

RESISTENCIA A LA FRACTURA DE DIENTES INTACTOS Y RESTAURADOS CON RESINA SOMETIDOS A CARGA CONSTANTE

Mauricio Naranjo¹, Patricia Ortiz¹,
Margarita Díaz², Marcela Gómez², Maria Cristina Patiño².

Grupo de investigación en Bioingeniería (GIB)

Resumen

Introducción y Objetivo: Actualmente un gran número de dientes son restaurados con técnicas adhesivas directas. Estas restauraciones o su interfase con el diente pueden presentar fallas en su estructura física, al realizar los procesos clínicos, que son necesarios determinar, para evitar errores, en aquellos casos en que es necesario reemplazar estructura dental perdida. El propósito de este estudio fue determinar las diferencias cualitativas y cuantitativas en la resistencia a la fractura de dientes intactos y restaurados con resina P60.

Materiales y métodos: Se evaluaron 39 dientes premolares superiores e inferiores uniradiculares, separados en 2 grupos. El primer grupo (n=29) recibió una preparación ocluso mesial y fueron restaurados con resina P60 de foto polimerización utilizando una técnica adhesiva directa, el segundo grupo (n=10) fueron dientes intactos; ambos grupos fueron fallados bajo carga constante hasta la falla. **Resultados:** el análisis cuantitativo no mostró diferencias

¹ Protesista periodontal CES

² Estudiantes X semestre CES

estadísticamente significativas respecto al tiempo de falla, carga y esfuerzo entre ambos grupos de dientes restaurados y no restaurados. Para el análisis cualitativo se encontró una asociación estadísticamente significativa en el tipo de falla entre los dientes restaurados y no restaurados. **Conclusiones:** la resina P60 es un material adecuado para sustituir el tejido dentario perdido, ya que la resistencia a la fractura entre los dientes restaurados y dientes intactos no mostró diferencias significativas.

Palabras clave: carga compresiva, restauraciones clase II, dientes intactos, resina compuesta.

Fracture resistance of intact teeth and restored teeth with composite under compressive load.

Abstract

Introduction and Objective: At the moment many teeth are restored with direct adhesive techniques. These restorations or interface with the tooth which can present faults in their physical structure which they are necessary to determine the clinical processes for cases in which it becomes necessary to replace a lost dental structure. The purpose of this study was to determine the existence of qualitative and quantitative differences in the fracture resistance of intact teeth and restored with composite P60. **Materials and methods:** thirty nine sounds, upper and lower human maxillary premolars were randomly divided in two groups. The first groups (29) received mesio occlusal cavity preparation and were restored with P60 using direct adhesive technique, the second group (10) were intact teeth; both groups of

teeth were failed under constant load. **Results:** quantitative analysis did not show statistically significant differences respect to the time of fault, loads and effort between both groups of restored and intact teeth. For the qualitative analysis was a statistically significant association in the type of fault between the restored and intact teeth. **Conclusion:** composite (P60) is a good material to replace the lost dental weave, because does not vary the fracture resistance between the restored teeth and the intact teeth.

Key words: compressive load, class II restoration, intact teeth, composite.

Introducción

Los dientes y sus componentes principales (esmalte y dentina) son materiales con propiedades físicas y mecánicas características, y su comportamiento está influenciado por las fuerzas a las que son sometidas en la cavidad oral.¹

Estos materiales, aun sin necesidad de restauración, tienen una resistencia determinada por su naturaleza. El esmalte es un material cristalino con alta resistencia, alto modulo elástico, alto límite proporcional y a su vez es frágil. Este modulo de elasticidad mas elevado del esmalte, es la causa de una menor resiliencia en comparación con la dentina, la cual es un material más resiliente, con menor modulo elástico y menor resistencia.^{2,3,4,5} La interacción de estos componentes es ideal y les permite trabajar en conjunto para conservar su integridad a través del tiempo.¹

Cuando los dientes pierden estructura por caries o trauma, es necesario restaurarlos con diferentes materiales, con el fin de reemplazar la estructura perdida, recuperar su forma y función y lograr que dichos materiales interactúen de manera adecuada con la estructura remanente.^{2,3,4,5}

