

COMPARACIÓN DE LA FUERZA DE ADHESIÓN Y CAMBIOS MICROESTRUCTURALES DEL ESMALTE UTILIZANDO DOS MÉTODOS DE LIMPIEZA DE SUPERFICIE PREVIA CEMENTACIÓN ORTODÓNCICA.

* Pacheco D 1
 **Chamorro A, Duarte M, 2
 *** Rojas N 3
 **** Cubides J 4

RESUMEN.

OBJETIVO: Comparar la fuerza de adhesión utilizando dos métodos de limpieza de superficie previos a la cementación de brackets y evaluar los cambios microestructurales que se presentan en el esmalte dental, en pacientes atendidos en la clínica de Ortodoncia y Ortopedia Maxilar de la Institución Universitaria Colegios de Colombia UNICOC, y en consulta particular de diferentes ortodoncistas en la ciudad de Bogotá, en el periodo comprendido entre 2018-2019 I. **MÉTODO:** Estudio cuasi experimental, se analizaron 40 premolares sanos extraídos por motivos ortodóncicos a los cuales se cementaron brackets metálicos de la técnica MBT, serie Gemini 3M con resina transbond XT 3M Unitek Orthodontics (Monrovia California USA) in vivo, la muestra se dividió en 2 grupos iguales de 20 dientes cada uno, en el primer grupo se utilizó piedra pómez como método de limpieza y en el segundo desproteinización con hipoclorito de sodio (NaClO) al 5.25%. Posteriormente la muestra fue llevada a la máquina universal de pruebas INSTRON modelo JSM 6490-LV para determinar la fuerza de adhesión, después los especímenes fueron sometidos al microscopio electrónico de barrido (SEM) marca JEOL, modelo JSM 6490-LV a una magnificación de 1000k, para obtener imágenes del esmalte sano y tratado de la superficie vestibular de cada diente, y analizados mediante el programa Image J. **RESULTADOS:** Con respecto al máximo de carga [Mpa], el grupo piedra pómez tuvo normalidad ($p=0.118$, prueba Kolmogorov - Smirnov), mientras que el grupo de hipoclorito de sodio al 5,5% no fue normal ($p=0.003$, prueba Kolmogorov - Smirnov). Al comparar el máximo de carga [N] se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos ($p<0.01$) siendo mayor en piedra pómez. **CONCLUSIONES:** La resistencia al cizallamiento fue mayor en el grupo tratado con piedra pómez, al ser relacionado con el análisis de microscopía electrónica de barrido, en este grupo se observa mayor diámetro de los poros del esmalte razón por la cual se supone que se genere una mayor fuerza de adhesión.

PALABRAS CLAVE: Esmalte, desproteinización, limpieza, adhesión, cizallamiento.

SUMMARY.

OBJECTIVE: To compare the strength of adhesion when using two methods of cleansing the enamel, prior to the cementation of brackets in patients who attended the Orthodontics and Maxillary Orthopedics Clinic of the UNICOC Colleges of Colombia and in particular consultation of different orthodontists in the city of Bogotá, in the period between 2018-2019 I. **METHOD:** Quasi experimental study 40 healthy premolars extracted for orthodontic reasons to which Gemini 3M brackets were cemented with XT 3M Unitek orthodontics transbond (Monrovia California USA) resin in vivo were studied, the sample was divided into 2 equal groups of 20 teeth each, in the first group pumice was used as a cleaning method and in the second deproteinization with sodium hypochlorite NaOCl at 5.25%. Subsequently, the sample was studied to determine the strength of adhesion through the universal INSTRON model JSM 6490-LV test machine and to observe the microstructural damage of the enamel in images obtained with a scanning electron microscope JEOL brand, model JSM 6490-LV at a magnification of 1000k, analyzed using the program Image J. **RESULTS:** With respect to the maximum load [Mpa], the group pumice stone had normality ($p = 0.118$, Kolmogorov-Smirnov test), while the group of sodium hypochlorite at 5.5% was not normal ($p = 0.003$, Kolmogorov-Smirnov test). When comparing the maximum load [N], statistically significant differences were found between treatments ($p < 0.01$), being higher in pumice stone. **CONCLUSIONS:** The resistance to shear was greater in the group treated with pumice stone, being related to the scanning electron microscopy analysis, in this group it is observed a larger diameter of the enamel pores, which is why it is supposed that a greater force is generated of adhesion.

