

## EFECTO DEL PERÓXIDO DE HIDRÓGENO AL 40% SOBRE LA FUERZA DE ADHESIÓN DE BRACKETS EN DIFERENTES INTERVALOS DE TIEMPO. ESTUDIO IN VITRO. TACNA, 2016.

*EFFECT OF HYDROGEN PEROXIDE AT 40% ON THE ADHESION STRENGTH OF BRACKETS AT DIFFERENT TIME INTERVALS. IN VITRO STUDY. TACNA, 2016.*

Marco Antonio Sánchez Tito<sup>3</sup>

### RESUMEN

**Objetivo:** Evaluar el efecto de un agente aclarador a base de peróxido de hidrógeno al 40% sobre la fuerza de adhesión de brackets metálicos cementados en distintos intervalos de tiempo.

**Material y métodos:** 60 premolares superiores fueron aleatoriamente asignados a 4 grupos de 15 unidades cada uno. En el grupo I los brackets fueron cementados 1 hora después de someter los dientes al aclaramiento dental, en el grupo II los brackets fueron cementados luego de 7 días y en el grupo III los brackets fueron cementados luego de 14 días, un grupo sirvió de control donde no se realizó el aclaramiento dental. Se midió la fuerza de resistente al cizallamiento de los brackets por medio de una máquina universal de ensayos y se empleó el índice IRA para valorar la interfase donde se produjo la falla.

**Resultados:** los resultados muestran que el aclaramiento dental reduce significativamente la fuerza de adhesión de los brackets ( $p < 0,05$ ). La fuerza necesaria para descementar los brackets en el grupo III (17,95 MPa) fue similar a la que se requirió en el grupo control (18,03 MPa), los grupos I y II presentaron valores bajos (13,37 MPa y 13,58 MPa respectivamente). Se encontraron diferencias significativas en los valores IRA ( $p < 0,05$ ). Valores 3 de IRA se observaron en el grupo control, lo que indica que la falla ocurrió en la interfase brackets/resina predominantemente. En el grupo I la falla ocurrió de manera más frecuente en la interfase esmalte/adhesivo (valor 0).

**Conclusiones:** el uso de peróxido de hidrógeno al 40% como agente aclarador reduce las fuerzas de adhesión de los brackets. Los valores retornaron a la normalidad luego de 14 días.

**Palabras claves:** resistencia a la fuerza de cizallamiento, agentes aclaradores dentales, brackets metálicos, adhesión dental.

### ABSTRACT

**Objective:** to evaluate the effects of hydrogen peroxide at 40% as a bleaching agent on shear bond strength of metallic brackets bonded at several time intervals.

**Materials and methods:** 60 upper premolar were randomly assigned to four groups of 15 units each. In group I brackets were bonded at 1 hour after the bleaching, in group II the brackets were bonded after 7 days, and in the group III the brackets were bonded after 14 days, a group was used as a control, where bleaching agent was not applied. Shear bond strengths of all the brackets were tested with a Universal testing machine. ARI Index was used to evaluate the interface of bond fail.

**Results:** the results showed that bleaching significantly reduced the bonding strength of the orthodontic brackets ( $p < 0.05$ ). The mean shear bond strength of group III (17.95 MPa) were not statistically different to the group control (18.03 MPa). In group I and II the values were lower (13.37 MPa, 13.58 MPa respectively). There were found significant differences in ARI index ( $p < 0.05$ ). ARI score 3 was observed in group control, what indicate that the fail interface was bracket/adhesive predominately. In group I the fail interface was more frequently in the enamel/adhesive interface.

**Conclusions:** the use of hydrogen peroxide at 40% as a bleaching agent reduce the shear bond strength of metallic brackets. Values turn to normality after 14 days.

**Key words:** shear bond strength, tooth bleaching agents, metallic brackets, dental bonding.

### INTRODUCCIÓN

La ortodoncia como especialidad de la odontología, tiene como principio corregir la alineación de los dientes y mejorar las relaciones de las estructuras que los contienen. Ésta conceptualización no