Un factor importante al restaurar los dientes con resina compuesta, es la resistencia del material restaurador; ésta propiedad mecánica del material permite que la restauración sirva para sus funciones de manera eficaz, segura y por un período razonable, es decir, por el mayor tiempo posible. En otras palabras, la resistencia se refiere a la tensión máxima que puede soportar un material antes de fracturarse.²

Las mediciones de la resistencia de un diente restaurado con resina, hasta llegar a la fractura, nos permite indagar sobre las modificaciones de diseño de la cavidad que pueden mejorar la resistencia a la falla de las restauraciones en el medio bucal. El análisis del posible fracaso de una restauración bajo fuerzas aplicadas debe relacionarse con las propiedades mecánicas del material de restauración, del remanente dental y de la interfase entre ambos materiales.^{2,3,4,5}

La resina compuesta se ha usado en la restauración de dientes posteriores con diversos resultados. La obtención de una resistencia a la abrasión que evite el desgaste oclusal del diente antagonista, se ha constituido en un área de interés de la operatoria dental. Así mismo, a menos que la resina se polimerice en pequeños incrementos y que se controle el Factor C de contracción de polimerización puede

presentarse filtración marginal y finalmente provocar un fracaso de la restauración. Debido a dificultades en la manipulación y sensibilidad de la técnica de manipulación de resinas compuestas, es probable que su uso deba limitarse a pequeñas restauraciones oclusales y mesio-oclusales en primeros premolares.⁶

Si se requiere una restauración en un premolar con ambos rebordes marginales comprometidos (MOD), esta deberá incluir, idealmente, el recubrimiento oclusal con el fin de proteger la estructura dentaria remanente.⁶ Cuando se trata de proteger el diente de las fuerzas oclusales, dicha protección debe obtenerse con el uso de otro tipo de restauración que incorpore el recubrimiento con una aleación colada o en cerámica sobre la superficie oclusal. Una cúspide que permanezca sin soporte representa riesgo de fractura.⁶

Normalmente, la altura mecánica de la cúspide es igual a su altura anatómica, medida desde su vértice hasta el fondo del surco central, cuando se aumenta la altura mecánica, este aumento del brazo de palanca puede incrementar la tensión sobre la cúspide.⁶

Los análisis han detectado una mayor tensión cuando las preparaciones son amplias debido a que un istmo más ancho puede dar lugar al fracaso. Vale⁷ en 1956 encontró una disminución del 35% en la resistencia a la fractura de un premolar superior cuando el istmo de una preparación próximo-oclusal se extiende de un cuarto a un tercio de la distancia intercuspídea. Herbert T. Shillinburg⁶ señala que en el estudio de Blaser y colaboradores y De Re y colaboradores, la

profundidad, combinada con la amplitud disminuyó la resistencia a la fractura de los dientes. Este hecho pone en tela de juicio una práctica clínica común en la cual, se hace mas profundo un istmo de una preparación para aumentar la resistencia del material; según lo observado en la literatura, esta no es una buena medida ya que puede eliminar estructura dental fundamental, aumentar la altura de las cúspides y por lo tanto los esfuerzos generados en el diente, propiciando mas fracturas dentales.⁶ El Odontólogo restaurador se encuentra a diario con la disyuntiva anterior; para aclarar un poco como es el comportamiento de los dientes restaurados y no restaurados ante las fuerzas ejercidas por la masticación, el propósito de este estudio fue determinar las diferencias cualitativas y cuantitativas en la resistencia a la fractura de dientes intactos y con cavidades ocluso proximales restaurados con resina.

Materiales y Métodos

Se realizo un estudio experimental simple ciego. Se seleccionó una muestra por conveniencia de 39 premolares humanos uniradiculares maxilares y mandibulares extraídos por razones ortodónticas, (previo consentimiento informado firmado por el paciente donante del diente); los cuales fueron recolectados de consultorios odontológicos, clínicas y hospitales de la ciudad de Medellín. Se limpiaron con agua corriente y se guardaron en recipientes plásticos inmersos en solución salina (pH= 7.0) a temperatura ambiente de la ciudad de Medellín (aproximadamente 23°C); esta solución fue cambiada semanalmente.