KEY WORDS: Enamel, deproteinization, cleaning, adhesion, shearing.

1. Asesor Científico Odontólogo- Pontificia Universidad Javeriana -Ortodoncista UNICIEO, Especialista En Docencia Universitaria- Universidad Piloto De Colombia, Docente Clínico UNICOC, 2. Residente de Ortodoncia y Ortopedia Maxilar UNICOC 3. Asesor Metodológico. 4. Asesor Estadístico.

Introducción

En el tratamiento de ortodoncia con aparatología fija es importante colocar los tubos y brackets con precisión y tratar de minimizar las fallas de adhesión. (1) La descementación es un inconveniente tanto para el paciente como para el profesional, causando deterioro del esmalte producto de las constantes reparaciones, aumento del tiempo del sillón, prolongación del tiempo estimado de tratamiento e incremento en los costos. (2)

La adhesión en ortodoncia se basa en un proceso de cuatro pasos: Limpieza de superficie, preparación del esmalte con ácido fosfórico al 37%, seguido de la aplicación de adhesivo y cementación del bracket con resina de ortodoncia; El proceso de limpieza de superficie se realiza mediante una profilaxis dental con cepillo profiláctico y piedra pómez, para eliminar la placa y el biofilm, aumentando la resistencia de la adhesión del bracket al esmalte dental. (3)

Otro método de limpieza de superficie es la desproteinización, descrita por Espinosa et al. (2008) el cual sugirió que el uso del hipoclorito de sodio al 5,25% como agente desproteinizante antes del grabado ácido aumenta la resistencia de unión debido a que elimina elementos orgánicos tanto de la estructura del esmalte como de la película adquirida. (4)

Roberto Justus et al. (2010) mostraron que la humectación y el

acondicionamiento de la superficie del esmalte con hipoclorito de sodio al 5,25%(NaOCl) durante 1 minuto, antes del grabado ácido aumenta la calidad del patrón de grabado porque el NaClO, elimina la materia orgánica de la superficie del esmalte (desproteinización). Los autores demostraron que la capa orgánica externa impide que el ácido fosfórico convencional al 37% actúe eficazmente en la superficie del esmalte, dando como resultado inconsistentes tipos de patrones de grabado y una superficie de esmalte poco fiable para la adhesión del bracket al esmalte dental. Los patrones de grabado Tipo 1 y 2 son generados cuando se usa NaClO, mientras que el patrón de grabado tipo 3 predomina cuando no se usa NaClO. De acuerdo con lo anterior el aumento de la fuerza de adhesión podría lograrse por la desproteinización sobre la superficie del esmalte con NaClO al 5,25%, antes del grabado con ácido fosfórico al 37%. (5)

Actualmente se estima que los brackets necesitan una fuerza de adhesión clínicamente aceptable como mínimo de 5.9 a 9 Mpa si es mayor podría afectar la superficie del esmalte en el momento de la descementación por tal motivo se hace necesario tener control sobre cada uno de los pasos de la cementación de brackets y en especial de la preparación de la superficie del diente. (6) (7) (8)

Zachrisson et al;(1977) en su estudio reportaron que las tasas de fracaso son de 18,8% y 29,5% para los primeros premolares permanentes superiores e inferiores, respectivamente, las fuerzas generadas en los cuadrantes posteriores son generalmente superiores a 30 kg durante la masticación (9), la fuerza transferida a través de la ruta de los alimentos, especialmente en el caso de alimentos duros incide en el aumento de la falla de descementación. (10)

Otro factor importante durante la cementación de los brackets es producir una traba micromecánica entre el adhesivo y la superficie desmineralizada del esmalte, por lo cual es casi inevitable no producir algún efecto nocivo sobre el mismo cuando se produce la ruptura de la interface adhesivo-esmalte, (11) para lo cual es trascendental evaluar los cambios en la superficie del esmalte después de la decementación de la aparatología de ortodoncia.

