

RESISTENCIA DE UNIÓN DE UNA RESINA FLUIDA AUTOADHESIVA USANDO DIFERENTES PROTOCOLOS DE ADHESIÓN SOBRE ESMALTE BOVINO AL CABO DE SEIS MESES*

Teresa Verónica Ulloa Cueva¹, César Augusto Jiménez Prado², Miguel Ángel Saravia Rojas³

RESUMEN

Objetivo. Evaluar la resistencia de la unión de una resina fluida autoadhesiva usando diferentes protocolos de adhesión sobre el esmalte bovino al cabo de seis meses de almacenamiento.

Materiales y método. Se utilizaron quince incisivos inferiores bovinos sanos, 5 por cada protocolo. Se aplicó Dyad Flow (DF) sobre el esmalte usando tres pro-

* Recibido: 25 de abril del 2013; aprobado: 30 de julio del 2013.

- 1 Cirujano dentista. Maestro en Estomatología. Doctorando en Estomatología, Universidad Nacional de Trujillo. Residente de Estética y Odontología restauradora, Universidad Científica del Sur. Docente de Biomateriales Estomatológicos, Universidad Privada Antenor Orrego.
- 2 Cirujano dentista. Doctor en Estomatología. Especialista en Cariología y Endodoncia. Docente de pre y postgrado, Universidad Nacional de Trujillo.
- 3 Cirujano dentista. Magister. Docente de la especialidad de Estética y Odontología Restauradora, Universidad Científica del Sur.

tolos de adhesión: (I) DF (control); (II) ácido fosfórico 37,5% (GE) + DF y (III) GE + adhesivo (OB) + DF. Los especímenes de 1 mm² de área transversal se obtuvieron con una máquina de cortes tipo IsoMet y se almacenaron en agua destilada por dos periodos: 24 horas y seis meses a 37 °C (n=30 por grupo). Luego, se realizó la prueba de microtensión con el Microtensile Tester (Bisco). Se utilizó ANOVA, Tukey y T-Student (p=0,05) para el análisis estadístico.

Resultados. La resistencia de unión de la resina autoadhesiva en el protocolo (I) presentó 23,20 ± 5,97 MPa a las 24 horas y después de 6 meses, 20,61 ± 2,65 MPa; en el protocolo II, 26,26 ± 5,5 MPa a las 24 horas y 23,11 ± 2,20 MPa a los 6 meses; y en el protocolo III, 22,70 ± 5,40 MPa a las 24 horas y 13,93 ± 2,81 MPa a los 6 meses. Se encontró una disminución significativa en cada uno de ellos. Asimismo, sólo a los 6 meses se encontraron diferencias significativas con el grupo control (I), siendo superior el protocolo II e inferior el III.

Conclusión. La resistencia de la unión de la resina Dyad Flow sobre el esmalte bovino disminuyó significativamente después de 6 meses de almacenamiento en los diferentes protocolos de adhesión, siendo el protocolo previo grabado ácido significativamente superior a los demás.

Palabras clave: Resistencia a la tracción, resina compuesta, autoadhesiva, esmalte dental.

SIX-MONTH MICROTENSILE BOND STRENGTH OF A SELF-ADHERING COMPOSITE USING DIFFERENT ADHESIVE PROTOCOLS ON BOVINE ENAMEL

ABSTRACT

Objective. Evaluate the microtensile bond strength of a self-adhering flowable composite using different protocols on bovine enamel after six months.

Materials and methods. Fifteen sound bovine lower incisors, 5 per group were used. Dyad Flow (DF) was applied on the enamel in three different protocols: (I) DF (control), (II) phosphoric acid 37,5 % (GE) + DF and (III) GE + adhesive (OB) + DF. Specimens of 1.0 mm² cross-sectional area were sectioned by a type IsoMet machine and stored in distilled water for 24 hours and 6 months at 37 °C (n = 30 per group). Microtensile bond strength was scored by Microtensile Tester (Bisco). For statistical

analysis, ANOVA, Tukey and T-Student ($p=0,05$) were used.

Results. The microtensile bond strength of Dyad Flow using protocol I was $23,20 \pm 5,97$ MPa after 24 hours and $20,61 \pm 2,65$ MPa after 6 months; in protocol II, $26,26 \pm 5,5$ MPa after 24 hours and $23,11 \pm 2,20$ MPa after 6 months and in protocol III, $22,70 \pm 5,40$ MPa after 24 horas and $13,93 \pm 2,81$ MPa after 6 months, founding significant decrease on each one of them. So it, there were significant differences with control group (I) only after six months, being protocol II higher and protocol III lower than it.

Conclusion. The microtensile bond strength of Dyad Flow using different adhesive protocols on bovine enamel significantly decreased after six-month water storage; and the prior acid etching provided higher microtensile bond strength than the other ones.

Key words: Tensile strength, composite resin, self-adhesive, dental enamel.

INTRODUCCIÓN

Los mecanismos de adhesión se han convertido en uno de los pilares fundamentales de la odontología contemporánea.¹ A través del tiempo se han presentado cambios en el desarrollo tecnológico de los sistemas adhesivos, pasando de aquellos que requieren múltiples etapas a sistemas de una sola aplicación incluidas las resinas compuestas que, con el fin de reducir los tiempos operatorios y limitar los errores de manipulación, prescinde de ácido y adhesivo porque se trata de una resina compuesta fluida.