Se tuvo especial cuidado en que los dientes escogidos estuvieran libres de cualquier tipo de caries y fracturas y se revisaron con un microscopio de endodoncia marca Vasconcellos[®] con un lente de 200mm a 16X de aumento. Los dientes que presentaron fractura, desmineralizaciones, caries fueron excluidos del estudio. De igual forma, grandes variaciones del tamaño coronal, el cual fue medido desde el vértice de la cúspide bucal y lingual con un pie de rey (VIS – Polaco[®]), por fuera de un promedio de 3 ± 0.5 milímetros fueron descartados del estudio.

A todas las muestras se les tomó radiografía en sentido buco-lingual con un equipo de rayos X panorámico marca blux modelo pantOs 16, se utilizó una película kodak[®] 8 x 10 in, Kv 60 mA 2.0. Sobre la radiografía se trazó una línea recta que pasó por los cuernos pulpares de cada cúspide, desde esta línea se trazó una perpendicular hasta la fosa central y se tomaron las medidas en milímetros. Basados en esta medida se sacó un promedio de todos los dientes que correspondió a 1.5 mm de profundidad para cada una de las preparaciones y de esta manera se realizó cavidad ocluso mesial (OM) medianamente profunda en cada diente. La amplitud buco-lingual de las cavidades correspondió a un tercio de la tabla oclusal y la amplitud mesio-distal se extendió hasta la fosa distal de la cara oclusal.

Los dientes fueron divididos aleatoriamente en 2 grupos:

-Grupo 1: consistió de 29 dientes los cuales fueron preparados con una cavidad OM de 1.5 mm de profundidad y un istmo que abarcó un tercio del diámetro buco

lingual de la tabla oclusal y restaurados con resina directa (P60[®] 3M) sometidos a carga compresiva constante hasta la falla, equivalente al 74% del total de la muestra.

-Grupo 2: Consistió de 10 dientes intactos sometidos a carga compresiva constante hasta la falla, equivalente al 24% de la muestra.

Los dientes del grupo 1 fueron preparados y restaurados por un mismo operador, previamente estandarizado para disminuir el margen de error, Antes de realizar la prueba en los dientes de la muestra, se seleccionaron 10 dientes, que no hacían parte de la muestra, los cuales fueron preparados, restaurados y fallados en la misma maquina de pruebas para estandarizar la preparación de la muestra y la aplicación de la carga.

Para la realización de todas las preparaciones se utilizó una pieza mano de alta velocidad NSK[®] con refrigeración aire/agua. Una fresa nueva (Diatech[®] 838-010-4 ML) fue usada por cada 5 dientes, se estandarizo la profundidad de la preparación midiendo con un pie de rey (VIS – Polaco[®]) y marcando la fresa con tinta indeleble y punta delgada a la longitud correspondiente de 1.5 mm.

Se realizaron cavidades clase II (ocluso-mesial) según la disposición de los prismas del esmalte^{8,9}. Para la confección del istmo oclusal las paredes vestibular y lingual fueron convergentes a oclusal, coincidiendo con la dirección de las varillas adamantinas⁸, adicionalmente se realizo cola de milano en la fosa distal. Se dejo siempre un margen definido en 90 grados en la caja oclusal.⁹

