debe basarse en un equilibrio entre fuerza de adhesión,

seguridad para el esmalte y facilidad de uso clínico. Finalmente, los hallazgos respaldan la necesidad de seguir investigando en condiciones estandarizadas para optimizar el desempeño de los cementos adhesivos en ortodoncia y asegurar tratamientos más eficientes y seguros para los pacientes.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Cruz A, Delgado E. Experimental study of *brackets* adhesion with a novel enamel-protective material compared with conventional etching. Saudi Dental Journal. 2019; 10(1):1-7.

2. Carrillo I. Comparación de la resistencia al descementado de *brackets* metálicos adheridos con una resina fluida, una bioresina y una resina convencional. [Tesis para optar el título de especialista en Ortodoncia]. Toluca: Universidad Autónoma del Estado de México; 2017.

3. Robaski A, Pamato S, De Oliveira M, Pereira J. Effect of saliva contamination on cementation of orthodontic *brackets* using different adhesive systems. J Clin Exp Dent. 2017;9(7):919-924.

4. Cruz M. Resistencia al cizallamiento in vitro de dos tipos de *brackets* y su efecto sobre el esmalte dental. Lima- Perú. 2014-2015. [Tesis para optar el Grado Académico de Magister en Docencia e Investigación en Salud]. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos; 2019.

5. Huaita J. Comparación de la fuerza de adhesión de tres cementos para ortodoncia en esmalte humano. [Tesis para optar el título de Cirujano Dentista]. Lima: Universidad Nacional Federico Villarreal; 2018.

6. Aguilar V. Estudio in vitro de la resistencia al cizallamiento de sistemas de adhesión no tradicionales usados en el cementado de *brackets* ortodóncicos, Arequipa. [Tesis para optar el título de Doctor en Ciencias de la Salud]. Arequipa: Universidad Nacional de San Agustín; 2017.

7. Spaccesi M. Análisis de la adhesión a esmalte de *brackets* metálicos cementados con resina de fotocurado, utilizando diferentes técnicas de acondicionamiento e imprimación. [Tesis para optar el título de Doctor en Odontología]. Córdoba: Universidad Nacional de Córdoba; 2017.

8. Calvo F, Murayama N, Justus R, Ondarza R, Garcia S. Estudio comparativo de la resistencia al desprendimiento de tubos adheridos a una superficie de resina obturada sobre la superficie bucal de los molares con la resina Empress Direct y con la resina Transbond XT: un estudio ex vivo. Revista Mexicana de Ortodoncia. 2017; 5(3):140-147.

9. Chumacero M. Resistencia al cizallamiento de *brackets* utilizando dos sistemas adhesivos. Lima- Perú 2021. [Tesis para optar segunda especialidad en Ortodoncia y ortopedia maxilofacial]. Lima: Centro Odontológico de la Universidad Privada San Martin de Porres; 2021.

10. Fraga E. Incremento de la resistencia al cizallamiento en ortodoncia utilizando hipoclorito de sodio al 2.5 % y al 5.25 % previo a la adhesión. [Tesis para optar el título de especialista en ortodoncia]. Querétaro: Universidad Autónoma de Querétaro; 2018.

11. García M, Vicente A, Bravo L. Evaluación de la fuerza adhesiva de *brackets* con bases de diferentes diseños. Ortod. Esp. 2016; 54 (2):27-32.

12. Herrera R. Estudio comparativo in vitro de resistencia a la tracción entre una resina fotopolimerizable y una autopolimerizable en adhesión de *brackets* metálicos. [Tesis para optar el título de Odontólogo]. Quito: Universidad de las Américas; 2016.

13. Serrano P. Estudio in vitro con microscopio electrónico de la interfase esmalte dental - adhesivo utilizando resina transbond xt combinado con hipoclorito de sodio y clorhexidina como agentes eliminadores de placa bacteriana previo al protocolo de cementación de *brackets*. [Tesis para optar el título de especialista en Ortodoncia]. Quito: Universidad San Francisco de Quito; 2015.

14. Mandril M, Lezcano M, Navarro J, Zamudio M. Estudio comparativo in vitro de la fuerza de adhesión a la superficie dental de *brackets* metálicos y cerámicos utilizando un cemento a base de resina, con diferentes sistemas de fotopolimerización y espesores de material. Acta odontológica venezolana. 2018; 56(2):11-12.