Existen dos marcas disponibles en el mercado: Fusio Liquid Dentin (Pentron Clinical, Orange, CA, USA) y Vertise Flow (Kerr, Orange, CA, USA), también llamada Dyad Flow en Latinoamérica. Esta resina se adhiere de dos formas: mediante unión química entre los grupos de fosfatos del monómero de GPDM (Glycerol Phosphate Dimethacrylate) y los iones de calcio de diente y mediante la adhesión micromecánica, que resulta de la penetración de las ramificaciones del monómero polimerizado de Dyad Flow y las fibras de colágeno, así como el "smear layer" de la dentina.²⁻⁵

Debido a la cuestionada limitación de los sistemas autoadhesivos para grabar adecuadamente el esmalte, se ha encontrado beneficiosa la aplicación previa de ácido fosfórico con el fin de mejorar los niveles de adhesión para asegurar un sellado marginal sostenible y duradero; sin embargo, en la dentina se ha observado disminución en la resistencia de unión, por lo que estaría contraindicado.⁵⁻⁷

La evidencia científica no nos muestra suficiente información sobre la resistencia de unión de esta resina a nivel de esmalte; y tampoco si la diferencia sería significativa al modificar las indicaciones del fabricante, con un grabado ácido del esmalte previo a su aplicación y sometido a un almacenamiento a largo plazo.

Nguyen y col.⁸ evaluaron la durabilidad adhesiva de la resina Vertise Flow en la estructura dentaria. La resina fue directamente adherida al esmalte y dentina bovina, sin ningún tratamiento de la superficie. La prueba de cizallamiento se realizó después que los especímenes (n=6) fueron almacenados en agua ionizada por 24 horas, 1 semana, 1 mes, 3 meses; concluyendo que no existe diferencias significativas ($p>0,05$) en la resistencia de la unión en los diferentes tiempos de almacenamiento.

Poitevin y col.⁹ evaluaron la resistencia de la unión mediante la prueba de microtensión a nivel de esmalte y dentina de las dos resinas fluidas autoadhesivas disponibles en el mercado (Vertise Flow, Kerr y Fusio Liquid Dentin, Pentron). Se compararon con cuatro combinaciones de sistema autoadhesivo/resina fluida convencional y con un adhesivo de 3 pasos (OptiBond FL, Kerr) combinado con Premise Flowable (Kerr), encontrando que la resistencia de las resinas autoadhesivas es significativamente menor que todas las combinaciones estudiadas, de las cuales Fusio Liquid Dentin es significativamente mejor que Vertise Flow. Además, evaluaron el efecto del pregrabado ácido del Vertise Flow en dentina y esmalte, mostrando un incremento significativo en la efectividad adhesiva.

Esta resina autoadhesiva tiene la innovación de reducir el tiempo de trabajo del profesional. Dada esta condición es necesario cuestionar si esta simplificación se realiza a expensas de las propiedades mecánicas del biomaterial y del éxito de la restauración.

Considerando que esta resina contiene la tecnología de los sistemas autoadhesivos y que la resistencia de la unión de estos aún es cuestionable debido a su insuficiente capacidad de grabar al esmalte y a su posible inestabilidad hidrolítica, se plantea la presente investigación, con el objetivo de comparar la resistencia de unión de una resina fluida autoadhesiva sobre esmalte bovino, modificando las indicaciones del fabricante, con previo grabado ácido y grabado ácido más adhesivo al cabo de seis meses de almacenamiento.

MATERIALES Y MÉTODOS

La presente investigación es de tipo experimental in vitro. Se utilizaron quince incisivos inferiores sanos de bovino menor de 3 años, los cuales fueron divididos aleatoriamente en tres grupos correspondientes a los protocolos de adhesión utilizados para aplicar la resina autoadhesiva y posteriormente subdivididos en dos grupos cada uno, para cada período de tiempo de almacenamiento. El tamaño muestral (30 especímenes por grupo) se obtuvo utilizando el programa estadístico STATA versión 11, mediante la fórmula para comparar dos medias, obtenidas en la prueba piloto realizada con el fin de capacitar al investigador, verificar la eficiencia de la metodología de recolección de la información y obtener el tamaño muestral.

PROCEDIMIENTO

a) Preparación de las piezas dentarias

Los dientes fueron desinfectados, limpiados y almacenados en agua destilada por 48 horas. Se cortaron las raíces 2 mm debajo de la unión cemento-esmalte utilizando discos diamantados biactivos (KG -

Sorensen, Brasil) a baja velocidad y refrigeración. Se eliminó el contenido de la cámara pulpar con cureta de dentina; se lavó con abundante suero fisiológico, se secó y se introdujo ionómero de vidrio restaurador Ketac N100 (3M, Lote # 59852) dentro de ella. La superficie vestibular del esmalte se desgastó para obtener una superficie plana, sin llegar a dentina, utilizando papel abrasivo SiC de diferente granulometría 180, 320, 600 y agua destilada para no sobrecalentar la pieza dentaria.

b) Adhesión de la resina autoadhesiva

Se lavó la superficie del esmalte con chorro de agua por 5 segundos, se secó y aplicó la resina autoadhesiva usando tres diferentes protocolos de adhesión, haciendo uso de un molde de teflón con el centro libre (diámetro: 8 mm, alto: 4 mm):

- I: Dyad Flow: Grupo control.
- II: Ácido Fosfórico + Dyad Flow.
- III: Ácido Fosfórico + Adhesivo + Dyad Flow.