La preparación de la caja proximal se realizó con una profundidad de 1.5mm desde la pared pulpar del istmo hasta la pared gingival de la caja para lo cual se utilizó la misma referencia que para el istmo oclusal. El piso pulpar en premolares inferiores se realizó inclinado paralelo a una línea imaginaria que une los vértices de las cúspides bucales y linguales. Todas las cavidades de resina fueron realizadas con una fresa de diamante cilíndrica de punta redondeada (Diatech® 838-010-4 ML), luego se realizó profilaxis copa de caucho y con bicarbonato de sodio y fueron lavadas con profusa agua corriente durante 30 segundos. Posteriormente, se realizó grabado total con ácido ortofosfórico 3M™ ESPE™ Scotchbond™ Etchant® al 37% por 15 segundos en esmalte y 10 segundos en dentina, se lavaron profusamente las cavidades por 30 segundos, y fueron suavemente aireadas por 2 segundos sin resecar y secadas finalmente con torundas de algodón. Los materiales fueron utilizados siguiendo todas las especificaciones del fabricante. Con un pincel se colocó una capa de adhesivo 3M ESPE Adper™ Single Bond 2® por 20 segundos, se aireó durante 2 segundos y posteriormente se fotocuró por 20 segundos con una con una lámpara de fotocurado (Ivoclar Vivadent - Bluephase®), cuyo LED de 8 vatios alcanza una máxima intensidad lumínica de 1100 mW/cm² que permite cortos tiempos de polimerización a partir de 10 segundos los cuales son suficientes para alcanzar una polimerización adecuada de la resina; la intensidad lumínica de la lámpara fue revisada previo a su utilización con un radiómetro integrado (Ivoclar Vivadent - Bluephase®); cada piloto indicó una intensidad lumínica de 1000 mW/cm².

Las cavidades fueron obturadas con resina de fotocurado 3M™ Filtek™ P60® iniciando en la caja proximal, se utilizó una técnica incremental triangular a partir de tres incrementos verticales posicionados de la siguiente forma: Incremento en la región linguo-gingival, incremento en la región vestibulo-gingival y un tercero entre estos para complementar el reborde marginal de la caja;⁹ para la cavidad oclusal se obturó con incrementos de 1.5mm de forma triangular, condensando contra las paredes y foto polimerizando cada incremento durante 20 segundos a una distancia de 1 centímetro del diente los primeros 5 segundos, y luego colocando la lámpara contra el diente sobre la pared en la cual se realizó el incremento. Con esto se busca obtener contracción de polimerización dirigida hacia la interfase diente resina y diferida por la interferencia de la estructura dental entre la luz y la resina. Las muestras completamente obturadas fueron terminadas y pulidas con fresas de pulido de diferente grano (raya amarilla y blanca), copas de caucho y pasta diamantada

Los materiales utilizados en este estudio para realizar la restauración adhesiva directa en el sector posterior fueron de la casa comercial 3M y se presentan en la tabla 1.

Tabla 1. Materiales de obturación en la técnica adhesiva directa.

MATERIAL	COMPOSICION Y/O DESCRIPCION
3M™ Filtek™ P60®	El material de relleno del Filtek P60 es Zirconia/Sílice la cantidad de relleno inorgánico es de 61% por volumen (sin el tratamiento de silano) con el tamaño de las partículas oscilando entre, 0.01 y 3.5 micras. Contiene resinas BIS-GMA*, UDMA** y BIS-EMA***.
3M ESPE Adper™ Single Bond 2®	Es un adhesivo hidrofílico de un solo paso que contiene 10% de relleno coloidal de 5 nm. Que permite adhesión a toda clase de restauraciones directas.
3M™ ESPE™ Scotchbond™ Etchant®	Es un gel de ácido fosfórico al 37% el cual es usado para grabar esmalte y/o dentina.

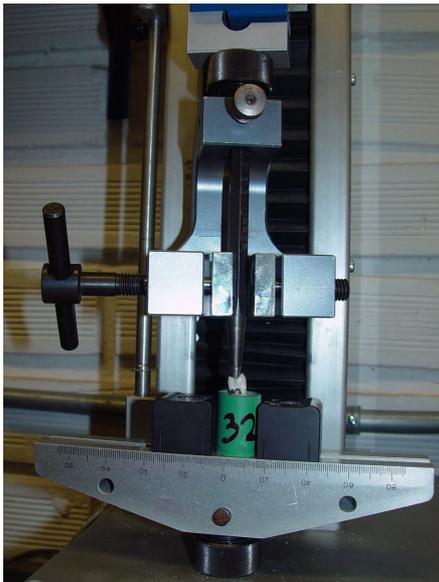
* Bisfenol A diglicidil éter dimetacrilato, ** uretano dimetacrilato, *** Bisfenol A polietilen glicol dieter dimetacrilato.¹⁰