Para analizar la superficie del esmalte sano y tratado se utilizan imágenes de microcopia electrónica que pueden ser analizadas por diversos métodos para proporcionar una evaluación cuantitativa de los datos de microscopía, uno de estos es el software Image J el cual cuenta con herramientas analíticas para extraer información de los datos y permitir visualizar, editar, analizar, procesar, guardar e imprimir imágenes de 8 bits, 16 bits. (12)

La presente investigación permite comparar dos métodos de limpieza de superficie previa a la cementación ortodóncica, (desprotección y profilaxis con piedra pómez) e identificar cuál de estas dos técnicas mejora la fuerza de adhesión y produce menos cambios microestructurales en el esmalte dental.

Metodología

El diseño de este estudio fue de tipo cuasi experimental, el protocolo de la presente investigación fue revisado y aprobado por el comité de ética de la Institución Universitaria Colegios De Colombia UNICOC, Colegio Odontológico posgrado de ortodoncia, la muestra fue de 40 (primeros y segundos premolares) humanos sanos con indicación de extracción ortodóncica, los cuales fueron divididos aleatoriamente en dos grupos de 20 dientes cada uno.

Los criterios de inclusión fueron: Superficie vestibular intacta sin lesiones cariosas, cavitaciones, restauraciones y dientes sin cementación previa de brackets.

Los criterios de exclusión fueron: Dientes sin lesiones cariosas, dientes que no tengan restauraciones, dientes sin defectos en el esmalte y dientes con previa cementación de brackets.

En el Grupo 1 se realizó limpieza de la superficie vestibular del diente con piedra pómez marca SYLKAPRO®, durante 10 segundos con cepillo de profilaxis con microtomor y contra ángulo NSK a 10.000 rpm, lavado

con agua por 10 segundos y secado con aire a presión, al grupo 2 la limpieza se realizó desproteinizando con hipoclorito de sodio al 5.25% por 60 segundos frotando con movimientos circulares la superficie vestibular con un microbrush, lavado y secado por 10 segundos. Posteriormente se procede al grabado del esmalte con ácido fosfórico al 37% por 30 segundos, lavado y secado por 10 segundos, se aplica una delgada capa de adhesivo y se fotocura por 20 segundos, se cementaron los brackets 3M Gemini slot 0.22*0.28 prescripción MBT, con resina (Transbond XT -3M / Unitek, Monrovia California USA), en el centro de la corona clínica de cada premolar, se fotopolimeriza por 40 segundos con lámpara Gnatius de la casa comercial Optilight Max, se procedió a extraer los dientes evitando la decementación de los brackets y luego los especímenes fueron almacenados en un medio de conservación, (Cloramina T al 0.5%), a temperatura ambiente.

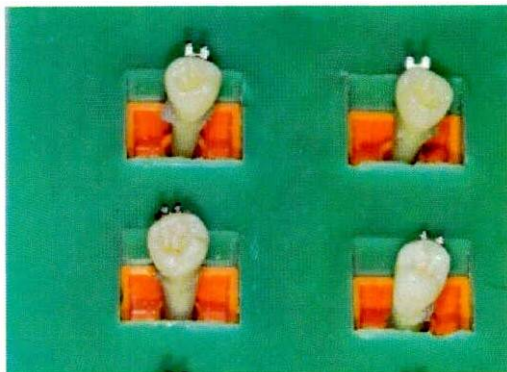


Figura 1: Dientes con brackets fijados con acrílico en cubos plásticos

Cada uno de los premolares fue colocado en una base cuadrada de 15x15 mm de ancho y 20 mm de alto

de plástico y fijados con acrílico de autocurado para ser analizados en el dispositivo universal de pruebas INSTRON 3366 con una velocidad de 0.5 mm por minuto instrumento de cillaza de grosor 0.5 mm software bluehill 3, para determinar la fuerza de adhesión entre bracket-diente.

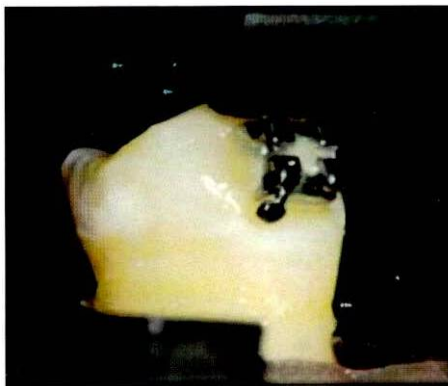


Figura 2: Máquina universal de pruebas INSTRON

Los valores fueron obtenidos en newtons (N) y convertidos a megapascuales (MPa), con la siguiente fórmula $Mpa = F(N)/A$, A es el área de proyección de la base del bracket con un valor de 9.08 mm^2 , (7) información obtenida de la casa comercial.

Después de que se decementaron los brackets se toman fotografías microscópicas de la cara vestibular sana y tratada de cada diente usando el microscopio electrónico de barrido (SEM) marca JEOL, modelo JSM 6490-LV a una magnificación de 1000k, las imágenes obtenidas en ambos grupos fueron analizadas con el software image J para observar los cambios en los poros del esmalte comparando en cada uno de los dientes la superficie sana y la tratada con cada uno de los métodos de limpieza de superficie.

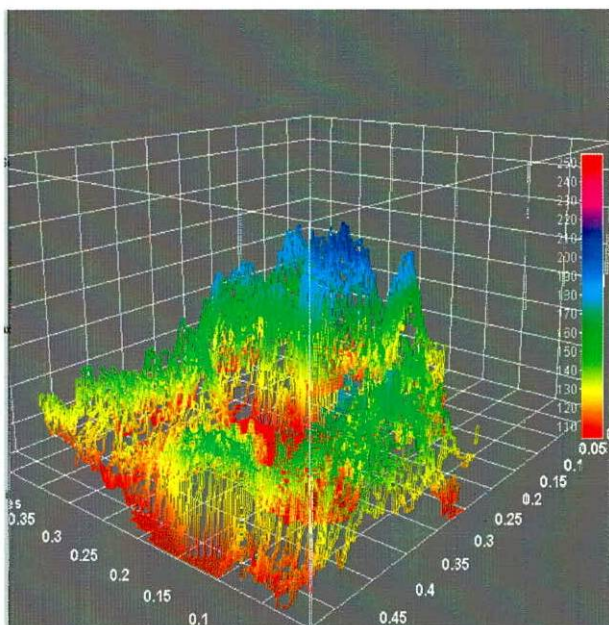


Figura 3: Fotografía 3D de un poro del esmalte tratado con piedra por 10 segundos. 1000K SEM

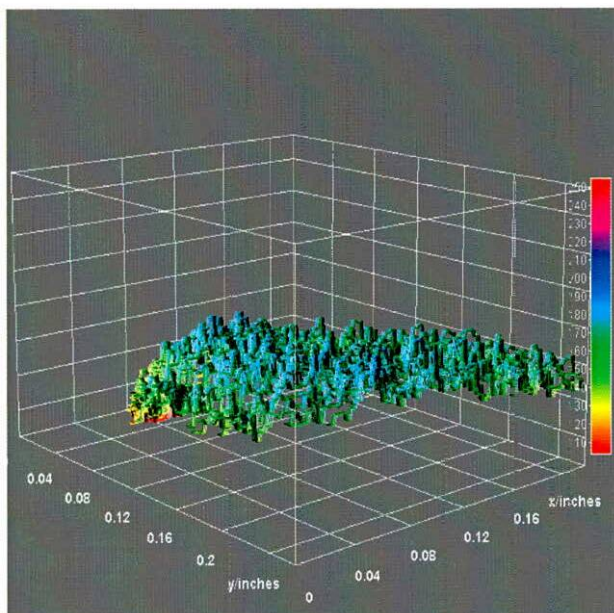


Figura 4: Fotografía 3D de un poro del esmalte tratado con Hipoclorito de sodio al 5.25%.

Aspectos estadísticos / Análisis de la información

En el presente estudio se digitaron y se depuraron los datos en el

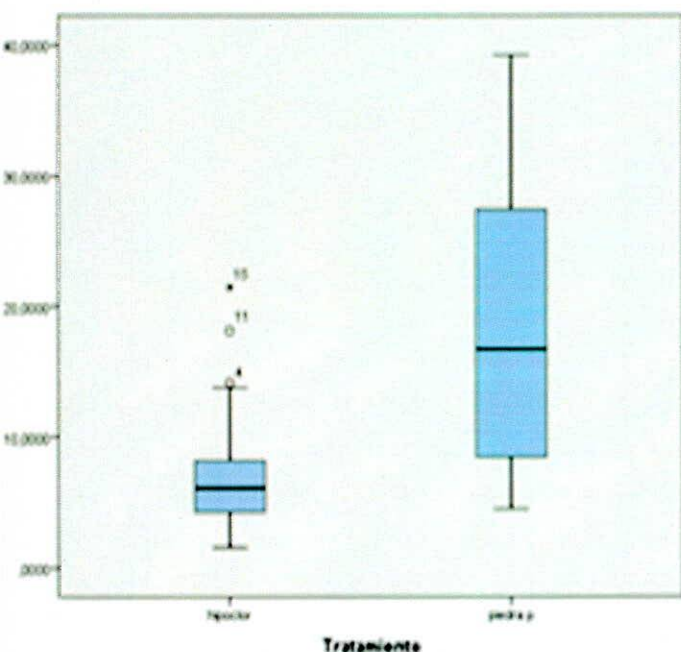
programa Microsoft Excel versión 2019 (office 365 ProPlus) y se analizó en el programa estadístico para ciencias sociales SPSS versión 20. Las variables cuantitativas se analizaron con promedios, medianas, desviación estándar, rango intercuartílico, mínimos y máximos. Los grupos que no presentaron normalidad se compararon con la prueba no paramétrica U Mann Whitney. Como método alternativo para hallar los valores de máximo de carga[N] se utilizaron los valores y los intervalos de confianza Bootstrap al 95%(ICB), debido al incumplimiento de la normalidad, para ellos se utilizaron 1000 muestras Bootstrap. El nivel de significancia para todas las pruebas fue del 5% o $\alpha = 0.05$.

Resultados

1.Análisis de datos en dispositivo universal de fuerzas

El resultado de la muestra son 20 datos de dientes tratados con Piedra Pómez y 20 datos de dientes tratados con Hipoclorito de sodio al 5,25%.

Con respecto al máximo de carga [Mpa], el grupo piedra pómez tuvo normalidad ($p=0.118$, prueba Kolmogorov - Smirnov), mientras que el grupo de *hipoclorito de sodio al 5,25%* no fue normal ($p=0.003$, prueba Kolmogorov - Smirnov). Al comparar el *máximo de carga[N]* se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos ($p<0.01$) siendo mayor en *piedra pómez*; (**Grafica 1**).



Grafica 1: Box plot de los grupos analizados en la maquina universal de medida INSTRON.

2. Análisis de datos microscopia electrónica de barrido.

Se realizó la prueba de Kolmogorov-smirnov (mayor de 30 datos) para comprobar el supuesto de normalidad, al rechazarse la hipótesis nula (normalidad) ($p < 0,05$) se decide usar la estadística no paramétrica.

Al realizarse el anova no paramétrica (Kruskal- wallis) para comparar los grupos experimentales (hipoclorito y piedra pómez), se encontraron diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) entre los grupos. Se realiza la prueba post hoc de conover debido a que la mediana del diámetro perteneciente al grupo piedra pómez es mayor a los grupos sano e hipoclorito.

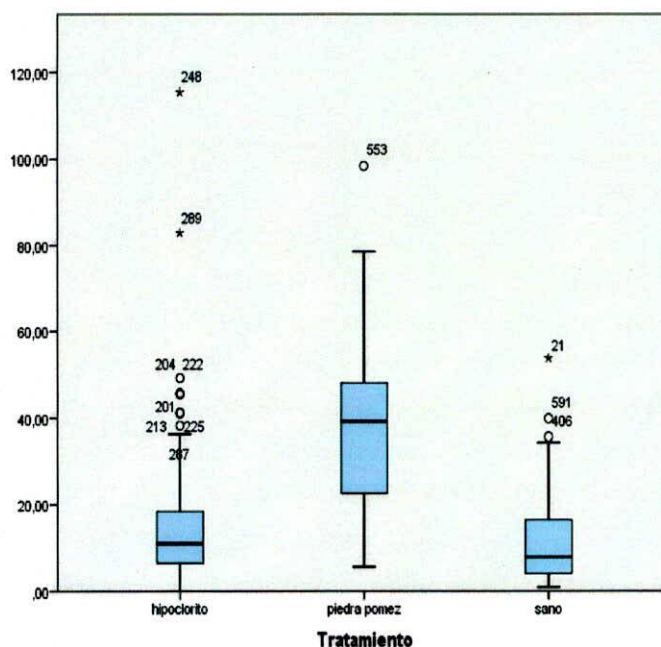


Gráfico 2: Box plot de los grupos de la muestra analizados en microscopia electrónica de barrido.

*Letras diferentes tienen diferencias estadísticamente significativas ($P < 0,001$).

Discusión

La investigación en ortodoncia está buscando mejorar y optimizar la técnica de adhesión de los brackets al esmalte dental. La fuerza de adhesión entre el bracket y la superficie del esmalte depende de la retención mecánica de la base del bracket, del material de adhesión y de la preparación de la superficie dental; en esta búsqueda siempre se ha tratado de estudiar cual podría ser la mejor fuerza de adhesión que permita mantener el bracket cementado durante todo el tratamiento y preservar la integridad del esmalte cuando este sea removido con el propósito de disminuir la presencia de lesiones de manchas blancas producto del

grabado del esmalte y limpieza con métodos abrasivos.⁽¹³⁾

El presente estudio evaluó los efectos de la desprotección del esmalte en comparación con el método de limpieza convencional con piedra pómez, usando resina (Transbond XT -3M / Unitek, Monrovia California USA), observando que la fuerza de adhesión al usar los dos métodos de limpieza de superficie están dentro de los valores óptimos; sin embargo el grupo 1 presentó mayor fuerza de adhesión con una diferencia estadísticamente significativa, estos hallazgos están en desacuerdo con los encontrados por Justus et al (2010), quienes en su estudio mostraron que la fuerza era mayor y estadísticamente significativa cuando los dientes fueron tratados con NaClO y la cementación se realizó con ionómero de vidrio modificado con resina que libera flúor, en este estudio también se observó que los brackets que fueron cementados con resina convencional transbond XT no mostraron diferencias estadísticamente significativas en comparación con los dientes no tratados⁽⁵⁾, Tatiana Bahía et al (2013), estudiaron los efectos de la desprotección en el esmalte durante la cementación de brackets con resina convencional y cementos de ionómero de vidrio modificado con resina que libera flúor (observando un incremento en la fuerza de adhesión de los brackets metálicos cementados con ionómero de vidrio. Sin embargo, la fuerza de

adhesión no es estadísticamente significativa entre los grupos, tratados y no tratados con NaOCl al 5.25% y cementados con resina convencional ($P < 0.05$) ⁽⁴⁾.

Ayman A. et al, (2014) demostraron en su estudio que el acondicionamiento del esmalte con NaClO al 5.25% durante 60 segundos, seguido de un grabado ácido con ácido fosfórico al 37% por 30 seg, dio como resultado una fuerza de adhesión mayor que el del esmalte no tratado. ⁽¹⁴⁾

Hamdame et al, (2017) realizaron un estudio in vitro para comparar la desprotección del esmalte durante 1 minuto utilizando hipoclorito de sodio 5.25% con resina Transbond XT y un ionómero reforzado RGMI liberador de flúor, el cual reduce el desarrollo de lesiones de mancha blanca durante el tratamiento de ortodoncia y aumenta significativamente la resistencia al cizallamiento. ⁽¹⁵⁾

En el presente estudio se analizaron imágenes de microscopia electrónica de barrido tomadas de las superficies tratadas mediante el programa image j y se observó que el tamaño de los poros del esmalte al utilizar piedra pómez fue mayor que los dientes tratados con hipoclorito de sodio, Steven et al (1997) estudiaron mediante microscopia electrónica, el tipo de grabado de los dientes con y sin profilaxis con piedra pómez y determinaron que el patrón de grabado fue tipo 1 utilizando la clasificación propuesta por Silverstone y colaboradores, en dientes no tratados el patrón fue

similar entre grabado 1 y 2, sin embargo se observaron áreas de placa bacteriana contaminando la superficie del esmalte que fue grabado previamente.^{(16) (17).}

Abdelmegid et al, (2018) evaluaron los cambios en el esmalte permanente antes y después de la desproteinización en comparación con el grabado ácido normal en donde pudo determinar que el esmalte tratado con hipoclorito de sodio al 5.25% y ácido fosfórico al 37% genera mayor aumento de poros en la estructura del esmalte dental al ser analizados en el microscopio electrónico de barrido (SEM).⁽¹⁸⁾

Este estudio se realizó in vivo y se diferencia del resultado de otros estudios similares realizados in vitro; Hajrassie et al, (2007) concluyeron que las fuerzas in vivo eran significativamente menores comparadas con las in vitro, una posible explicación puede ser que los procedimientos clínicos in vivo se realizan en presencia de saliva, ácidos y placa adquirida.⁽¹⁹⁾

Conclusión

La resistencia a la descementación (cizallamiento) fue mayor en el grupo tratado con piedra pómez, al ser relacionado este grupo con microscopía electrónica de barrido, se observa mayor diámetro de los poros del esmalte razón por la cual se supone que se genere una mayor fuerza de adhesión.

La piedra pómez presenta fuerzas que sobrepasan los valores óptimos de adhesión, esta puede ser una ventaja en el momento que se requiera una fuerza de adhesión alta,

pero a la vez una desventaja por que produce mayor daño en el esmalte especialmente al retirar la resina remanente después de la descementación.

Bibliografía

1. Tom roelofs, Nico merens, Jeroen Roelofs, Ewald Bronkhorst, and Hero Breuning (2017) A retrospective survey of the causes of bracket – and tube bonding failures. the angle orthodontist january 2017 vol, 87 N° 1 pp 111-117.
2. Abreu LG, Paiva SM, Pretti H, Lages EM, Novães Júnior JB, Neto Ferreira RA. Comparative study of the effect of acid etching on enamel surface roughness between pumiced and non-pumiced teeth. J Int Oral Health 2015;7(9):1-6.
3. Lill DJ, Lindauer SJ, Tüfekçi E, Shroff B. Importance of pumice prophylaxis for bonding with self-etch primer. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2008;133(3):423-6.
4. Roberto Espinosa, Roberto Valencia, Mario Uribe, Israel Ceja, Marc Saadia; Enamel Deproteinization and Its Effect on Acid Etching: An *in vitro* Study; J Clin Pediatr Dent 33(1): 13–20, 2008.
5. Roberto Justus, Tatiana Cubero, Ricardo Ondarza, and Fernando Morales. A New Technique with Sodium Hypochlorite to Increase Bracket Shear Bond Strength of Fluoride-releasing Resin-modified Glass Ionomer Cements: Comparing Shear Bond Strength of Two Adhesive Systems with Enamel Surface Deproteinization Before Etching. Semin Orthod 2010; 16:66-75
6. Nathan J.Cochrane^{b†}Thomas W.G.Lo^aGeoffrey G.Adams^bPaul M.Schneider. Quantitative analysis of enamel on debonded orthodontic brackets. American Journal of

- Orthodontics and Dentofacial Orthopedics. Volume 152, Issue 3 September 2017, Pages 312-319
7. Zhang QF, Yao H, Li ZY, Jin L, Wang HM. Optimal enamel conditioning strategy for rebonding orthodontic brackets: a laboratory study. *Int J Clin Exp Med* 2014; 15:2705-11.
 8. Reynolds IR. A review of direct orthodontic bonding. *Br J Orthod* 1979; 2:171-78.
 9. Zachrisson BJ. A posttreatment evaluation of direct bonding in orthodontics. *Am J Orthod*. 1977; 71: 173-189.
 10. Proffit WR, campos HW, Nixon WL; Occlusal Forces in Normal- and Long-face Adults; *J Dent Res*. 1983; 62: 566-570.
 11. Attar N, Taner TU, Tülümen E, Korkmaz Y. Shear bond strength of orthodontic brackets bonded using conventional vs one and two step self-etching/adhesive systems. *Angle Orthod*. 2007 May; 77:518-23.
 12. Sean M. Hartig¹; Basic Image Analysis and Manipulation in ImageJ; *Protoc. Mol. Biol.* 102:14.15.1-14.15.12. C _ 2013 by John Wiley & Sons, Inc.
 13. Lill DJ, Lindauer SJ, Tüfekçi E, Shroff B. Importance of pumice prophylaxis for bonding with self-etch primer. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2008;133(3):423-6.
 14. Ayman A. S. Elnafar, Mohammad K. Alam and Rozita Hasan; The impact of surface preparation on shear bond strength of metallic orthodontic brackets bonded with a resin-modified glass ionomer cement; *Journal of Orthodontics*, Vol. 41, 2014, 201-207.
 15. Hamdane N, Kmeid R, Khoury E, Ghoubril J, Effect of sandblasting anand enamel deproteinization on shear bond strength of resin-modified glass ionomer. *International Orthodontics* 2017; 15: 600-609.
 16. Steven J. Lindauer, DMD, MDSc, a Henry Browning, b Bhavna Shroff, DDS, MDSc, ° Frank Marshall, DDS, d Ralph H. B. Anderson, DDS, e and Peter C. Moon, MS, PhD Richmond, Va., Effect of pumice prophylaxis orthodontic brackets; *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* June 1997.
 17. Silverstone LM, Saxton CA, Dogon IL, Fejerskov O. Variation in the pattern of acid etching of human dental enamel examined by scanning electron microscopy. *Caries Res* 1975; 9:373-87.
 18. Abdelmegid FY. Effect of deproteinization before and after acid etching on the surface roughness of immature permanent enamel. *Niger J Clin Pract* 2018; 21:591-6. Aceptado, Bogotá Mayo 16 de 2019.
 19. Manar K.A. Hajrassiea and Salwa E. Khier; In-vivo and in-vitro comparison of bondstrengths of orthodontic brackets bonded to enamel and debonded at various times; *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2007; 131:384