15. Turpo F. Retiro de *brackets*. [Tesis para optar el título de especialista en Ortodoncia]. Tacna: Universidad Privada de Tacna; 2016.

16. Viteri D. Comparación in vitro de la fuerza de adhesión de *brackets* de porcelana reacondicionados vs *brackets* nuevos. [Tesis para optar el título de Cirujano Dentista]. Quito: Universidad Central del Ecuador; 2017.

17. Nawrocka A, Lukomska M. The Indirect Bonding Technique in Orthodontics. A Narrative Literature Review. Materials. 2020;13(1):1-8.

18. Camargo Y, Oliveros J. Comparación de la resistencia a la descementación de *brackets* mediante el acondicionamiento de la superficie del esmalte dental con hipoclorito de sodio. [Tesis para optar el título de especialista en Ortodoncia]. Cartagena: Universidad de Cartagena; 2018.

19. Vargas H, Miranda E, Lazo L, Cosio H. Comparación in vitro de la Resistencia adhesiva de los sistemas adhesivos grabado y enjuague y autograbado. Odontología Vital. 2019; 30(1):45-50.

20. Carrillo M. Michael G. Buonocore, padre de la odontología adhesiva moderna, 63 años del desarrollo de la técnica del grabado del esmalte (1955-2018). Revista ADM. 2018; 75(3):135-142.

21. Chacón J, Del Rosario N, Zamudio M. Adhesión posclareamiento y el efecto de la aplicación de antioxidantes. RAAO. 2018; 59(2):21-25.

22. Gutiérrez M, Sánchez T, López A. Frecuencia de aparatos utilizados en tratamientos de ortodoncia interceptiva. Rev. Cient. Odontol. 2016; 12(2):8-14.

23. Martínez Z, Quintero L, Flores A, Ortiz J, Sandoval Z, Torres P. Comparación de resistencia al cizallamiento y carga máxima en tres sistemas adhesivos adheridos al esmalte. RODYB. 2017; 5(1):25-25.

24. Rodríguez A, Pereyra A, Zamudio M, Álvarez M, Christiani J. Estudio In Vitro de la resistencia al cizallamiento de una resina reforzada según el tratamiento del sustrato. Revista facultad de odontología. 2016; 9(1):7-12.

25. García V. Estudio de la fuerza de adhesión de *brackets* metálicos y cerámicos sobre superficies de zircona tratadas con láser de femtosegundos. [Tesis para optar el grado de Doctor en odontología]. Valencia: Universidad de Valencia; 2018.

26. Erazo M. Resistencia al desprendimiento de *brackets* mediante fuerzas de cizallamiento, en el esmalte dental previamente desproteinizado. estudio in vitro en la facultad de odontología de la universidad central del ecuador. [Tesis para optar el título de odontología]. Quito: Universidad Central del Ecuador; 2017.

27. Aguilar R. Efecto de la desproteinización adamantina con hipoclorito de sodio al 5 % en la calidad de la adhesión de los *brackets* ortodónticos evaluados mediante un sistema de fuerza de cizallamiento. [Tesis para optar el título de especialista en ortodoncia y ortopedia maxilar]. Lima: Universidad Inca Garcilaso de la Vega; 2017.

28. Macedo N, Melo J, Cabral V, Bottino M, Villaca L. Evaluación de la resistencia de unión de *brackets* ortodónticos fijados a cerámica de disilicato de litio. Int. J. Odontostomat. 2019;13(2):207-218.

29. Bendezu B. Resistencia de adhesión al desprendimiento de *brackets* ortodónticos de la superficie del esmalte por tiempos de polimerización. [Tesis para optar el título de especialista en ortodoncia y ortopedia maxilar]. Huancayo: Universidad Continental; 2020.

30. Sabando N. Técnicas de adhesión en ortodoncia convencional y lingual. [Tesis para optar el título de cirujano dentista]. Guayaquil: Universidad de Guayaquil; 2021.

FINANCIACIÓN

Ninguna.

CONFLICTO DE INTERESES

Ninguno.

CONTRIBUCIÓN DE AUTORÍA

Conceptualización: Darwin Newton Yanac Calero, Ann Rosemary Chanamé Marín.
Redacción – borrador original: Darwin Newton Yanac Calero, Ann Rosemary Chanamé Marín.
Redacción – revisión y edición: Darwin Newton Yanac Calero, Ann Rosemary Chanamé Marín.