Una vez terminada cada restauración, las muestras se almacenaron en recipientes con solución salina hasta la preparación para la falla. Las raíces de los dientes fueron embebidas en un cilindro de plástico PVC de 19 mm de diámetro y 30 mm de longitud, los cuales fueron rellenos con resina epóxica de autopolimerización (Suproquim, Medellín. Colombia), la cual tiene un tiempo de trabajo de 30 a 40 minutos a 25⁰C y termina su polimerización en 24 horas a temperatura ambiente. El diente fue embebido hasta 2 mm apicales a la unión cemento-amelica dentro de la resina epóxica (aproximadamente el nivel del hueso alveolar en un diente con periodonto sano).

El valor máximo medido de fuerza masticatoria es de 756 N (170 libras). En la zona de premolares varia entre 133 y 334 N (30 a 75 libras).² Para este ensayo fue utilizada una maquina universal de ensayos - Test Resources® (Ver figura 1), con una celda de carga (Interface®) con capacidad para 1000 libras, se utilizo un software de análisis MTestWR® versión 2.1 del 2002 de la compañía Test

Resources®. A cada muestra se le aplicó una fuerza de 233.5 N, como promedio de la fuerza de mordida aplicada por los dientes premolares, a una carga constante con una velocidad de 5 mm/min hasta la fractura.¹¹ Utilizando un instrumento aplicador de carga de punta roma de 3 mm de diámetro, ubicado en dirección al surco principal mesiodistal de la cara oclusal. El mismo instrumento óptico (Vasconcellos) usado en la selección de la muestra fue utilizado para determinar el tipo de falla de las muestras.

Fig. 1 Maquina universal de ensayos - Test Resources



Los dientes intactos del grupo 2 fueron sometidos a las mismas condiciones de carga hasta la falla que los dientes del grupo 1 (233.5 N).

Resultados

Se realizó una evaluación cuantitativa y cualitativa en la resistencia a la fractura de

dientes no restaurados y restaurados con resina P60. Entre la evaluación cuantitativa se encontró que el tiempo de falla de los dientes no restaurados oscilo entre 19 y 35 segundos, con un promedio de $24,3 \pm 5,5$ segundos; mientras que en los dientes restaurados este tiempo oscilo entre 12 y 36 segundos con un tiempo promedio de falla de $23,2 \pm 5,5$ segundos, sin encontrar diferencias estadísticamente significativas entre ambos grupos. (Ver tabla 2).

El esfuerzo de falla de dientes no restaurados osciló entre 56,6 y 280,1 Mpa con un promedio de $156,6 \pm 67,4$ Mpa; mientras que en los dientes restaurados el esfuerzo osciló entre 59,6 y 296,7 Mpa con un promedio de $146 \pm 60,7$ Mpa. No se presentaron diferencias estadísticamente significativas entre los dos grupos. (Ver tabla 2).

La carga en los dientes no restaurados oscilo entre 400 y 1.980 N con un promedio de $765, 1 \pm 1420,2$ N; mientras que en los restaurados la carga osciló entre 421, 5 y 2097 con un promedio de 871 ± 1200 N, sin encontrar diferencias estadísticamente significativas entre ambos grupos. (Ver tabla 2).

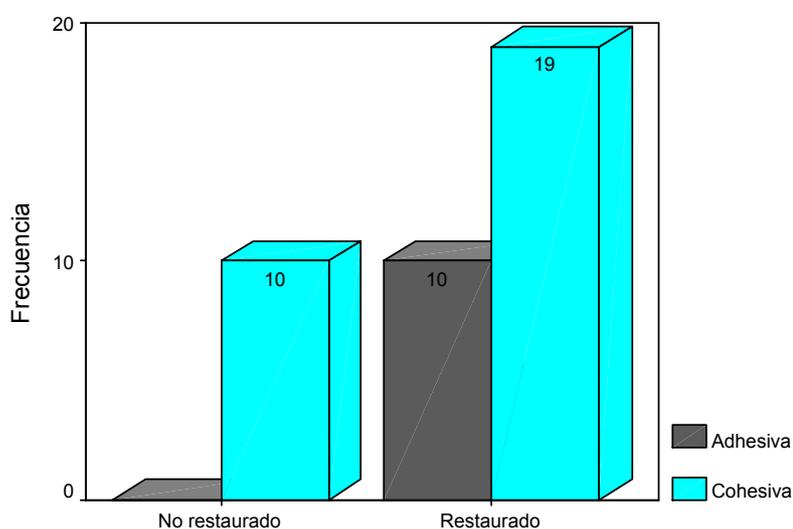
Tabla 2. Descripción de la evaluación cuantitativa de la resistencia de dientes restaurados e intactos.