Los materiales utilizados en el presente estudio se presentan en la tabla 1. La resina Dyad Flow (Kerr, Orange, CA, USA, Lote # 4616475, color A1) se aplicó con la punta dispensadora y el pincel que forman parte del equipo del material y se frotó con moderada presión por 15 a 20 segundos obteniendo una fina capa (< 0,5 mm). Se polimerizó por 20 segundos con lámpara halógena Optilux 501 (Kerr, Orange, CA, USA) en 600 mW/ cm² y luego se aplicó dos incrementos de 2 mm de resina, polimerizando cada uno por 20 segundos (Figura 1). En el protocolo I se aplicó sobre el esmalte sin acondicionamiento previo, tal como indica el fabricante. En el protocolo II se aplicó previamente ácido fosfórico al 37.5% Gel Etchant (Kerr, Orange, CA, USA, Lote # 4750376) por 15 segundos; se enjuagó con agua destilada por 15 segundos y se secó con aire seco y limpio, sin desecar. En el protocolo III se aplicó previamente ácido fosfórico y adhesivo de grabado total Optibond S (Kerr, Orange, CA, USA, Lote # 4724510), haciendo una ligera frotación con un micro-

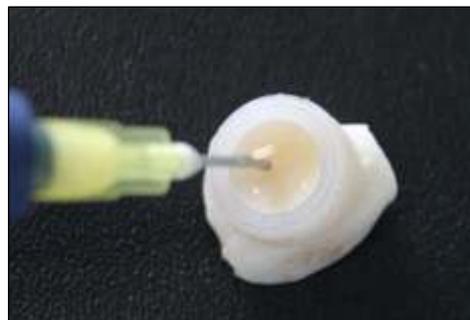
Tabla 1

COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LOS MATERIALES UTILIZADOS

Material	Tipo	Composición	Fabricante
Gel Etchant	Ácido fosfórico 37,5%	37,5 % ácido ortofosfórico, espesante de sílice.	Kerr, Orange, CA, USA
Optibond S	Adhesivo mono-componente de grabado total fotocurable	15% vidrio de bario, etanol, HEMA, Bis-GMA, GPDM, sílice, agua, Hexafluorosilicato de sodio.	Kerr, Orange, CA, USA
Dyad Flow	Resina fluida autoadhesiva fotocurable	GPDM, relleno pre-polimerizado, relleno de vidrio de bario 1-micron, nanopartículas de sílice coloidal y de fluoruro de iterbio.	Kerr, Orange, CA, USA

- Composición obtenida del fabricante: Bis-GMA, bisphenol-glycidyl methacrylate; GPDM, glycerol phosphate dimethacrylate; HEMA, hydroxyethylmethacrylate.

Figura 1. Aplicación de Dyad Flow. Una fina capa (< 0.5 mm) y dos incrementos de 2 mm (fotocurados 20 segundos cada uno).



brush por 15 segundos, chorro de aire por 3 segundos y se polimerizó por 20 segundos. Todos los procedimientos de adhesión fueron realizados por un solo operador en un ambiente a 24°C.

c) Obtención de especímenes

Después de almacenamiento en agua destilada (37°C/24 horas) se realizaron los cortes utilizando una máquina de cortes tipo IsoMet, que consiste en una pieza de mano de baja velocidad con un portaespecimen; un juego de arandelas de 1 mm de espesor y el disco diamantado biactivo. Los dientes se fijaron con cera vidriosa sobre una placa de acrílico, quedando la cara vestibular expuesta y paralela a la placa (Figura 2). Se realizaron los cortes de manera perpendicular a la superficie adherida para obtener especímenes en forma de barras de área transversal de 1mm x 1mm aproximadamente, siendo constantemente irrigados con agua destilada para evitar alteraciones (Figura 3).

Los especímenes obtenidos de cada diente se subdividieron equitativamente al azar en dos grupos; correspondiente al tiempo que fueron almacenados para la posterior prueba de microtensión: 24 horas y 6 meses, en agua destilada a 37°C.

d) Prueba de microtensión

Se utilizó el microtensiómetro (Bisco, Schaumburg, IL) colocando una gota de agente adhesivo cianocrilato en ambos bloques de la superficie de prueba, de tal manera que la interfase adhesiva del espécimen quede en la parte media y se activó el cianocrilato, con activador ZAPIT (Dental Ventures of America, Corona, CA.). La fuerza de adhesión se midió a una velocidad de 0.5 mm/min, registrada en Newton (N) (Figura 4), valor que fue dividido por el área transversal de la interfase adhesiva (mm²), la misma que se midió con un calibrador digital (Absolute Digimatic Model CD 6" CS, Mitutoyo Corp, Kanagawa, Japan), obteniendo así la resistencia de unión en megapascales (MPa).

Figura 2. Los dientes se fijaron con cera vidriosa sobre una placa de acrílico, quedando la cara vestibular expuesta y paralela a la placa.