<sup>3</sup> Magister en Investigación Científica e Innovación

es ajena a una perspectiva estética, la evolución y mejora constante de los materiales y técnicas permitieron incorporar en la ortodoncia procedimientos adhesivos que facilitaron tremendamente el acceso al tratamiento; considerando que en el tratamiento de ortodoncia el proceso adhesivo de los brackets es realizado sobre esmalte, esto permite que los procedimientos sean seguros y previsibles, la intención es permitir una adhesión segura y que permita realizar las aplicaciones de fuerzas sobre los sistemas de brackets para la movilización de los dientes, pero a la vez disminuir las posibilidades de daño al esmalte cuando sea necesario retirar los brackets al terminar el tratamiento o al requerir reposicionamiento de los mismos. Está claro que en nuestros días el requerimiento más común de los pacientes está relacionado con la estética, los procedimientos estéticos en odontología son cada vez menos invasivos permitiendo disponer de diversas posibilidades para satisfacer los requerimientos y preferencias de los pacientes; lograr una sonrisa armoniosa es en muchos casos un requisito que posiciona a las personas en un estado de confianza personal ayudándolos en sus actividades cotidianas tanto profesionales como personales. Es común notar en la consulta el requerimiento de aclaramiento dental por parte de los pacientes, muchas veces asociado a la necesidad de corregir la posición o el alineamiento de los dientes. Diversos factores pueden estar involucrados en el éxito del proceso adhesivo sobre esmalte previamente aclarado, estos pueden ser: el agente aclarador, la técnica empleada, el uso o no de desensibilizantes, el tiempo posterior al aclaramiento, la contaminación de la superficie, entre otros. Tradicionalmente los agentes empleados para el aclaramiento dental han sido el peróxido de hidrógeno y el peróxido de carbamida a distintas concentraciones; recientemente se ha introducido en el mercado un producto a base de peróxido de hidrógeno al 40%. El aclaramiento de los dientes ocurre debido al hecho de que el peróxido tiene bajo peso molecular que facilita su penetración en las estructuras dentarias; asociada a la permeabilidad dental, característica que permite la difusión del oxígeno por el esmalte y dentina para actuar en las estructuras orgánicas del diente, y así aclararlo, además existe una liberación prolongada de oxígeno en el esmalte aclarado y esto podría inhibir la polimerización de la resina y así reducir la fuerza de adhesión en la interfase esmalte-adhesivo propiciando fallas en la adhesión de los brackets. En cuanto al tiempo apropiado para realizar el procedimiento adhesivo posterior al aclaramiento de los dientes no existe consenso en la literatura, algunos reportes señalan que no existe influencia en este aspecto, otros recomiendan esperar 7, 14 hasta 30 días para poder garantizar un correcto proceso adhesivo. El objetivo del presente trabajo fue identificar los efectos del aclaramiento dental con el peróxido de hidrógeno al 40% sobre la adhesión de brackets metálicos, considerando distintos tiempos en la cementación de los brackets post aclaramiento.

El proceso de adhesión de los brackets sobre la superficie dentaria es una actividad cotidiana e indispensable para poder alcanzar los objetivos planteados en el tratamiento de ortodoncia. El procedimiento de adhesión en ortodoncia resulta ser complejo y claramente tiene otros propósitos a aquellos que rigen la odontología restauradora.

El cemento resinoso con el que son adheridos los brackets requiere una resistencia al descementado lo suficientemente alta para que no se desprendan durante las cargas de fuerza aplicadas por los alambres ortodónticos, pero no deben exceder el punto en el cual se puede dañar la integridad del esmalte al momento de retirar los brackets. Al respecto la literatura señala que fuerzas superiores a 14 Mpa pueden producir deterioro de la superficie del esmalte.

Cuando se aborda el tema de la descementación de los brackets se debe tener en cuenta una serie de factores que pueden influenciar en el fracaso de la adhesión, como el tipo de malla del bracket, el tipo de resina, el acondicionamiento de la superficie dentaria, la contaminación de la superficie durante el proceso, entre otros.

Los avances sucedidos en odontología estética han permitido que los procedimientos de aclaramiento sean seguros y efectivos, cubriendo las exigencias de los pacientes, ya que son ellos los que solicitan dicho tratamiento de forma cada vez más frecuente e incluso previamente a iniciar el tratamiento de ortodoncia cuando sus exigencias son superiores (1). Sin embargo se ha evidenciado que algunos de los elementos químicos que forman parte de las soluciones aclaradoras pueden interferir en el proceso de adhesión al estrato dentario, afectando de forma negativa la resistencia al descementado de los aparatos ortodónticos (2)(3). Dentro de los agentes aclaradores el peróxido de hidrógeno es el más empleado para tratar los cambios de color

intrínsecos de los dientes (4), el peróxido de hidrógeno se presenta en diversas concentraciones y con distintas indicaciones de aplicación.

Una variable que también ha sido asociada al efecto del aclaramiento dental y la adhesión es el momento en el cual se realiza el proceso adhesivo, esto es, si se efectúa inmediatamente después del aclaramiento dental o sí se debe esperar algún tiempo hasta poder hacerlo (5), el operador debe saber que los procedimientos adhesivos pueden verse afectados por el proceso oxidativo producto del aclaramiento del estrato dentario. Algunos estudios señalan que el proceso oxidativo puede durar de 7 a 14 días, por lo que recomiendan que los procedimientos adhesivos en la odontología restauradora deben ser realizados luego de este periodo de tiempo o incluso mayor.

No existe un consenso en este tema en relación a cuál es el tiempo que debe esperarse hasta realizar el proceso de adhesión de los brackets sobre la superficie de esmalte previamente aclarada. Prietsch (6) concluyó que el aclarado dental con peróxido de hidrógeno al 35% reduce la fuerza de adhesión después de 24 horas, sugiriendo un periodo de 7 días de espera después del aclaramiento para poder realizar procedimientos adhesivos.

Bajo esta perspectiva el presente estudio busca comparar el efecto de un nuevo agente aclarador a base de peróxido de hidrógeno al 40% en la resistencia al descementado de brackets metálicos y verificar la influencia del tiempo transcurrido entre el proceso de aclaramiento dental y la cementación de los brackets.

### **Aclaramiento dental**

El aclaramiento dental es una técnica que tiene como finalidad mejorar la apariencia de los dientes. Este procedimiento es realizado con diferentes técnicas y concentraciones de peróxido. El gel mayormente empleado es a base de peróxido de carbamida en una concentración de 10% (técnica en casa) o peróxido de hidrógeno en concentración de 35% (técnica en consultorio) (13). El peróxido de hidrógeno es un oxígeno reactivo y actúa como un fuerte agente de oxidación (14) y tiene la capacidad de desnaturalizar proteínas (15). El mecanismo de acción de los agentes aclaradores está relacionado con la liberación de oxígeno (radical libre) en las estructuras dentarias. El aclaramiento de los dientes ocurre debido a que el peróxido al tener bajo peso molecular facilita su penetración en las estructuras dentarias; asociada a la permeabilidad dental, característica que permite la difusión del oxígeno por el esmalte y dentina para actuar en las estructuras orgánicas del diente, y así aclararlo (15)(16)(17). Cuando los pigmentos son expuestos a radicales libres, estos reaccionan resultando cadenas más pequeñas, sin color y menos pesadas por ello tienen mayor capacidad de difusión (18)(19)(20). De hecho pueden ser convertidas en dióxido de carbono y agua que son removidos por difusión con el oxígeno (21)(22). Los procedimientos de aclaramiento dental pueden ser catalizados por fuente de luz, aplicada sobre la superficie del diente para aumentar la velocidad de reacción y acelerar la descomposición del peróxido de hidrógeno (23). Un punto importante que debe ser esclarecido es el comportamiento del esmalte como tejido. El esmalte es un tejido de origen epitelial, altamente mineralizado, que reviste externamente los dientes (24). Está constituido por cerca de 96% de minerales y apenas 1% de proteína y 3% de agua(25); la presencia de esta pequeña cantidad de material inorgánico parece ser muy importante al conferirle al diente mayor resistencia a la fractura(26).

Aunque tradicionalmente se piensa que el esmalte es un tejido inactivo, al ser producido por los ameloblastos éste adquiere forma de varillas entrelazadas y conectadas lateralmente. En un corte transversal las varillas de esmalte son comparables geoméricamente como un ojo de cerradura. Cada varilla está constituida por millones de cristales hexagonales que pueden ser comparados como ladrillos, donde entre ellos fluye el "fluido adamantino" (27). El fluido adamantino cumple una función de hidratación y además toma iones de la superficie del esmalte así como de otras partes de él. Debido al flujo que adquiere el fluido adamantino los iones son incorporados a la superficie del esmalte y puede llevarlo a las partes más profundas. Camargo (28) señala que el intercambio de iones permite la remineralización del esmalte en las manchas blancas causadas por caries después del aclarado dental externo. Durante la erupción dentaria, las proporciones de minerales entre las capas más profundas y superficiales del esmalte es similar, sin embargo, una vez que este se expone al medio oral, la superficie del esmalte se vuelve más mineralizada y rica en

fluoruro. La superficie ondular del esmalte o peregumias, muestran poros, miles de depresiones que representan las marcas dejadas por los procesos ameloblásticos de Tomes cuando la última capa de ameloblastos es depositada. Los fluidos e iones pueden entrar a través de la superficie porosa, renovando los cristales. Sin embargo estos poros también pueden permitir el paso de otras sustancias a las partes internas del esmalte (27). Pinto y cols (36) evaluaron el efecto de 4 agentes aclaradores a base de peróxido de hidrógeno sobre la superficie del esmalte. Aplicaron pruebas de microdureza y de rugosidad además realizaron una evaluación morfológica a través de microscopio electrónico de barrido. Sus resultados mostraron que todos los agentes promovieron la alteración de la morfología superficial del esmalte y la reducción en la microdureza; además todas las muestras expuestas a peróxido de hidrógeno al 35% incrementaron su rugosidad significativamente al ser comparadas con un grupo control. Este aumento en la rugosidad y consecuente generación de condiciones favorables a la acumulación de bacterias y también dificulta la remoción de ellas por procedimientos mecánicos (37)(38). Estas alteraciones conducen a la erosión del esmalte, ya que ocurrirá disolución de la porción mineralizada del diente (39). Según Sasaki y cols (40) estas alteraciones pueden estar relacionadas con la acción de la urea, resultante de la degradación del peróxido de carbamida, o por la acción de los radicales libres del oxígeno, resultantes de la degradación del peróxido de hidrógeno; señala que la urea tiene la capacidad de desnaturalizar las proteínas presentes en la parte orgánica del esmalte y puede difundirse a través del mismo, afectando la superficie y la parte interprismática, lo que conduce a un aumento de la difusión de los productos aclaradores hacia la dentina y la pulpa.