	ESTADO	$\bar{X} \pm D.E$	Intervalo de confianza 95%		Min	Max	Valor p
			Inf	Sup.			
Tiempo	Intacto	$24,3 \pm 5,5$	20,3	28,2	19,0	35,0	0.594
	Restaurado	$23,2 \pm 5,6$	21,0	25,3	12,0	36,0	

Esfuerzo Mpa	Intacto	156,6±67,4	108,3	204,8	56,6	280,1	0.676
	Restaurado	146,9±60,7	123,8	170,0	59,6	296,7	
Carga Newton	Intacto	1092,7±457,9	765,1	1420,2	400,3	1980,0	0.726
	Restaurado	1035,7±432,9	871,0	1200,4	421,5	2097,0	

Se encontró una asociación estadísticamente significativa entre el tipo de falla en los dientes restaurados y no restaurados, donde el 100% de los dientes no restaurados presentaron fallas cohesivas la cual es la atracción molecular entre átomos de la misma especie, mientras que en los dientes restaurados se encontró un 65% de fallas cohesivas y un 35% de fallas adhesivas la cual es la atracción molecular entre átomos de dos especies distintas, con un valor $P= 0.040$ para la prueba exacta de Fisher.² (Ver Fig 2).

Figura 2. Distribución del tipo de falla en los dientes restaurados y no restaurados



Discusión

En este estudio no se encontraron diferencias estadísticamente significativas en las variables cuantitativas, pero si se encontraron diferencias estadísticamente significativas en el ámbito cualitativo. Jensen y colaboradores¹² Ausiello y colaboradores¹³ Dalpino y colaboradores¹⁴ y De Freitas y colaboradores¹⁵ reportaron que no existen diferencias estadísticamente significativas en la resistencia, entre dientes intactos y dientes restaurados con resina compuesta. Los mismos resultados fueron obtenidos en el estudio de Goruw y Ozgunaltay, en el cual encontraron que no hubo diferencia estadísticamente significativa en la resistencia a la fractura de dientes restaurados con resina híbrida y ormocer comparado con los dientes no restaurados.¹¹ En el estudio de De Freitas y colaboradores, se encontró que los materiales de restauración no solo deberán reemplazar la estructura dental perdida, sino también incrementar la resistencia a la fractura de los dientes y promover un selle marginal efectivo.¹⁵

La amalgama, ha sido usada por más de 100 años en restauraciones posteriores. Sin embargo, debido a que no se adhiere a la estructura dental, ésta no refuerza el diente.¹⁵ Bell y colaboradores¹⁶ concluyeron que la fractura de las cúspides en restauraciones de amalgama era causada por la fatiga y la propagación de grietas sometidas a las cargas repetidas. Por esta razón el uso de materiales adhesivos ha sido considerado útil para el refuerzo de la estructura dentaria.¹⁵ En este aspecto dicho estudio corrobora los resultados por Jagadish y Yogesh¹⁷ y McCulloch y Smith,^{18,19} quienes reportaron valores superiores de resistencia a la fractura con el uso de resina compuesta. Este material de restauración cuando se

adhiera a la dentina y al esmalte, por un sistema adhesivo, muestra un incremento en la fuerza intrínseca del diente. Wieczkowski y colaboradores (1988) reportaron que las cavidades posteriores obturadas con resinas y de una manera incremental produjeron mejor resistencia a la fractura de las cúspides, que resinas posteriores colocadas en una técnica de un solo incremento.²⁰ Lo anterior esta de acuerdo con los resultados de esta investigación y justifica la aplicación de la técnica de obturación con resina compuesta utilizada en el presente estudio, en la practica clínica.