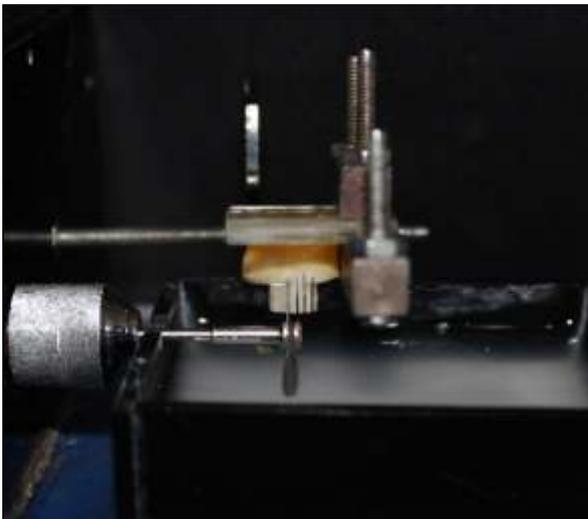
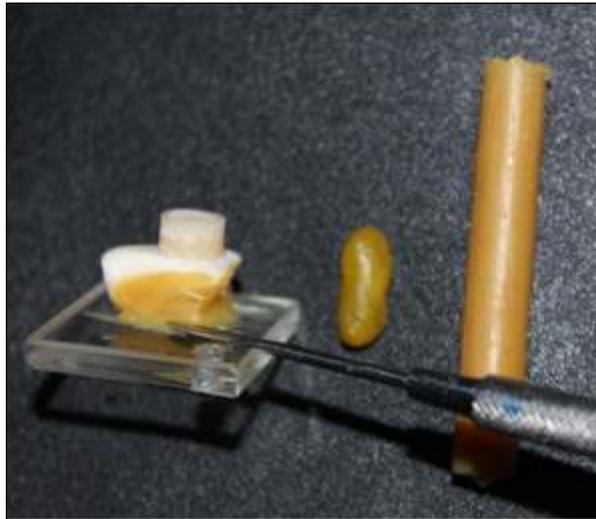


Figura 3. Obtención de especímenes en máquina de cortes tipo IsoMet.

Figura 4. Prueba de microtensión, velocidad de 0.5 mm/min (Microtensiómetro (Bisco, Schaumburg, IL).



ANÁLISIS ESTADÍSTICO

El análisis estadístico de los datos fue realizado por medio del programa estadístico SPSS versión 20.00, con la estadística descriptiva y posterior evaluación de la normalidad mediante la Prueba de Shapiro Wilk. Al existir normalidad, se utilizó la Prueba de ANOVA y la Prueba de Comparaciones Múltiples de Tukey, así como la prueba para comparar medias independientes T-Student, para determinar la diferencia de la resistencia de la unión entre los periodos de tiempo de cada protocolo de adhesión. Se trabajó a un nivel de significancia de 0,05.

RESULTADOS

La resistencia de unión de la resina Dyad Flow se determinó usando tres protocolos de adhesión en dos periodos de tiempo de almacenamiento: 24 horas y 6 meses. En el protocolo I presentó una resistencia promedio de 23,20 (\pm 5,97) MPa a las 24 horas y 20,61 (\pm 2,65) MPa al cabo de 6 meses; en el protocolo II presentó 26,26 (\pm 5,54) MPa a las 24 horas y 23,11 (\pm 2,20) MPa al cabo de 6 meses y en el protocolo III presentó 22,70 (\pm 5,40) MPa a las 24 horas y 13,93 (\pm 2,81) MPa a los 6 meses, encontrándose diferencias estadísticamente significativas entre ambos periodos en cada protocolo de adhesión, a través de la prueba T-Student para muestras independientes (Tabla 2).

La figura 5, gráfico de caja y bigote, muestra los valores de resistencia de unión en los diferentes protocolos, siendo el más alto el protocolo II, seguido del I y III en ambos periodos de tiempo. A las 24 horas, las cajas de dispersión se muestran muy similares entre sí, pero la mediana para el protocolo II es más alta que los demás, y son muy similares entre el I y III, siendo éste último el menor. Al cabo de 6 meses, las cajas de dispersión y las medianas se muestran considerablemente diferentes entre sí, siendo la del protocolo II la mayor, seguida del I y con valores muy inferiores, el protocolo III; notándose en todos ellos una disminución marcada con respecto al periodo de 24 horas.

Tabla 2
**EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA DE UNIÓN DE LA RESINA FLUIDA AUTOADHESIVA
 DYAD FLOW USANDO DIFERENTES PROTOCOLOS DE ADHESIÓN SOBRE
 ESMALTE BOVINO AL CABO DE 24 HORAS Y 6 MESES, (MPA)**

Protocolo	Tiempo de almacenamiento	n	X	D.E.	Min.	Max.	S ²	P
(I) Dyad Flow	24 horas	30	23,20	5,97	12,44	35,65	35,66	0,035
	6 meses	30	20,61	2,65	16,30	24,50	7,05	
(II) Ácido Fosfórico + Dyad Flow	24 horas	30	26,26	5,54	13,40	37,88	30,79	0,005
	6 meses	30	23,11	2,20	16,30	26,03	4,86	
(III) Ácido Fosfórico + Adhesivo + Dyad Flow	24 horas	30	22,70	5,40	13,81	32,77	29,20	0,000
	6 meses	30	13,93	2,81	9,01	18,70	7,90	

T-Student (p = 0,05).

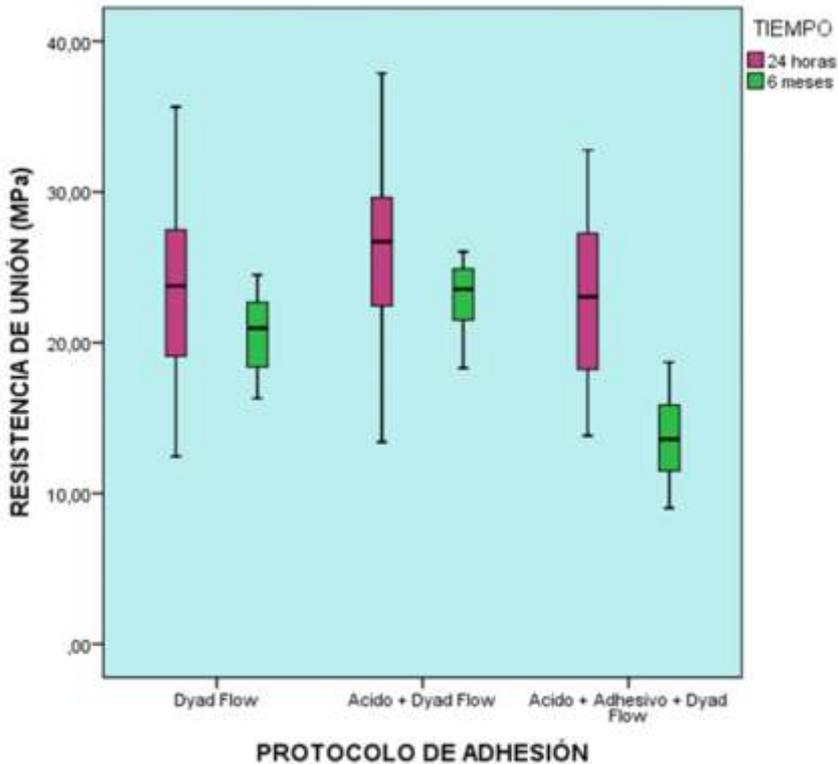


Figura 5. Gráfico de caja y bigote para evaluar la resistencia de unión de la resina fluida autoadhesiva Dyad Flow usando diferentes protocolos de adhesión sobre esmalte bovino al cabo de 24 horas y 6 meses.

Mediante el análisis de ANOVA se encontró diferencias estadísticamente significativas entre los protocolos en cada periodo de tiempo (24 horas: $p=0,043$ y 6 meses: $p=0,000$). Para comparar las significancias estadísticas entre los protocolos se aplicó la prueba de Tukey. A las 24 horas, se encontró que el protocolo I no es significativamente diferente a los protocolos II ($p=0,095$) y III ($p=0,938$); sin embargo, el protocolo II es significativamente mayor que el III ($p=0,043$). Al cabo de 6 meses, se encontró que el protocolo I es significativamente menor que el II ($p=0,001$) y mayor que el III ($p=0,0001$), y el protocolo II es significativamente mayor que el III ($p=0,00$) (Tabla 3).

Tabla 3
COMPARACIÓN DE LA SIGNIFICANCIA ESTADÍSTICA DE LA RESISTENCIA DE UNIÓN DE LA RESINA FLUIDA AUTOADHESIVA DYAD FLOW USANDO DIFERENTES PROTOCOLOS DE ADHESIÓN SOBRE ESMALTE BOVINO AL CABO DE 24 HORAS Y 6 MESES

Tiempo de almacenamiento	Protocolo (I)	Protocolo (J)	Diferencia media (I-J)	Error estándar	P	Intervalo de confianza (95%)		
						Límite inferior	Límite superior	
24 horas	I	II	-3,06	1,45	0,095	- 6,54	0,41	
		III	0,49	1,45	0,938	- 2,97	3,97	
	II	III	3,56	1,45	0,043	0,08	7,04	
		III	- 3,56	1,45	0,043	- 7,04	- 0,08	
	6 meses	I	II	- 2,49	0,66	0,001	- 4,07	- 0,90
			III	6,68	0,66	0,000	- 5,10	8,27
II		III	9,18	0,66	0,000	7,59	10,76	
		III	- 9,18	0,66	0,000	- 10,76	- 7,59	

Prueba de comparaciones múltiples de Tukey (p = 0,05).

DISCUSIÓN

El presente estudio tuvo como propósito evaluar la resistencia de unión de una resina fluida autoadhesiva sin modificar sus indicaciones, en comparación con dos modificaciones del protocolo, previo grabado ácido y grabado ácido más adhesivo sobre esmalte bovino, al cabo de 24 horas y 6 meses de almacenamiento.

La prueba de microtensión es uno de los ensayos más comúnmente utilizados para evaluar la resistencia de unión de los materiales con la estructura dentaria. Los estudios muestran similares resultados entre las pruebas, incluso algunos estudios refieren que la prueba de microtensión es más recomendable que la de cizallamiento, porque con ésta las diferencias entre los materiales son más pronunciadas.¹⁰⁻¹³ El instrumento utilizado en el presente estudio está validado por múltiples investigaciones; por lo tanto, es confiable y reproducible. Esta prueba es ampliamente utilizada en odontología como herramienta de muestreo para predecir el comportamiento clínico de los sistemas adhesivos.¹¹⁻¹⁵ Se podría afirmar que a mayores valores obtenidos, mejor adhesión del material al diente y, por ende, una mayor duración del tratamiento en boca.

Asimismo, permite realizar comparaciones intra e interdientes, debido a que es posible obtener varios especímenes de una misma pieza dentaria. El evaluar áreas diminutas favorece la medición de la resistencia adhesiva en sustratos clínicamente relevantes, además de tener menos defectos estructurales que los de mayores dimensiones.^{11-13,16,17}

Además, se utilizó incisivos de bovino en vez de humanos, debido a su fácil obtención; a la similitud macro y microscópica entre ambos esmaltes y a su mayor tamaño que permitió obtener mayor cantidad de especímenes; razones que convierten al esmalte bovino en un excelente sustrato para realizar estos estudios.¹⁸⁻²⁰

El presente estudio evaluó la resistencia de unión después de un almacenamiento de seis meses de los especímenes en agua destilada a

37°C; condiciones que son respaldadas por la evidencia científica para evaluar la resistencia de unión de un material a largo plazo^{21,22} e inclusive son consideradas similares al procedimiento de termociclado de 10000 ciclos, que se utiliza para el mismo objetivo.^{21,23}

La limitación más importante del estudio es su mismo diseño; por ser un trabajo *in vitro* solo brinda resultados que se aproximan a lo que sucede clínicamente, puesto que se obvian variables como fuerzas masticatorias, temperatura, cambios químicos, etc.

En la presente investigación se evaluó la resistencia de unión de la resina autoadhesiva usando diferentes protocolos de adhesión en un período basal de 24 horas y luego, al cabo de 6 meses de almacenamiento en agua destilada a 37°C obteniendo que en el periodo de 24 horas no existen diferencias significativas entre el grupo control (I) y los grupos experimentales (II y III). Esto significa que la resina autoadhesiva Dyad Flow, siguiendo las indicaciones del fabricante, tiene una resistencia de unión similar que cuando se modifica su protocolo de adhesión en las primeras horas después de su aplicación. Estos resultados se pueden deber a la composición de esta resina, específicamente a los grupos de fosfatos del monómero GPDM que se adhieren químicamente con los iones de calcio del esmalte.²⁻⁵ Este monómero también es usado en el adhesivo de 3 pasos Optibond FL (Kerr) que, tanto en estudios de laboratorio como clínicos, ha demostrado estar entre los mejores adhesivos de la actualidad.^{13,21} Es que el monómero GPDM actúa como un agente de enlace; por un lado, tiene un grupo fosfato ácido para el grabado de la estructura dentaria y para unir químicamente a los iones de calcio del diente; por otro lado, tiene dos grupos metacrilato funcionales para la copolimerización con otros monómeros metacrilato que proveen una mayor densidad de entrecruzamiento y una resistencia mecánica aumentada para el adhesivo polimerizado.³ Asimismo, basados en el pH declarado por el fabricante (1.9), se esperaba que esta resina interactúe con el sustrato dental similar a un sistema autoadhesivo.²⁴

Considerando que tanto el adhesivo Optibond S como la resina Dyad Flow tienen el mismo monómero GDPM, se esperaba encontrar mejor adhesión en el grupo donde se grabó y aplicó adhesivo (III); sin embargo, éste obtuvo menor resistencia de unión que los demás protocolos. A pesar de que la diferencia significativa es mínima entre los protocolos II y III ($p=0,043$), esto podría deberse también a los mencionados grupos funcionales acídicos de la resina, que estaría alterando la capa del adhesivo previamente polimerizada, produciendo una pobre adhesión entre ellos. Se requerirá de estudios ultra-estructurales de la interfase para identificar las causas con mayor precisión.

Sin embargo, al cabo de 6 meses de almacenamiento, la resistencia de unión en los tres protocolos disminuyó de manera estadísticamente significativa con respecto al periodo basal de 24 horas; y la diferencia entre los protocolos se tornó también estadísticamente significativa, obteniendo la resistencia más alta en el protocolo II, seguido del I y III. Estos resultados se pueden deber a la degradación hidrolítica de la interfase esmalte/resina, que sufren sobre todo los sistemas autoadhesivos al estar en contacto con el agua en periodos prolongados de tiempo; debido a la débil capa híbrida formada por la incorporación del smear layer en ella.²⁵ Esta situación se asemeja al ambiente húmedo de la cavidad oral, a la que está sometida está resina autoadhesiva, por lo que es un dato de relevancia clínica para su aplicación.

Cabe resaltar la disminución considerable (8 MPa) que sufrió la resistencia de unión de la resina autoadhesiva en el protocolo III ($p=0,000$), a diferencia de los demás (I y II), que, no obstante que el protocolo II es significativamente superior, ambos disminuyeron aproximadamente 2 MPa; probablemente, debido a la ya mencionada influencia negativa de los monómeros acídicos de la resina en estudio sobre la capa de adhesivo previamente polimerizada, convirtiéndose en una interfase más susceptible a una rápida degradación hidrolítica.²⁵

Es muy escasa la evidencia científica sobre la resistencia de unión de una resina fluida autoadhesiva utilizando la prueba de microtensión y modificando su protocolo de adhesión con acondicionamiento ácido previo. El único estudio encontrado en la literatura es el realizado por Poitevin y col.,⁹ quienes encontraron que la resistencia de unión de la resina Fusio Liquid Dentin es significativamente mayor que Vertise Flow; y que en ambos materiales la adhesión mejora significativamente cuando se realiza el grabado ácido previo sobre el esmalte. Debido a que se evaluó la microtensión en un tiempo de 24 horas de almacenamiento, solo se pudo comparar con el presente estudio en este periodo de tiempo. A pesar de que no se encontraron diferencias significativas entre ambos protocolos, los valores de resistencia promedio son similares en ambos estudios. Poitevin y col.⁹ obtuvieron 15,3 (\pm 6,0) MPa para la resina fluida Vertise Flow sobre esmalte y 22,6 (\pm 7,6) MPa cuando se le aplicó ácido fosfórico previamente, mientras que en el presente estudio, la resistencia para el protocolo I, Dyad Flow sin modificar fue de 23,20 (\pm 5,97) MPa y para el protocolo II, donde se le realizó grabado ácido fue de 26,26 (\pm 5,54) MPa.

Dicho incremento significativo se observó en el presente estudio en el periodo de 6 meses, cuando la disminución de la resistencia de unión tras el almacenamiento fue tal que al comparar los protocolos, el grabado ácido previo del esmalte resultaría ser la mejor modificación en la aplicación de esta resina autoadhesiva, para optimizar sus niveles de adhesión en el tiempo.

Vichi y col.²⁴ evaluaron la resistencia adhesiva de la resina Vertise Flow a través de la prueba de cizallamiento a nivel de esmalte y dentina en restauraciones clase I; encontrando que fue estadísticamente menor que tres sistemas autoadhesivos. La resistencia media para Vertise Flow fue de 2,6 (\pm 2,6) MPa, considerablemente inferior a lo encontrado en el presente estudio, 23,20 (\pm 5,97) MPa en el mismo periodo de almacenamiento de 24 horas; probablemente debido a las

diferentes pruebas utilizadas y a la ya conocida efectividad de la microtensión frente al cizallamiento.^{10,26-28}

El único estudio que evalúa la durabilidad de la resistencia de unión de esta resina autoadhesiva es el de Nguyen y col.,⁸ quienes concluyeron que no existe diferencias significativas en la resistencia de unión después de 24 horas, 1 semana, 1 mes y 3 meses de almacenamiento. A pesar de que sí hubo una disminución, esta diferencia no resultó ser significativa, contrariamente a lo encontrado en el presente estudio, donde la diferencia fue estadísticamente significativa al cabo de 6 meses de almacenamiento. Sin embargo, los valores de resistencia de unión obtenidos en ambos estudios son bastante similares; Nguyen y col.⁸ obtuvieron $23,8 \pm 1,8$ MPa (24 horas) y $20,1 \pm 3,4$ MPa (3 meses) y en el presente, se obtuvo a las 24 horas: $23,20 \pm 5,97$ MPa y a los 6 meses: $20,61 \pm 2,65$ MPa en el grupo al que se aplicó el Dyad Flw siguiendo las indicaciones del fabricante.

Finalmente, después de analizar los resultados del presente estudio, se rechaza la hipótesis nula de investigación, refiriéndose a que la resistencia de unión de la resina fluida autoadhesiva Dyad Flow sobre esmalte bovino decreció significativamente después de un almacenamiento en agua destilada de 6 meses, y que el grabado ácido del esmalte previo a la aplicación de la resina aumenta significativamente los niveles de adhesión y el uso de ácido más adhesivo previo a la resina disminuye significativamente la resistencia de unión al cabo de seis meses.

Considerando las limitaciones de un estudio in vitro, estos resultados nos indicarían que la resina Dyad Flow requiere un grabado ácido previo del esmalte para obtener una eficacia adhesiva duradera, ofreciendo de esta manera un procedimiento restaurador simplificado que disminuye el riesgo de sensibilidad postoperatoria y la microfiltración marginal.

CONCLUSIONES

1. La resistencia de unión de la resina fluida autoadhesiva Dyad Flow para usar diferentes protocolos de adhesión sobre el esmalte bovino sufre una disminución estadísticamente significativa después de seis meses de almacenamiento.
2. La resistencia de unión de la resina fluida autoadhesiva Dyad Flow con previo grabado ácido del esmalte bovino es significativamente superior que usando el protocolo sugerido por el fabricante, al cabo de seis meses de almacenamiento.
3. La resistencia de unión de la resina fluida autoadhesiva Dyad Flow con previo grabado ácido y aplicación de adhesivo sobre esmalte bovino es significativamente inferior que usando el protocolo sugerido por el fabricante, al cabo de seis meses de almacenamiento.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Gomes MA. Sistemas adhesivos autograbadores en esmalte ventajas e inconvenientes. *Av Odontostomatol.* 2004; 20(4):193-8.
2. Vichi A, Goracci C, Ferrari M. Clinical study of the self-adhering flowable composite resin Vertise Flow in Class I restorations: six-month follow-up. *International Dentistry.* 2010; 12(1):14-23.
3. Kerr Sybron Dental Specialtis. [Internet]. Dyad flow. Resina fluida autodherente. [citado 2 Jul 2012] Disponible en: http://intl.kerrdental.com/cms-fileSystem-action?file=/kerrdental-pdf/dyadflow_ss_spanish_35376_rev1_wip.pdf
4. Sabbagh J, Souhaid P. Composite Vertise™ Flow; un gran avance en la odontología adhesiva. *Clinical Report Kerr.* 2010:1-13.
5. Ahmad I. Compobond: evolution of a new restorative dental material. *Industry Report Compobond.* 2010; 1:20-32.
6. Rengo C, Goracci C, Juloski J, Chieffi N, Giovannetti A, Vichi A, Ferrari M. Influence of phosphoric acid etching on microleakage of a self-etch adhesive and a self-adhering composite. *Aust Dent J.* 2012; 57:220-6.