### **Adhesión al esmalte post aclaramiento**

Podemos definir a la adhesión como la fuerza que existe cuando dos sustancias están en íntimo contacto, las moléculas de una se adhieren o se insertan en las moléculas de otras, el material o película que se agrega para formar adhesión se llama adhesivo (45).

Cuando se complete el aclarado dental externo, los poros de la superficie del esmalte están más abiertos; por lo que el proceso de adhesión de las resinas se debilita y los aparatos ortodónticos están más propensos a desprenderse. Las áreas desmineralizadas del esmalte expuestas al medio oral son más propensas a incorporar pigmentos y permitir que productos tóxicos y ácidos ingresen, así promoviendo alteraciones en el color e incrementando la sensibilidad dentaria (27).

Lai y cols (46) señalan que como existe una liberación prolongada de oxígeno en el esmalte aclarado esto podría inhibir la polimerización de la resina y así reducir la fuerza de adhesión en la interfase resina-esmalte. Cavalli y cols (47) recomiendan esperar 3 semanas luego del aclaramiento antes de realizar el procedimiento adhesivo, ya que así se permite la reorganización del esmalte. Otro estudio sugiere que luego de 7 días el esmalte ya se ha organizado y que las fuerzas para la descementación de los brackets no se verían afectadas (10). Rao y cols (48) encontraron que no existe diferencias al comparar la adhesión post aclaramiento luego de 24 horas o 30 días. Öztaş y cols (12) señalan que no existen diferencias en la resistencia adhesiva al cementar los brackets luego de 24 horas o 14 días post aclaramiento. Matta (49) reportó que el tiempo transcurrido desde el aclaramiento hasta la cementación de los brackets no interfirió en la resistencia mecánica cuando fue realizada 24 horas o 1 semana después del aclaramiento.

### **MATERIALES Y MÉTODOS**

La investigación es de tipo básica. Se trata de un diseño experimental ya que se emplearon tres grupos que fueron sometidos al aclaramiento dental y posteriormente fueron adheridos brackets metálicos en distintos intervalos de tiempo para poder medir la fuerza de adhesión, se consideró además un grupo control al cual se realizó el procedimiento de adhesión de los brackets sin ser previamente sometido al aclaramiento dental. Los procedimientos de laboratorio necesarios para la realización de la investigación fueron realizados en el laboratorio de Materiales de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Católica Santa María de Arequipa, con la supervisión de los ingenieros Emilio Chire y Sulema Hachire. Se seleccionaron 60 premolares extraídos por motivos ortodónticos,

que fueron asignados de forma aleatoria en 4 grupos: 15 premolares que servirán como control, grupo I: 15 premolares que serán sometidos a proceso de aclaramiento dental 1 hora antes de realizar la adhesión de los brackets. Grupo II: 15 premolares sometidos a proceso de aclaramiento dental 7 días previos a la cementación de los brackets. Grupo III: 15 premolares sometidos a proceso de aclaramiento dental 14 días previos a la cementación de los brackets. Se empleó la técnica de observación laboratorial y como instrumento se empleó una ficha de recolección de datos de laboratorio.

## RESULTADOS

Se recolectaron 60 premolares maxilares humanos recientemente extraídos (no más de 03 meses). Los dientes fueron almacenados en agua destilada con 0.1% de timol luego de ser limpiados y de eliminar cualquier resto de tejidos blandos. Los criterios de inclusión para los dientes fueron: esmalte bucal intacto, sin presencia de caries, sin defectos en el esmalte, fisuras o fracturas debido a la extracción dentaria, ni presencia de restauraciones.

### Preparación de la unidad de análisis

Los dientes fueron incluidos en resina acrílica autopolimerizable (Vitacryl, Tarrillo Barba, Lima, Perú) en anillos de montaje de PVC (PAVCO, Lima, Perú) de ½" de diámetro y 20 mm de altura. Las caras vestibulares fueron alineadas perpendicularmente con la base del anillo de montaje. Este procedimiento orientará la superficie vestibular paralela a la fuerza durante la prueba de cizallamiento (fig.1).

Se realizó la profilaxis de la superficie vestibular de todos los dientes con una mezcla de polvo de piedra pómez y agua por medio de una escobilla tipo Robinson adaptada a un contra ángulo para eliminar la capa orgánica durante 20 segundos (fig.2). Los dientes fueron mantenidos en agua destilada para prevenir la deshidratación.

### Aleatorización de las unidades de análisis

La asignación de las unidades de análisis para cada grupo fue realizada de forma aleatoria por medio de balotas; posteriormente todas las unidades de análisis fueron codificadas con el grupo y número de unidad.

### Procedimiento de aclaramiento dental

Grupo Control: no se aplicó agente aclarador.

Grupo I: Se aplicó agente aclarador Opalescence Boots 40% PF. Ultradent Products. (Se realizaron un total de 3 aplicaciones de 20 minutos cada una, siguiendo las recomendaciones del fabricante). Los dientes fueron sometidos al procedimiento de adhesión de los brackets una hora después de haber completado el procedimiento de aclarado dental.

Grupo II: Se aplicó agente aclarador Opalescence Boots 40% PF. Ultradent Products. (Se realizaron 3 aplicaciones de 20 minutos cada una, siguiendo las recomendaciones del fabricante). Los dientes fueron sometidos al procedimiento de adhesión de los brackets 7 días después de haber completado el procedimiento de aclarado dental.

Grupo III: Se aplicó agente aclarador Opalescence Boots 40% PF. Ultradent Products. (Se realizaron un total de 3 aplicaciones de 20 minutos cada una, siguiendo las recomendaciones del fabricante). Los dientes fueron sometidos al procedimiento de adhesión de los brackets 14 días después de haber completado el procedimiento de aclarado dental.

### **Grabado ácido del esmalte**

Se aplicó ácido acondicionador fosfórico al 37% (Maquira, Maringá, PR, Brasil) sobre la cara vestibular de los premolares en la zona correspondiente a la ubicación de los brackets, luego de 20

segundos se lavó con abundante chorro de agua por 40 segundos.

### **Procedimiento de adhesión de los brackets**

La unidad de luz LED seleccionada fue Elipar® 3M ESPE. El cemento adhesivo fue Transbond XT light cure adhesive (3M Unitek). Se colocó un bracket de premolar (Resolve® ESW – Densply) sobre la superficie vestibular del diente con la ayuda de una pinza portabacket (Morelli, Sorocaba, Sao Paulo, Brasil), se empleó un explorador para generar una fuerza constante para la ubicación correcta del bracket. El exceso de resina fue cuidadosamente removido con el explorador. Se procedió a la fotopolimerización del adhesivo por 20 segundos (fig.7-11).

### **Medición de la fuerza de adhesión**

Los brackets de todos los grupos fueron descementados. Las fuerzas de descementación fueron medidas empleando una máquina de prueba universal para ensayos de tensión y compresión marca Dongguan LIYI modelo LY-1066A con número de serie 131202 (fig.12). Con un punzón confeccionado específicamente para el estudio; se empleó una velocidad de compresión de 0,5 mm/minuto según la Norma ISO – TR114056. Las probetas de ensayo fueron colocadas y ajustadas sobre la base móvil confeccionada para el estudio que aseguró una aplicación de la fuerza paralela al eje largo del diente. La fuerza de corte o cizallamiento fue aplicada en la interfase bracket/diente (fig.13). La fuerza de resistencia al cizallamiento fue calculada a partir de la fuerza/área de descementación del bracket medida en Newtons (N) y registrada sistemáticamente por el programa que emplea la máquina de prueba universal. Finalmente los valores en Newtons fueron convertidos a MPa dividiendo el valor entre el área de superficie de la base del bracket (9,61 mm<sup>2</sup>).

### **Estudio de la falla de interfase**

Después del descementado las bases de los brackets fueron examinadas con un estereomicroscopio a 10X de aumento para determinar la falla de interfase. El índice de remanente adhesivo (IRA) fue empleado para evaluar la cantidad de adhesivo remanente sobre el bracket después del descementado.

### **DISEÑO DE LA PRESENTACIÓN DE LOS RESULTADOS**

El análisis estadístico fue desarrollado por el programa SPSS para Windows en su versión 22.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA). Todos los valores obtenidos fueron previamente evaluados para verificar su normalidad, lo que es un requisito para poder seleccionar la prueba estadística adecuada; se empleó la prueba de Kolmogorov – Smirnov para verificar que los datos tengan una distribución normal. Una vez constatado este hecho se decidió emplear la prueba de ANOVA (de un factor) para identificar la existencia de diferencias en las fuerzas de adhesión entre los grupos. Para poder establecer las diferencias entre todas las combinaciones de intergrupos se eligió la prueba post hoc de Tukey. Para la evaluación del índice remanente adhesivo se seleccionó la prueba de  $\chi^2$  de Pearson. Se adoptó un nivel de significancia de 5% para todas las pruebas.

## PRESENTACIÓN DE LOS RESULTADOS

Tabla 1. Valores de resistencia al cizallamiento de las unidades de estudio en Mega Pascales (MPa).

Control	Grupos		
	Grupo I	Grupo II	Grupo III
12,37	8,46	10,34	14,36
14,87	10,74	12,12	15,82
15,50	12,04	12,16	15,95
15,70	12,38	12,17	16,95
15,95	12,67	12,19	17,00
17,14	12,91	13,11	17,64
17,88	13,16	13,13	17,79
18,26	13,52	13,35	17,97
18,28	13,60	13,65	18,06
19,39	13,76	13,76	18,66
19,47	14,85	14,32	19,16
19,57	14,94	15,07	19,17
19,65	14,95	15,23	19,91
21,00	15,12	15,91	19,95
25,52	17,46	17,21	20,90
x= 18,03 MPa	x= 13,37 MPa	x= 13,58 MPa	x = 17,95 MPa

## Descripción:

La Tabla 1 muestra todos los valores de resistencia al cizallamiento en MPa y sus medias obtenidas a partir de las unidades de análisis.

## Descripción:

Se presenta un Boxplot que expresa la resistencia al cizallamiento (MPa). Se observa la diferencia entre el grupo control que no fue sometido al aclaramiento y los grupos I, II y III que si fueron sometidos al aclaramiento y donde la adhesión de los brackets tuvo intervalos de tiempo distintos. Podemos notar que la fuerza de adhesión de los brackets disminuyó notablemente en el grupo I (13,37 MPa) esto fue cuando los brackets fueron adheridos 1 hora después del procedimiento de aclaramiento. Los niveles de la fuerza de adhesión aumentaron en el grupo III (17,95 MPa) cuando los brackets fueron adheridos luego de 14 días, estos valores fueron cercanos a los del grupo control (18,03 MPa).

## Prueba estadística

Para establecer si existen diferencias significativas entre las observaciones, debemos someter las mismas a una prueba de hipótesis para ello seguimos los pasos necesarios que a continuación se comentan.

## 1. Formulación de la Hipótesis

$H_0$ : A mayor tiempo post aclaramiento con peróxido de hidrógeno al 40% menor o igual fuerza de adhesión de los brackets al sustrato dentario.

$$\mu_3 \leq \mu_2 \leq \mu_1$$

$H_1$ : A mayor tiempo post aclaramiento con peróxido de hidrógeno al 40% mayor fuerza de adhesión de los brackets al sustrato dentario.

$$\mu_3 > \mu_2 > \mu_1$$

## 2. Elección del nivel de significación

Se eligió un nivel de significación de  $0,05 = 5\%$  ( $\alpha = 0,05$ ); lo que significa que fijamos una probabilidad de rechazar  $H_0$  del 5%.

### 3. Selección del Estadístico de prueba

Se tiene 4 grupos independientes a los cuales se ha realizado una medición cuantitativa (resistencia al cizallamiento en Mpa), además la asignación fue aleatoria. En tal sentido se propone la utilización del estadístico Análisis de la Varianza de un factor (ANOVA).

### 4. Estimación del P valor

Aplicando la prueba de Anova de un factor, obtenemos un valor  $P = 0,000$

### 5. Toma de decisión de rechazo

Como  $P < 0,05$  se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna, es decir: A mayor tiempo post aclaramiento con peróxido de hidrógeno al 40% mayor fuerza de adhesión de los brackets al sustrato dentario.

Hasta este momento sabemos que existen diferencias entre los grupos, pero no cuál es el comportamiento entre grupos; para poder conocer este comportamiento optamos por elegir una prueba Post Hoc, en este caso la prueba de Tukey; que nos muestra las diferencias entre pares de grupos definidos por la variable resistencia a la fuerza de cizallamiento. Los datos de las pruebas estadísticas pueden observarse en la Tabla 2.

**Tabla 2. Estadística descriptiva de la resistencia a las fuerzas de cizallamiento (MPa) según grupos y estadígrafos de prueba**

Grupos *	n	Media	DS	Mínimo	Máximo	Valor P
Control <sup>a</sup>	15	18,0367	3,08159	12,37	25,52	0,000
Grupo I <sup>b</sup>	15	13,3707	2,09914	8,46	17,46	
Grupo II <sup>b</sup>	15	13,5813	1,75612	10,34	17,21	
Grupo III <sup>a</sup>	15	17,9527	1,76194	14,36	20,90	

$f = 20,351$ ; \*la misma letra indica que no existió diferencia significativa entre los grupos. ANOVA de un factor seguido de la prueba Post Hoc HSD de Tukey.

### Descripción:

El análisis de varianza de un factor indica que existen diferencias significativas entre los grupos ( $p < 0,05$ ). Los valores más altos de resistencia al cizallamiento fueron medidos en el grupo control (18,03 +- 3,03 MPa) que no fue sometido a aclaramiento dental y los valores más bajos fueron medidos en el grupo I (13,37 +- 2,09 MPa) cuando los brackets fueron adheridos 1 hora después del proceso de aclaramiento dental. La prueba post hoc HSD de Tukey encontró que existen diferencias significativas entre las medias de los grupos control y grupos I y II ( $p = 0,000$ ) pero no hubo diferencias significativas cuando se comparó las medias del grupo control con el grupo III ( $p = 1,000$ ) donde los brackets fueron adheridos 14 días después del aclaramiento dental; los grupos I y II se comportaron de manera similar no existiendo diferencias significativas entre sus medias ( $p = 0,994$ ).

**Tabla 3. Distribución de frecuencias de los valores del Índice Remanente Adhesivo y comparación entre grupos por medio de la prueba de  $\chi^2$  de Pearson.**

Grupos	Valores para IRA (%)					Valor P
	0	1	2	3	N	
Control	0 (0,0%)	1 (6,7%)	5 (33,3%)	9 (60,0%)	15	0,000
Grupo I	6 (40,0%)	4 (26,7%)	4 (26,7%)	1 (6,7%)	15	
Grupo II	3 (20,0%)	8 (53,3%)	3 (20,0%)	1 (6,7%)	15	
Grupo III	0 (0,0%)	2 (13,3%)	7 (46,7%)	6 (40,0%)	15	



$$X^2 = 31,509$$

Para desarrollar la prueba de  $X^2$  de Pearson partimos por la proposición de que los valores IRA son los mismos al considerar los distintos tiempos postaclaramiento ( $H_0$ ).

Descripción:

Los resultados de la prueba de  $X^2$  de Pearson revelan una diferencia significativa entre los grupos ( $p < 0,05$ ). Es decir que al comparar los valores IRA entre los grupos existen diferencias suficientes para rechazar la hipótesis nula. El grupo control mostró mayores concentraciones de resina remanente sobre el esmalte que en las respectivas bases de los brackets. Por el contrario los grupos I y II presentaron valores IRA más bajos, lo que significa que hubo más resina adhesiva remanente en la superficie de la base de los brackets que en el esmalte. Estos resultados indican que el proceso de aclaramiento dental puede tener un efecto sobre el lugar donde ocurre falla durante el proceso de descementado.

## CONCLUSIONES

- Todos los grupos sometidos al aclaramiento dental previo a la adhesión de los brackets presentaron una disminución en las fuerzas de adhesión por medio de las pruebas de cizallamiento.
- Posponer el proceso de adhesión de los brackets luego del aclaramiento dental parece ser necesario para mejorar la adhesión, consideramos que una espera de 14 días promueve un comportamiento similar de la adhesión al ser comparada con la adhesión sobre el esmalte que no fue sometido al aclaramiento dental.
- El lugar donde se produjo la falla de adhesión en el grupo control fue a nivel de la interfase bracket/adhesivo, se sugiere que esta sería la situación más adecuada con fines de proteger al esmalte dental de posibles alteraciones en su superficie; los grupos sometidos al aclaramiento dental tuvieron valores IRA entre 1 y 2 predominantemente, lo que indica que la falla ocurrió predominantemente en la interfase esmalte/adhesivo.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilar EA, Ferreto GI, Rodriguez WL, Cáceres Z, Ana D Aguilar G, Laura D, Wong R. Bond strength of an orthodontic adhesive system applied at several time intervals. *Publicación Científica Fac Odontol UCR*. 2013;(15).
- Artun J, Bergland S. Clinical trials with crystal growth conditioning as an alternative to acid-etch enamel pretreatment. *Am J Orthod*. 1984;85(4):333–40.
- Ben-Amar A, Liberman R, Gorfil C Bernstein Y. Effect of mouthguard bleaching on enamel surface. *Am J Dent*. 1995;8(1):29–32.
- Camargo WR. Análise do potencial carcinogênico de dentifrício com peróxido de hidrogênio e de agente clareador dentário. Avaliações clínico-macroscópica e microscópica em hamsters em modelo de carcinogênese bucal DMBA-induzida. Universidade de São Paulo; 1999.
- Cal-Neto JP, Miguel JA, Zanella E. effect of a self-etching primer on shear bond strength of adhesive precoated brackets in vivo. *Angle Orthod*. 2006;76(1127-31).
- Coldebella CR, Ribeiro P, Sacono NT, Trindade FZ, Hebling J, Costa CA. Indirect Cytotoxicity of a 35% Hydrogen peroxide Bleaching Gel on cultured Odontoblast-Like Cells. *Braz Dent J*. 2009;24(4):267–74.
- Dahl JE Pallesen U. Tooth bleaching—a critical review of the biological aspects. *Crit Rev Oral Biol Med*. 2003;14:292–304.
- Dutra RA, Branco JR, Alvim HH, Poletto LT, Albuquerque RC. Effect of hydrogen peroxide topical application on the enamel and composite resin surfaces and interface. *Indian J Dent Res*. 2009;20(1):65–70.
- Eliades T, Brantley WA. The inappropriateness of conventional orthodontic bond strength assessment protocols. *Eur J Orthod*. 2000;22:13–23.

- Fox NA, McCabe JF, Buckley JG. A critique of bond strength testing in orthodontics. *Br J Orthod.* 1994;21:33–43.
- Gungor AY, Ozcan E, Alkis H, Turkkahraman H. Effects of different bleaching methods on shear bond strengths of orthodontic brackets. *Angle Orthod.* 2013;83(4):686–90.
- Haywood VB, Robinson FG. Vital tooth bleaching with Nightguard vital bleaching. *Curr Opin Cosmet Dent.* 1997;4(45-52).
- Joiner A. Review of the effects of peroxide on enamel and dentine properties. *J Dent.* 2007;35:889–96.
- Lobato CM, de Dios CM, Montero J, Martin A. Método de investigación de la eficacia adhesiva bracket-esmalte mediante resistencia a la fuerza de cizalla. *Rev Esp Ortod.* 2015;45(1):19–30.
- Matasa CG. Microbial attack of orthodontic adhesives. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 1995;108:132–41.
- Mullins JM, Kao EC, Martin CA, Gunel E, Ngan P. Tooth whitening effects on bracket bond strength in vivo. *Angle Orthod.* 2009;79(4):777–83.
- Nascimento RG, de Miranda AS, Machado SMM, Brandão GAM, de Almeida HA, Silva CM. Does the time interval after bleaching influence the adhesion of orthodontic brackets? *Korean J Orthod.* 2013;43(5):242–7.
- Öztaş E, Bağdelen G, Kiliçoğlu H, Ulukapi H, Aydin I. The effect of enamel bleaching on the shear bond strengths of metal and ceramic brackets. *Eur J Orthod.* 2012;34(2):232–7.
- Prado, H. Sartori L. Clareamento de dentes vitais amarelados. *Rev Nav Odontol line.* 2010;3(3):5–10.
- Patusco VC, Montenegro G, Lenza MA, De Carvalho AA. Bond strength of metallic brackets after dental bleaching. *Angle Orthod.* 2009;79(1):122–6.
- Pinheiro H, Costa K, Klautau E, Cardoso P. Análise microestrutural do esmalte tratado com peróxido de hidrogênio e carbamida. *Rev Gaúcha Odontol.* 2011;59(2):215–20.
- Prietsch JR, Broilo JR, Spohr AM. Influência do clareamento dental com peróxido de hidrogênio na colagem de brackets ortodônticos: estudo in vitro. *Ortod Gaúch.* 2003;7(2):136–44.
- Reynolds IR, Von Fraunhofer JA. Direct bonding of orthodontic attachments to teeth: the relation of adhesive bond strength to gauze mesh size. *Br J Orthod.* 1976;3:91–5.
- Rahiotis C, Eliades T, Eliades EG. Research on Orthodontic Polymers. In: EliadesTheodore, editor. *Research Methods in Orthodontics.* first. New York: Springer; 2013. p. 35–60.
- Rasmussen S. Analysis of dental shear bond strength tests, shear or tensile?. *int j Adhes Adhes.* 1996;16:147–54.
- Shimada Y, kikushima D, Tagami J. Microshear bond strength of resin-bonding systems to cervical enamel. *Am J Dent.* 2002;15(6):373–7.
- Srinivasa K, Ran C. Effects of Bleaching on Bond Strength : An in vitro Study. 2010;44(December):105–8.
- Soares FF, Sousa JAC, Maia CC, Fontes CM, Cunha LG, Freitas AP. Clareamento em dentes vitais: Uma revisão literária. *Rev SaúdeCom.* 2008;4(1):72–84.
- Thickett, E. Cobourne MT. New developments in tooth whitening. The current status of external bleaching in orthodontics. *J Orthod.* 2009;36:194–200.
- Katona TR. Stresses developed during clinical debonding of stainless steel orthodontic brackets. *Angle Orthod.* 1997;67(39-46).
- Vasconcelos A, Cunha AG, Borges BC, Vitoriano J, Alves-junior C, Machado CT. Enamel properties after tooth bleachibg with hydrogen/carbamide peroxides in association with a CPP-ACP paste. *Acta Odontol Scand.* 2012;70:337–43.
- Zimmerli, B., Jeger, F., Lussi A. Bleaching of Nonvital Teeth. A Clinically Relevant Literature Review. *Schweiz Monatsschr Zahnmed.* 2009;120:306–13.

Recibido: 13/8/2016  
Aceptado para la publicación  
7/10/2016