Existen variaciones individuales en la morfología del diente, incluyendo la inclinación de las cúspides, fragilidad del esmalte, variaciones en tamaño y en el punto de contacto durante la prueba que pueden contribuir a la desviación estándar en el comportamiento de la fractura. En este estudio durante la prueba, el punto de contacto entre el diente y el instrumento aplicador de carga de la maquina de ensayos, fue variable de acuerdo a la anatomía de cada diente; en algunos casos el sitio de contacto se dio sobre la interfase diente restauración y en otros directamente sobre la restauración, razón por la cual atribuimos los valores considerables de falla adhesiva en los resultados. Por otra parte, la razón por la cual todos los dientes no restaurados tuvieron falla cohesiva, se puede deber a que estos son los resultados esperados en materiales de similar naturaleza que se unen cohesivamente y por medio de uniones químicas, como es el caso de la estructura dental.

Aunque no se encontraron diferencias significativas entre los dos grupos, siempre

fue algo mayor la fuerza requerida para fracturar al diente integro y fueron mayores los esfuerzos tolerados por el mismo.

Aunque en este estudio no se evaluaron los puntos de contacto interoclusales, se sugiere que para futuros estudios, esto debe tenerse en cuenta, ya que esto puede constituirse en una variable que inflencie los resultados del tipo de falla.

El estudio mostró una amplia variación que inflenció los resultados de la prueba de poder, la cual arrojó una potencia de 8.68%, lo que se atribuye al tamaño de la muestra seleccionado y a la variabilidad anatómica existente entre premolares maxilares y mandibulares. Se propone que para próximos estudios se seleccione solo un tipo de premolares y que el tamaño muestral sea mayor.

Existen diferencias entre las fracturas que ocurren clínicamente y aquellas que hacen parte de una prueba *in Vitro*. Las fuerzas creadas intraoralmente durante la masticación varían en magnitud, velocidad y dirección, mientras que las fuerzas aplicadas al diente en este estudio fueron de velocidad, dirección constante e incremental hasta la falla.

Conclusiones: Basados en los resultados de este estudio *In Vitro* y considerando las limitaciones de los mismos, podemos concluir que:

1. La resina 3M™ P60®. es un buen material para sustituir el tejido dentario perdido,

2. No hubo diferencias significativas estadísticamente en los esfuerzos tolerados por el diente intacto y el diente con cavidades OM restaurado con resina compuesta 3M™ P60®.

3. Cavidades clase II de tamaño moderado pueden ser restauradas adecuadamente con resina compuesta 3M™ P60®.

Agradecimientos

A Dios, a nuestras familias por el apoyo incondicional, a Yesid Montoya Góez por su gran ayuda, a nuestros asesores por el seguimiento constante durante el desarrollo de nuestro proyecto y a todas las personas que de una u otra manera apoyaron nuestro proceso.

Nota aclaratoria:

En este estudio no existió conflicto de intereses, debido a que los materiales utilizados para este fueron financiados por los propios investigadores.

Referencias

¹ D.R Eisenmann. Estructura del esmalte. En: A.R. Ten Cate/ recopilador del libro. Histología oral. Segunda edición. Buenos aires: editorial medica panamericana. p. 252-273

² Anusavice J Kenneth. Estructura de la materia y principios de la adhesión, propiedades mecánicas de los materiales dentales En: Kenneth J. Anusavice/ recopilador del libro. Phillips ciencia de los materiales dentales. Undecima edicion. Madrid – España: editorial elsevier; 2004. p. 21- 40; 73 – 101

³ Anusavice J Kenneth y Brantley A. William. Propiedades físicas de los materiales dentales. En: Kenneth J. Anusavice/ recopilador del libro. Phillips ciencia de los materiales dentales. Undecima edicion. Madrid – España: editorial elsevier; 2004 .p. 41-71

⁴ Marshall J Sally, Marshall W Grayson, Jr y Anusavice J Kenneth. Amalgamas

dentales. En: Kenneth J. Anusavice/ recopilador del libro. Phillips ciencia de los materiales dentales. Undecima edicion. Madrid – España: editorial elsevier; 2004. p. 495 – 543

⁵ Rawls H Ralph y Upshaw J Esquivel. Resinas para restauraciones. . En: Kenneth J. Anusavice/ recopilador del libro. Phillips ciencia de los materiales dentales. Undecima edicion. Madrid – España: editorial elsevier; 2004. p. 399 - 441.