7. Can S, Yegin Z, Sener Y, Tosun G, Botsali MS. Microleakage of self-adhesive resins with or without bonding agents [Internet]. IADR, Finlandia (September 2012); [citado 23 jun 2012]. Disponible en: <http://iadr.confex.com/iadr/per12/webprogram/paper168175.html>
8. Nguyen M, Nguyen T Qian X, Tobia D. Bond Durability of Vertise Flow to Tooth Structure [Internet]. AADR/CADR Annual Meeting, Washington DC (March 3-6, 2010); [citado 22 Jun 2012]. Disponible en: <http://iadr.confex.com/iadr/2010dc/webprogramcd/Paper129008.html>
9. Poitevin A, De Munck J, Van Ende A, Suyama Y, Mine A, Peumans M y col. Bonding effectiveness of self-adhesive composites to dentin and enamel. *Dent Mater.* 2013 Feb;29(2):221-30.
10. Andrade AM, Moura SK, Reis A, Loguercio AD, García EJ, Grande RH. Evaluating resin-enamel bonds by microshear and microtensile bond strength tests: effects of composite resin. *J Appl Oral Sci.* 2010; 18(6):591-8.
11. Siegwald D. Heintze. Clinical relevance of tests on bond strength, microleakage and marginal adaptation. *Dent Mater.* 2013 Jan;29(1):59-84.
12. Scherrer SS, Cesar PF, Swain MV. Direct comparison of the bond strength results of the different test methods: a critical literature review. *Dent Mater.* 2010;26:e78–e93.
13. Poitevin A, De Munck J, Van Landuyt K, Coutinho E, Peumans M, Lambrechts P y col. Critical analysis of the influence of different parameters on the microtensile bond strength of adhesives to dentin. *J Adhes Dent.* 2008; 10:7-16.
14. Arana G. Resistencia al corte de adhesivos autograbadores versus técnica de grabado total. *Fórmula Odontológica.* 2004;2(3):78.
15. Nima BG. Fuerza de adhesión in vitro de cinco sistemas adhesivos y un cemento autograbador-autoadhesivo sobre la dentina del canal radicular y coronal superficial [tesis para optar el título de cirujano dentista]. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos; 2006.
16. Macchi RL. *Materiales Dentales.* 3a ed. Buenos Aires: Editorial Panamericana; 2000.
17. Phrukkanon S, Burrow MF, Tyas MJ. Effect of cross-sectional surface area on bond strengths between resin and dentin. *Dent Mater.* 1998;14:120-8.
18. Soto C, Stanke F, Rioseco M. Diente de bovino, una alternativa a los dientes humanos como sustrato en investigación. Revisión bibliográfica. *Rev Fac Odontol Univ Chile.* 2000;18(1):19-29.

19. Schilke R, Lisson JA, Bauss O, Geurtsen W. Comparison of the number and diameter of dentinal tubules in human and bovine dentine by scanning electron microscopic investigation. *Archives of Oral Biology*. 2000;45:355-36.
20. Reis AF, Giannini M, Kavaguchi A, Soares CJ, Line SR. Comparison of microtensile bond strength to enamel and dentin of human, bovine, and porcine teeth. *J Adhes Dent*. 2004;6:117-121.
21. De Munck J, Mine A, Poitevin A, Van Ende A, Vivan Cardoso M, Van Landuyt K y col. Meta-analytical review of parameters involved in dentin bonding. *J Dent Res*. 2012;91:351-7.
22. Leloup G, D'Hoore W, Bouter D, Degrange M, Vreven J. Meta-analytical review of factors involved in dentin adherence. *J Dent Res*. 2001;80:1605-14.
23. Gale MS, Darvell BW. Thermal cycling procedures for laboratory testing of dental restorations. *J Dent*. 1999;27:89-99.
24. Vichi A, Margvelashvili M, Goracci C, Papacchini F, Ferrari M. Bonding and sealing ability of a new self-adhering flowable composite resin in class I restorations. *Clin Oral Investig*. 2013Jul;17(6):1497-506.
25. Lopes GC, Baratieri LN, De Andrada MA, Vieira LC. Present state of the art and future perspectives. *Quintessence Int*. 2002;33(3):213-24.
26. Perdigao J, Frankerberger R, Rosa BT, Breschi L. New trends in dentin/enamel adhesion. *Am J Dent*. 2000;13(Spec No):25D-30D.
27. Pilecki P, Stone G, Sherriff M, Watson T. Microtensile bond strengths to enamel of self-etching and one bottle adhesive systems. *J of Oral Rehabil*. 2005;32:531-40.
28. Hashimoto M, Ohno H, Yoshida E, Hori M, Sano H, Kaga M y col. Resin enamel bonds made with self-etching primers on ground enamel. *Eur J Oral Sci*. 2003;111:447-53.