



# 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*

## *Comparative study of bond strength of tubes bonded to a resin surface on the buccal aspect of molars using Empress Direct resin and transbond XT resin: an ex vivo study*

Fernanda Calvo,\* Noriko Murayama,§ Roberto Justus Doczi,|| Ricardo Ondarza Robira,<sup>¶</sup> Salvador García-López\*\*

### RESUMEN

**Objetivo:** Evaluar el desprendimiento de tubos adheridos a los primeros molares sobre una superficie de resina sin esmalte dental circundante, los cuales fueron pegados con la misma resina restauradora Empress Direct y la resina Transbond XT, probando tres métodos de preparación de la superficie de resina. **Material y método:** La muestra constó de 120 terceros molares, los cuales se prepararon con cavidades por la cara vestibular y se obturaron con la resina Empress Direct, los cuales a su vez se dividieron en seis grupos. En el caso de los grupos I y II se colocó ácido ortofosfórico al 37% en las superficies de la obturación de resina; se pegaron los tubos sobre la superficie utilizando para el grupo I la resina Empress Direct y para el grupo II la resina Transbond XT. A los grupos III y IV se les colocó ácido ortofosfórico y silano; se pegaron los tubos con los dos tipos de resina de la misma forma que en los grupos I y II. En los grupos V y VI se arenó la superficie de resina con óxido de aluminio de 50  $\mu$ , más la colocación de ácido ortofosfórico al 37% y silano. Finalmente, se evaluó la resistencia al desprendimiento de los tubos. **Resultados:** El grupo I en el que se utilizó ácido ortofosfórico al 37% la resistencia correspondió a  $2.71 \pm 1.06$  (MPa) y del grupo II fue de  $3.32 \pm 1.06$  (MPa). Para el grupo III en el cual se utilizó ácido ortofosfórico y silano fue de  $4.45 \pm 1.46$  (MPa) y para el grupo IV fue de  $6.64 \pm 1.93$  (MPa); para el grupo V en el que se utilizó el arenado, ácido ortofosfórico y silano, fue de  $9.55 \pm 3.0$  (MPa) y del grupo VI fue de  $10.56 \pm 3.88$  (MPa). **Conclusiones:** La resistencia al desprendimiento de los tubos se incrementó cuando se preparó la superficie de la resina con el arenado, ácido ortofosfórico al 37% y silano tanto con la resina Empress Direct como con la resina Transbond XT.

### ABSTRACT

**Objective:** To assess the detachment of tubes bonded to the first molars on a resin surface without surrounding dental enamel, which were bonded with the same restorative resin Empress Direct and the Transbond XT resin, testing three preparation methods of the resin surface. **Material and methods:** The sample consisted of 120 third molars, which were prepared with cavities in the buccal aspect and restored with Empress Direct, which in turn, were divided into six groups. In the case of groups I and II 37% phosphoric acid was placed on the surfaces of the resin restorations; the tubes were bonded on the surface using for group I Empress Direct resin and for group II, Transbond XT. On groups III and IV phosphoric acid and silane were placed; the tubes were bonded with the two types of resin in the same way as in groups I and II. In groups V and VI the resin surface was sandblasted with 50  $\mu$  aluminum oxide and conditioned with 37% phosphoric acid and silane. Finally, we evaluated the tubes bond strength. **Results:** Group I, in which 37% phosphoric acid was used, the bond strength was  $2.71 \pm 1.06$  (MPa) and for group II, it was  $3.32 \pm 1.06$  (MPa). Group III, in which phosphoric acid and silane was used had a bond strength of  $4.45 \pm 1.46$  (MPa) and group IV showed a bond strength of  $6.64 \pm 1.93$  (MPa); for group V which used sandblasting, ortho phosphoric acid and silane, bond strength was  $9.55 \pm 3.0$  (MPa) and for group VI it was  $10.56 \pm 3.88$  (MPa). **Conclusions:** The bond strength of tubes increases when the resin surface is prepared with sandblasting, 37% phosphoric acid and silane with both Empress Direct and Transbond XT resins.

**Palabras clave:** Tubos adheridos a molares sobre resina, arenado de superficie, resistencia al desprendimiento.

**Key words:** Tubes bonded to resin surfaces in molars, sandblasting, bond strength.

© 2017 Universidad Nacional Autónoma de México, [Facultad de Odontología]. Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Este artículo puede ser consultado en versión completa en <http://www.medigraphic.com/ortodoncia>

\* Posgraduada de la Maestría en Ortodoncia. Práctica privada Costa Rica.

§ Profesor de Ortodoncia.

|| Asesor de Proyectos de Investigación.

¶ Profesor de Estadística e Investigación. ININ.

\*\* Profesor de Ortodoncia. Universidad Autónoma Metropolitana-X.

## INTRODUCCIÓN

A través de la historia de la ortodoncia se ha llevado a cabo una intensa búsqueda de diferentes técnicas para mejorar la adhesión de los brackets a la superficie del esmalte dental. Estas técnicas incluyen estudios y pruebas para desarrollar un adhesivo ideal, la modificación de la base del bracket o la preparación de la superficie del diente mediante un ácido. El propósito ha sido obtener una retención adecuada, así como permitir una mayor resistencia al desprendimiento de los brackets y tubos sobre la superficie del esmalte para realizar adecuadamente el movimiento dentario durante el tratamiento de ortodoncia, a través de emplear el mejor soporte de las fuerzas masticatorias durante el tratamiento.

Hoy en día es común utilizar aditamentos fijos de ortodoncia adheridos sobre restauraciones de resina compuesta, como es el caso de las preparaciones clases III y IV en zonas anteriores, las clases I y II en zonas posteriores y clases V, comúnmente en pacientes adultos que fueron tratados con restauraciones estéticas. Sin embargo, los aditamentos de ortodoncia que se utilizan sobre este tipo de restauraciones por lo general presentan un desprendimiento frecuente por la falta de una buena adhesión sobre la restauración.<sup>1</sup>

Se han desarrollado diferentes métodos para incrementar la retención de dichos aditamentos, como es la preparación de la superficie de forma mecánica, química o con la combinación de ambas.<sup>2</sup> De la preparación mecánica se puede incluir el arenado o mediante un raspado de la superficie con fresa de carburo o de diamante. La preparación química para incrementar la fuerza de adhesión se procesa con el grabado de la superficie con ácido hidrofúorhídrico, o bien con la aplicación de un silano, de un agente adhesivo o un acondicionador plástico.<sup>1</sup>

Por otro lado, algunos estudios han mostrado que la abrasión de superficie de esmalte y la aplicación de resina con partículas de óxido de aluminio de 50 micras, mejora significativamente la resistencia al desprendimiento de los aditamentos de ortodoncia. El arenado con el mismo compuesto de óxido de aluminio debe ser de 90 micras.<sup>1,3,4</sup> Además, existen otros métodos como el utilizar ácido hidrofúorhídrico y ácido ortofosfórico al 37% en la superficie de una resina tipo híbrida; sin embargo, han demostrado ser menos eficaces en la retención de aditamentos de ortodoncia, lo que da como consecuencia el desprendimiento de los brackets o tubos bucales, incidiendo en que los tratamientos se prolonguen.<sup>1</sup>

No obstante que el tipo de resina utilizada para obtener la cavidad sobre la cual se adhieren los brackets

y tubos ortodóncicos es uno de varios factores que influyen en la resistencia de la adhesión a la unión de dichas obturaciones, se ha comprobado a través de algunos estudios que las resinas de tipo nanorrelleno presentan menor resistencia de adhesión de los aditamentos sobre la superficie de las restauraciones por fractura o estrés. Le siguen a estas resinas la de tipo fluida de compómero y la resina convencional. Sin embargo, la resina tipo híbrida ha demostrado tener mayor resistencia al desprendimiento de tubos ortodóncicos.<sup>5-11</sup>

El propósito del presente estudio fue evaluar el desprendimiento de tubos adheridos a los primeros molares, sobre una superficie de resina sin esmalte dental circundante, los cuales fueron pegados con la misma resina restauradora Empress Direct y la resina Transbond XT, probando tres métodos de preparación de la superficie de resina.

## MATERIAL Y MÉTODO

La muestra para el estudio constó de 120 terceros molares —superiores e inferiores— recién extraídos, seleccionados aleatoriamente. La muestra se dividió en seis grupos de 20 especímenes cada uno. Los especímenes se almacenaron en recipientes estériles y se conservaron en agua destilada a temperatura ambiente (*Figura 1*), la cual se cambió una vez por semana para evitar el crecimiento de bacterias, práctica que se llevó a cabo desde el momento de las extracciones de los terceros molares, hasta la realización del procedimiento experimental para este estudio.



**Figura 1.** La muestra consistió de 120 terceros molares superiores e inferiores.

Los criterios de inclusión fueron: que el esmalte no presentara pigmentaciones, descalcificaciones o fluorosis; sin ningún tipo de proceso carioso activo; que no hubiera presencia de fracturas, fisuras, erosiones, ni restauraciones por vestibular y que no estuvieran almacenados en ningún medio químico. Fueron excluidos todos aquellos molares que no cumplieron con los criterios de inclusión antes mencionados.

A todos los especímenes se les preparó una cavidad de 0.5-1 mm de profundidad, con un área mayor que el tamaño de la base del tubo para primeros molares de la marca comercial TP Orthodontics (USA), preparación que se realizó sobre el tercio medio de las superficies vestibulares de las coronas con una fresa 330 en forma de pera y pieza de alta velocidad.

A las cavidades se les colocó ácido fosfórico al 37%, dejándolo reposar sobre la superficie durante 20 segundos. Se lavó la cavidad con agua durante cinco segundos; cada cavidad fue secada con una torunda de algodón para evitar desecar las superficies; seguido a esto se añadió una capa del adhesivo Excite F Viva Pen (Ivoclar Vivadent) con un microcepillo y se aplicó aire ligeramente sobre la cavidad para luego fotocurar durante 20 segundos. A continuación, las cavidades fueron obturadas con la resina tipo IPS Empress Direct (Ivoclar-Vivadent) en capas de 1.5 a 2 mm, fotocurando por mesial y distal durante 10 segundos cada superficie. Por último, las superficies de resina recibieron acabado y pulido para lo que se empleó un cepillo pulidor con abrasivo incorporado (Astrobrush-Ivoclar-Vivadent).

A todas las muestras se les realizó profilaxis con micropolvo de piedra pómez durante 20 segundos por medio de una pieza de mano de baja velocidad y una

copa de hule, tras lo cual las muestras se lavaron con agua destilada ( $H_2O_2$ ) y se secaron con aire durante 10 segundos (Figura 2).

### Preparación de la superficie de las muestras

Para el grupo control (grupo I) la muestra consistió en 20 superficies obturadas con resina tipo IPS Empress Direct (Ivoclar-Vivadent). Se les colocó ácido fosfórico al 37% durante 20 segundos; se lavó con agua durante cinco segundos y se secó la superficie con aire libre de aceite. En el caso del grupo experimental I (N = 20), se aplicó ácido fosfórico al 37% durante 20 segundos para luego lavar con agua (5 segundos) y luego secar la superficie con aire libre de aceite. Finalmente se colocó sobre la superficie el *primer* Excite F Viva Pen (Ivoclar-Vivadent) con un microcepillo, el cual se dispersó con un poco de aire y se fotocuró durante 20 segundos.

A las muestras del grupo experimental II se les arenó la superficie de resina —como se describió anteriormente— para luego realizar el mismo procedimiento que en el grupo experimental I. Para el grupo control II, se siguió el mismo procedimiento de preparación descrito para el grupo control I.

En el grupo experimental III, a las 20 muestras se les colocó ácido fosfórico al 37% durante 20 segundos, el cual se lavó cinco segundos con agua para luego secar la superficie con aire libre de aceite. Como pasos finales se colocó *primer* Transbond XT (3M-Unitek) con un microcepillo, se aplicó aire ligeramente para dispersar el adhesivo y se fotocuró durante 20 segundos.

A los especímenes del grupo experimental IV se les arenó la superficie de resina conforme al procedimien-

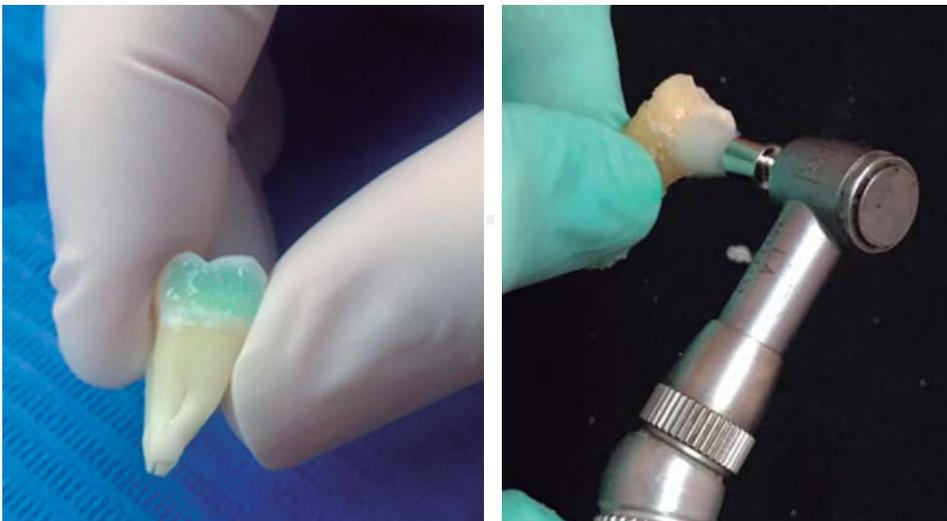


Figura 2.

Preparación de las cavidades y pulido de la superficie de la resina.

to antes descrito para luego seguir el mismo procedimiento aplicado al grupo experimental III.

En los grupos experimentales III y IV se arenaron las muestras con un aparato Dune 2 Eco Tech Zhermack (Dentsply, USA), que utiliza partículas de óxido de aluminio de 50 micras. El procedimiento se hizo a una distancia de 10 mm durante tres segundos; posteriormente se aplicó aire a la superficie durante tres segundos a fin de eliminar las partículas excedentes del arenado.

Después de realizar la correspondiente preparación de la superficie en cada uno de los especímenes de los seis grupos, se procedió a colocar los tubos de primeros molares en la superficie vestibular los cuales se adherieron con la resina IPS Empress Direct (Ivoclar-Vivadent) en los grupos control I, experimental I y experimental III, utilizando el *primer* Excite F VivaPen. Otros tubos fueron adheridos con la resina Transbond TX (3M-Unitek, USA) en los grupos control II, experimental II y experimental IV, utilizando el *primer* Transbond XT (3M-Unitek, USA).

Todos los tubos se presionaron en el centro de la corona con un dinamómetro Dontrix (OSE, USA), con una fuerza de 7 oz; se retiraron los excedentes de resina con un explorador y se fotocuraron durante 20 segundos: 10 segundos por la superficie mesial y 10 por la superficie distal (*Figura 3*).

La colocación de los tubos se llevó a cabo con una carga ya estandarizada de 200 gf, con la ayuda del instrumento Dontrix (OSE, USA). Después de la adhesión de los tubos las muestras se almacenaron en agua destilada a 37 °C durante siete días. Para realizar el proceso de termociclado los especímenes se introdujeron en envases de plástico (divididos en grupos de 10), para ser sometidos a 1,000 ciclos (1 ciclo de termociclado = 1 minuto) entre 5 y 55 °C, durante ocho horas, lo que en teoría corresponde a una permanencia de ocho años en boca.

Una vez terminado el proceso de termociclado los especímenes fueron montados en tubos de PVC sobre una base de acrílico autopolimizable de dife-

rente color para identificar cada grupo. Fueron posicionados en el centro del anillo con la superficie de resina paralela al fondo del mismo y se mantuvieron sumergidos en agua fría para evitar sesgos en los resultados por efecto de la reacción química exotérmica. Posteriormente los especímenes se almacenaron en agua destilada a 37 °C durante 24 horas, antes de realizar las pruebas de desprendimiento (*Figura 4*).

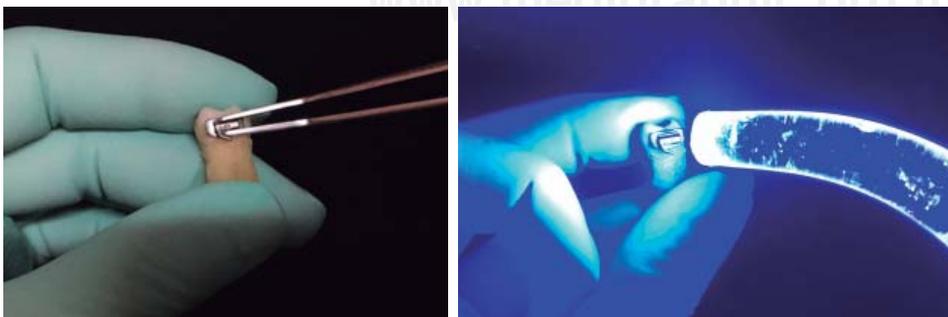
La prueba de desprendimiento se realizó después de 24 horas de la colocación de los tubos, utilizando una máquina universal de pruebas mecánicas (Instron) modelo 5567 con una velocidad de carga de 1 mm/min para medir la resistencia al desprendimiento de tipo cortante. Se utilizó una cizalla sujeta a la parte superior de la máquina, la cual se colocó sobre la base de la parte superior de cada tubo, en dirección paralela al eje longitudinal del tubo como se muestra en la *figura 5*, hasta provocar el desprendimiento del mismo. Se obtuvo un registro de los valores de cada una de las muestras que fue dado en megapascuales (MPa).

#### Análisis estadístico

Para la evaluación estadística del estudio se utilizó el análisis de varianza (ANOVA) para comparar los seis grupos y poder determinar diferencias estadísticamente significativas entre ellos. Adicionalmente se utilizó la prueba de Fisher y la prueba no paramétrica de Tukey. La gráfica del estudio se obtuvo con el programa Graphpad Prism 7 (USA) para obtener la gráfica del estudio.

## RESULTADOS

En el *cuadro 1* se muestran los valores de la prueba de resistencia al desprendimiento representados en MPa. Debido al valor extremadamente bajo de resistencia al desprendimiento que obtuvo una de las muestras del grupo I control, se eliminó la última muestra de cada grupo, que finalmente quedó conformada por 114 molares.

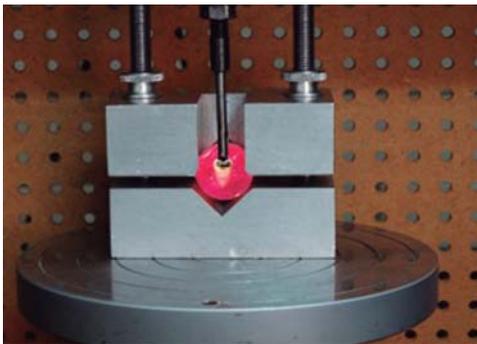


**Figura 3.**

Colocación del tubo en el centro de la restauración. Se fotocuró por 20 segundos.



**Figura 4.** Montaje de las muestras en los tubos PVC.



**Figura 5.** Colocación de la cizalla para la prueba de resistencia al desprendimiento.

En la *figura 6* se puede observar el promedio y desviación estándar en MPa de la resistencia al desprendimiento de los tubos adheridos en cada uno de los grupos utilizados en el estudio.

Los resultados mostraron que el grupo VI en el que se utilizó el arenado y ácido ortofosfórico al 37% acompañados de un adhesivo, mostró el promedio más alto de resistencia al desprendimiento. En este grupo se utilizó la resina Transbond XT (3M-Unitek). Le siguió el grupo V, en el que se aplicó la resina Empress Direct (Ivoclar-Vivadent). Los valores disminuyeron para el grupo IV donde se utilizó el ácido ortofosfórico y un *primer*, el cual presentó mejor valor que el de la resina Transbond XT (3M-Unitek) seguida de la Empress Direct (Ivoclar-Vivadent) que correspondió al grupo III, el cual junto con los grupos I y II —donde sólo se utilizó el ácido ortofosfórico— presentaron valores de desprendimiento por debajo de los sugeridos por Reynolds<sup>12</sup> menores a 5 MPa (*Figura 6*).

El coeficiente de variación (CV) es una medida de dispersión que se obtiene mediante el coeficiente de

la desviación estándar y el promedio de la muestra, es decir, combina ambos resultados. Este parámetro indica qué tanta dispersión o grado de variabilidad existe en cada uno de los grupos (*Cuadro II*).

La medición mostró que el grupo experimental VI, seguido del grupo experimental I, luego el grupo control II, experimental III y por último el grupo experimental II, presentaron un menor coeficiente de variación, por lo tanto, indicó que los datos fueron uniformes.

Durante el análisis estadístico se realizó análisis de varianza (ANOVA), entre los grupos y dentro de ellos, usando los grados de libertad y la suma de los cuadrados, obteniendo así el promedio cuadrático. Para esta prueba (DF) el grado de libertad de los grupos y entre ellos (SS), representó la suma cuadrática de los datos en el análisis de varianza, (MS) el cual fue el promedio cuadrático de acuerdo con los grados de libertad y  $F_{exp}$  en el coeficiente de variación de la medida cuadrática entre los grupos y dentro de ellos (*Cuadro III*).

Al utilizar la prueba de Fisher para determinar si existieron diferencias significativas entre los seis grupos de estudio, se determinó que la F experimental ( $F_{exp}$ ) fue menor a la F crítica ( $F_{crit}$ ), por lo que no hubo diferencia estadísticamente significativa, con una certidumbre del 95% en los pares de grupos que correspondieron a las hipótesis planteadas en esta investigación. Sin embargo, al analizar los pares de grupos que no correspondieron a las hipótesis del estudio y realizar la prueba de Fisher se encontró que sí hubo diferencias estadísticamente significativas. Una vez obtenidos los resultados de la prueba de Fisher se realizó la prueba de Tukey para comparar los grupos en pares y de esta forma confirmar que no existieron diferencias significativas entre los grupos estudiados. La prueba Tukey indicó en cuáles grupos se encontraron las diferencias significativas alrededor del promedio, haciendo uso del número de grupos tratados, de los grados de libertad entre ellos, del número de casos por muestra y el valor cuadrático entre los grupos. Se encontró un valor de  $T_{crit}$  de 2.19 con una confiabilidad del 95%.

Al comparar los valores de  $T_{exp}$  contra los valores de  $T_{crit}$ , se obtuvo que (*Cuadro I*):

De la comparación entre los grupos de control I contra el control II, el control I contra el experimental I, experimental I contra el experimental II y el experimental III contra el experimental IV, no presentaron diferencia estadísticamente significativa, ya que los valores de  $T_{exp}$  fueron mayores que el valor de  $T_{crit}$ . Sin embargo, en los demás grupos sí hubo diferencia estadísticamente significativa, ya que los valores de

**Cuadro I.** Valores de pruebas de resistencia al desprendimiento.

	Grupo I Obturación Empress Direct Ácido ortofosfórico Tubo adherido con resina Empress Direct	Grupo II Obturado con Empress Direct Ácido ortofosfórico Tubo adherido con resina Transbond XT	Grupo III Obturación Empress Direct Ácido ortofosfórico Adhesivo -Excite F Viva Tubo adherido con resina Empress Direct	Grupo IV Obturación Empress Direct Ácido ortofosfórico Adhesivo Transbond XT Tubo adherido con resina Transbond XT	Grupo V Obturación Empress Direct Arenado Ácido ortofosfórico Adhesivo -Excite F Viva Tubo adherido con resina Empress Direct	Grupo VI Obturación Empress Direct Arenado Ácido ortofosfórico Adhesivo Transbond XT Tubo adherido con resina Transbond XT
1	2.109	3.183	6.176	7.498	7.904	5.505
2	2.955	3.293	6.517	4.934	12.671	14.235
3	4.060	3.015	4.782	5.920	10.922	9.172
4	1.918	3.413	4.661	7.982	9.563	8.739
5	2.515	5.859	4.717	4.530	9.631	9.230
6	2.544	2.561	8.019	6.920	7.023	10.138
7	2.553	1.857	4.881	7.495	7.126	10.572
8	3.294	2.576	3.058	9.850	7.427	9.206
9	2.064	4.454	3.184	9.145	6.812	15.673
10	2.267	4.668	2.188	7.246	6.195	11.696
11	4.176	1.899	3.797	6.187	6.150	16.703
12	1.787	2.393	5.631	3.449	16.164	8.357
13	1.786	3.627	2.296	5.054	12.016	9.605
14	2.446	3.963	3.832	6.712	9.482	14.371
15	2.749	3.409	3.955	9.904	8.718	18.868
16	6.036	1.612	4.579	4.507	14.255	5.081
17	1.724	4.205	5.028	3.349	7.816	5.283
18	2.552	3.291	3.159	6.908	7.461	10.906
19	1.999	3.814	4.002	6.709	14.089	7.385
20	X	X	X	X	x	X

T<sub>exp</sub> fueron menores que el valor de T<sub>Crit</sub>. Por lo tanto, los pares de grupos con valor crítico mayor a 2.19 tuvieron diferencia estadísticamente significativa y los que obtuvieron valor crítico menor a 2.19 no tuvieron diferencia estadísticamente significativa.

**DISCUSIÓN**

Durante la práctica de la ortodoncia se ha hecho común la colocación de tubos en los molares posteriores. Sin embargo, durante la colocación de éstos es necesario mantener un buen aislamiento en la región posterior a lo que se suma la dificultad de colocar dichos aditamentos y las variaciones anatómicas en las superficies que dificultan la colocación de los tubos, conjuntamente de las fuerzas masticatorias las cuales pueden incrementar el desprendimiento de los tubos. Este conjunto de dificultades contribuye al 14% de fracaso.<sup>12</sup> Sin embargo, suele suceder que las caras vestibulares de los molares han sido restauradas con

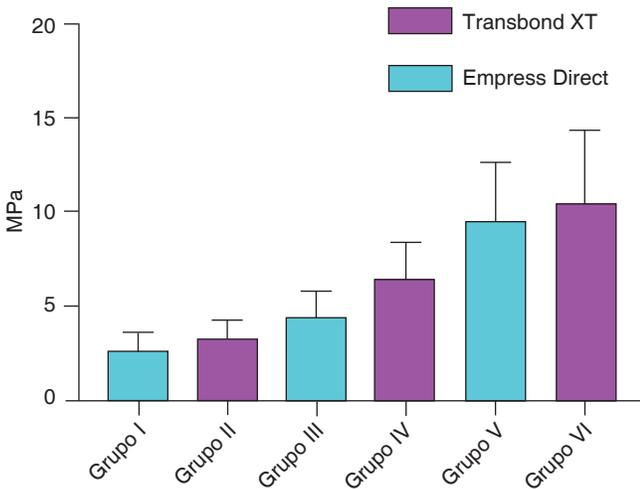
amalgama o resina, lo que incrementa el porcentaje de desprendimiento de los tubos.

Al tomar en consideración estas situaciones, el propósito de este estudio fue evaluar el desprendimiento de tubos de primeros molares adheridos a una superficie de resina sin esmalte dental circundante, los cuales fueron pegados con la misma resina restauradora, con o sin adhesivos y un tercer grupo con un arenado sobre la superficie de la resina con el fin de evaluar la adhesión de dichos aditamentos.

La primera evaluación correspondió a los grupos I y II, donde se pegaron los tubos sin utilizar adhesivo, con el uso del ácido ortofosfórico a un 37% durante 20 segundos, el cual ha demostrado incrementar la adhesión.<sup>14</sup> Sin embargo, este método mostró poca resistencia al desprendimiento en tanto que obtuvo valores menores a 5 MPa, lo mínimo requerido (de acuerdo con Reynolds)<sup>12</sup> tanto con la resina restauradora Empress Direct de Ivoclar-Vivadent (2.71 ± 1.06 MPa) cuanto con la resina Transbond XT fabricada por

3M-Unitek ( $3.32 \pm 1.06$  MPa). Pegar los tubos con este método no es recomendable debido a la baja resistencia de adhesión que se presentó según lo exhibe la evaluación.

Para la evaluación de los grupos III y IV se grabó el esmalte como se describió anteriormente, pero se utilizó el silano en el grupo III donde se utilizó la resina Empress Direct (Ivoclar-Vivadent) para pegar los tubos sobre los primeros molares. El valor obtenido de desprendimiento fue de  $4.45 \pm 1.46$  MPa, valor por debajo del mínimo necesario. Sin embargo, con la resina Transbond XT que correspondió al grupo IV, el valor promedio alcanzado fue de  $6.64 \pm 1.93$  MPa, el cual superó el mínimo necesario de resistencia de desprendimiento de acuerdo con los valores propuestos de Reynolds.<sup>12</sup>



**Figura 6.** El promedio del grupo I en el que se utilizó ácido ortofosfórico al 37% fue de  $2.71 \pm 1.06$  y del grupo II fue de  $3.32 \pm 1.06$ . El promedio para el grupo III en el que se utilizó ácido ortofosfórico y adhesivo Excite F Viva fue de  $4.45 \pm 1.46$  y para el grupo IV con el adhesivo Transbond XT fue de  $6.64 \pm 1.93$ . El promedio para el grupo V en el que se utilizó el arenado, ácido ortofosfórico y adhesivo, fue de  $9.55 \pm 3.0$ , en tanto que en el grupo VI fue de  $10.56 \pm 3.88$ .

Fueron sorprendentes los valores obtenidos para los grupos V y VI, donde se utilizó el arenado con partículas de aluminio sobre la superficie de la resina obturada, ácido ortofosfórico al 37%. El adhesivo en el grupo V fue el Excite F Viva y se obtuvo el valor de  $9.55 \pm 3.0$  MPa. Para el grupo VI, donde se utilizó resina y adhesivo Transbond XT para pegar los tubos, el valor promedio fue de  $10.56 \pm 3.88$  MPa.

Al observar estos resultados se puede sugerir que la resistencia al desprendimiento con esta última modalidad de preparación de la superficie de resina nos proporciona una manera eficiente de mantener los tubos en los molares durante el tratamiento de ortodoncia. Estas técnicas son igualmente efectivas en la colocación de los brackets sobre el esmalte intacto, con cierta preparación de la superficie y con agentes de unión intermedia.<sup>1,5</sup> Además, si no es posible arenar la superficie de la resina, se puede utilizar una fresa de diamante sobre la superficie de ésta para incrementar la adhesión por este último método utilizado tanto en brackets metálicos como cerámicos.<sup>1,3,4,6,7</sup> Cabe mencionar que para este estudio la base de resina sobre la superficie vestibular de los molares fue de un tamaño similar a la base del tubo que se pegó sobre ésta. Sin embargo, en condiciones clínicas en las que la resina sea de un tamaño pequeño quizá sea mejor utilizar el grabado con ácido ortofosfórico al 37% además de silano sobre la superficie del esmalte y la resina que se utiliza para pegar los tubos.<sup>9-11</sup>

Dentro de las limitaciones de este estudio se debe considerar que las condiciones evaluadas se dieron en un ambiente seco. Hay que agregar que no fue posible evaluar la superficie del arenado sobre la resina con el uso de microscopio electrónico.

Tomando en cuenta los resultados del presente estudio se recomienda el arenado de los molares restaurados con resinas que abarquen una superficie grande con un arenador de óxido de aluminio de 50  $\mu\text{m}$  para ser utilizado en boca con una presión de 4 bars a una distancia de cuatro milímetros, durante tres segundos. Como contraindicación de este pro-

**Cuadro II.** Coeficiente de variación en los diferentes grupos estudiados.

Grupo I	Grupo II	Grupo III	Grupo IV	Grupo V	Grupo VI
Preparación con ácido ortofosfórico Resina Empress	Preparación con ácido ortofosfórico Resina Transbond XT	Preparación con ácido ortofosfórico Adhesivo Excite F Viva Resina Empress Direct	Preparación con ácido ortofosfórico Adhesivo Transbond XT Resina Transbond XT	Arenado Ácido ortofosfórico Adhesivo Excite F Viva Resina Empress	Arenado Ácido ortofosfórico Adhesivo Transbond XT Resina Transbond XT
39.26	31.97	32.84	29.49	31.42	36.7

**Cuadro III.** Análisis de la varianza en los grupos estudiados.

Fuente	SS	DF	MS	F <sub>exp</sub>
Entre	1,024.45	5	204.89	38.23
Dentro	578.58	108	5.36	
Total	1,603.03	113		

cedimiento es que puede verse limitado en pacientes con asma, alergia severa al polvo, enfermedad pulmonar crónica, extracción dental reciente o heridas abiertas en la cavidad oral.

### CONCLUSIONES

- La resistencia al desprendimiento de los tubos incrementó cuando se preparó la superficie de la resina con el arenado, ácido ortofosfórico al 37% y el adhesivo Excite F Viva, tanto con la resina Empress Direct como con el adhesivo y la resina Transbond XT.
- Disminuyó la resistencia al desprendimiento en el grupo donde se utilizó el ácido ortofosfórico y el adhesivo, en ambos tipos de resinas, de los cuales el grupo de la resina Empress Direct quedó por debajo del mínimo aceptable de resistencia al desprendimiento (5 MPa).
- El utilizar únicamente ácido ortofosfórico al 37% y pegar los tubos con ambos tipos de resinas sobre la superficie de la resina, disminuyó considerablemente la resistencia al desprendimiento de los tubos pegados, por lo que no es recomendable utilizar este método de adhesión durante la práctica de la ortodoncia.

### REFERENCIAS

- Viwattanatipa N, Jermwiwatkul W, Chintavalakorn R, Kanchanasita W. Weibull analysis of bond strength of orthodontic buccal tubes bonded to resin composite surface with various techniques. *Orthodontic Waves*. 2010; 69 (2): 66-74.

- Craig RG, Powers JM, Wataha JC. *Dental materials*. Missouri, EUA: Editorial Mosby; 2000.
- Spyrou M, Koliniotou-Koumpia E, Kouros P, Koulaouzidou E, Dionysopoulos P. The reparability of contemporary composite resins. *Eur J Dent*. 2014; 8 (3): 353-359.
- Eslamian L, Borzabadi-Farahani A, Mousavi N, Ghasemi A. A comparative study of shear bond strength between metal and ceramic brackets and artificially aged composite restorations using different surface treatments. *Eur J Orthod*. 2012; 34 (5): 610-617.
- Viwattanatipa N, Prasertsangwal J, Juntavee N. Weibull analysis of shear/peel bond strength of orthodontic buccal tubes bonded to five resin composites. *Orthodontic Waves*. 2008; 67: 120-127.
- Ribeiro AA, de Moraes AV, Brunetto DP, Ruellas AC, de Araujo MT. Comparison of shear bond strength of orthodontics brackets on composite resin restorations with different surface treatments. *Dental Press J Orthod*. 2013; 18 (4): 98-103.
- Goldstein RE, Parkins FM. Air-abrasive technology: its new role in restorative dentistry. *J Am Dent Assoc*. 1994; 125 (5): 551-557.
- Chen HL, Lai YL, Chou IC, Hu CJ, Lee SY. Shear bond strength of provisional restoration materials repaired with light-cured resins. *Oper Dent*. 2008; 33 (5): 508-515.
- Eslamian L, Borzabadi-Farahani A, Mousavi N, Ghasemi A. The effects of various surface treatments on the shear bond strengths of stainless steel brackets to artificially-aged composite restorations. *Aust Orthod J*. 2011; 27 (1): 28-32.
- Lai PY, Woods MG, Tyas MJ. Bond strengths of orthodontic brackets to restorative resin composite surfaces. *Aust Orthod J*. 1999; 15 (4): 235-245.
- Eslamian L, Ghassemi A, Amini F, Jafari A, Afrand M. Should silane coupling agents be used when bonding brackets to composite restorations? An *in vitro* study. *Eur J Orthod*. 2009; 31 (3): 266-270.
- Reynolds IR. A review of direct orthodontic bonding. *Br J Orthod*. 1975; 2 (3): 171-178.
- Pinzan-Vercelino CR, Pinzan A, Gurgel JA, Silva-Bramante F, Maio-Pinzan L. *In vitro* study of shear bond strength in direct bonding of orthodontic molar tubes. *Dental Press J Orthod*. 2011; 16 (3): 60-68.
- Legler LR, Retief DH, Bradley EL, Denys FR, Sadowsky PL. Effects of phosphoric acid concentration and etch duration on the shear bond strength of an orthodontic bonding resin to enamel. An *in vitro* study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 1989; 96 (6): 485-492.

Dirección para correspondencia:  
**Salvador García López**  
 E-mail: ortodoncia@uic.edu.mx