⁶ Herbet T. Shillinburg. Preparaciones para restauraciones intracoronarias. En: Herbet T. Shillinburg/ recopilador del libro. Fundamentos esenciales en prótesis fija. Tercera Edicion. Barcelona: editorial Quintessence; 2000. p.171-179

⁷ Vale WA: Cavity preparation. Ir Dent Rev. 1956;2: 33-41

⁸ Uribe J, Priotto E, Nuñez N. Restauraciones con amalgama, restauraciones con resinas compuestas en el sector posterior. En: Jorge Uribe Echevarria/ recopilador del libro. Operatoria dental ciencia y práctica. Primera edicion. Madrid- españa: ediciones avances medico-dentales; 1990. p. 93-142, 319-361.

⁹ Caín Carvalho M, Barateire Narciso L y colaboradores. Resinas compuestas, adhesión a la estructura dental, restauraciones adhesivas directas en dientes posteriores. En: Caín Carvalho M, Barateire Narciso L y colaboradores/ recopilador del libro. Restauraciones estéticas con resinas compuestas en dientes posteriores. Primera Edicion. Brasil – Sao Paulo: editora artes médicas limitadas; 2001.p. 9-95

¹⁰ 3m.com. 3M worldwide (sede Web). 1995-2007 (fecha de acceso 30 julio 2007). Disponible en: www.3m.com

¹¹ Goruw J, Ozgunaltay G. Fracture resistance of teeth with class II bonded amalgam and new tooth- colored restorations. *Operative dentistry*.2003 Sep-Oct; 28 (5):501-507.

¹² Jensen ME, Redford DA, Williams BT, Gardner F. Posterior etched-porcelain restorations: an in vitro study. *Compendium* 1987; 8(8):615 7, 620–662.

¹³ Ausiello P, De Gee AJ, Rengo S, Davidson CL. Fracture resistance of endodontically- treated premolars adhesively restored. *Am J Dent* 1997; 10(5):237–241.

¹⁴ Dalpino PH, Francischone CE, Ishikiriyama A, Franco EB. Fracture resistance of teeth directly and indirectly restored with composite resin and indirectly restored with ceramic material. *Am J Dent* 2002; 15(6):389–394.

¹⁵ De Freitas CR, Miranda ML, Andrade MF, Flores VH, Vaz LG, Guimaraes C. Resistance to maxillary premolar fractures after restoration on class II preparations with resin composite or ceromer. *Quintessence Int* 2002; 33(8):589–594.

¹⁶ Bell JG, Smith MC, de Pont JJ. Cuspal failures of MOD restored teeth. *Aust Dent J* 1982; 27:283-287

¹⁷ Jagadish S, Yogesh BG. Fracture resistance of teeth with class 2 silver amalgam, posterior composite, and glass cermet restorations. *Oper Dent* 1990; 15: 42-47.

¹⁸ McCulloch AJ, Smith BGN. In vitro studies of cuspal movement produced by adhesive restorative materials. *Br Dent J* 1986; 161: 405-409.

¹⁹ McCulloch AJ, Smith BGN. In vitro studies of cusp reinforcement with adhesive restorative materials. Br Dent J 1986; 161: 450-462.

²⁰ Wieczkowski G Jr, Joynt RB, Klockowski R & Davis EL. Effects of incremental Vs Bulk fill technique on resistance to cuspal fracture of teeth restored with posterior composite. Journal of prosthetic dentistry 1988; 60(3) 283-287.

Correspondencia: maonaranjop@yahoo.com

Recibido para publicación: Julio de 2007

Aprobado para publicación: