

Resistencia a la fractura *in vitro* de incrustaciones cerámicas usando dos materiales como bases cavitarias.

In-vitro fracture strength of ceramic inlays, using two types of cavity bases.

Martha Priscila Ramírez Luna,* Roberto Méndez Maya,**
María Antonieta Cornejo Peña,*** Francisco Javier Llamas del Olmo,† Silvia Alicia Escalante Balderas††

RESUMEN

Introducción: Las bases cavitarias son usadas en odontología restauradora, varios materiales se recomiendan como base cavitaria en incrustaciones cerámicas. Objetivo: Comparar la resistencia a la fractura *in vitro* de una cerámica (disilicato de litio) como material restaurativo usando diferentes bases cavitarias en inlays en premolares. **Material y métodos:** Se elaboraron cavidades estandarizadas para inlays cerámicas MOD en 30 premolares. Se asignaron aleatoriamente tres grupos ($n = 10$): grupo 1: sin base cavitaria; grupo 2: base ionómero de vidrio reforzado con resina (Vitrebond™, 3M); grupo 3: base resina compuesta (Filtek™ Z350 XT, 3M). Las incrustaciones fueron fabricadas con disilicato de litio (IPS e.max®, Ivoclar) cementadas con (Rely X™, 3M) y almacenadas en agua bidestilada (37°C por 24 horas). Se midió la resistencia a la fractura en una máquina universal de pruebas mecánicas (MTS® Alliance RT/30) a una velocidad de 0.5 mm/minuto, fracturadas las muestras se registró bajo microscopio estereoscópico el modo de fallo. Los datos se analizaron usando ANOVA de una vía y comparaciones *post hoc* con la prueba Scheffé. (Programa IBM SPSS STATISTICS 21.0). **Resultados:** El grupo control (sin base) obtuvo la media más alta ($105.16 \text{ Kgf} \pm 11.41$) siendo estadísticamente significativa con relación al grupo 2 (77.04 ± 19.69). El grupo 3 obtuvo una media (94.81 ± 10.65) siendo estadísticamente diferente del grupo 2 ($p = .001$). El modo de fallo más común fue el patrón IV (60%). **Conclusiones:** La resistencia a la fractura de inlays cerámicas de disilicato de litio es mayor en cavidades sin base cavitaria.

Palabras clave: Resistencia a la fractura, inlays cerámicas, ionómero de vidrio, resina compuesta.

ABSTRACT

Introduction: Cavity bases are used in restorative dentistry and there are various materials recommended as the base for ceramic inlays. **Objective:** To compare the in-vitro fracture strength of a ceramic material (lithium disilicate) when used as a restorative material with different types of cavity bases in ceramic inlays in premolars. **Material and methods:** Standardized cavities were prepared for MOD ceramic inlays in 30 premolars. Three groups were randomly assigned ($n = 10$) as follows: group 1 - no base; group 2 - resin-reinforced glass-ionomer cement (Vitrebond™, 3M); and group 3 - composite resin (Filtek™ Z350 XT, 3M). The inlays were made of lithium disilicate (IPS e.max®, Ivoclar Vivadent), bonded using a resin agent (Rely X™, 3M), and stored in bidistilled water at 37°C for 24 hours. Fracture strength was measured using a universal mechanical testing machine (MTS® Alliance RT/30) at a speed of 0.5 mm/min. The fractured samples were examined under stereoscopic microscopy to identify the mode of failure. The data were analyzed by means of one-way ANOVA and post hoc comparisons were made using the Scheffé test (IBM SPSS STATISTICS 21.0 software). **Results:** The control group (i.e., no base) produced the highest mean ($105.16 \text{ Kgf} \pm 11.41$), which was statistically significant compared to group 2 (77.04 ± 19.69). The mean for group 3 (94.81 ± 10.65) was statistically different from that of group 2 ($p = .001$). The most common mode of failure was type IV (60%). **Conclusions:** The fracture strength of lithium disilicate ceramic inlays is greater in cavities with no cavity base.

Key words: Fracture strength, ceramic inlays, glass ionomer, composite resin.

* Egresada de la Especialidad de Prostodoncia.

** Profesor y Coordinador de la Maestría en Prostodoncia.

*** Profesor de la Facultad de Odontología.

† Profesor de la Maestría en Endodoncia.

†† Profesor de la Maestría en Prostodoncia.

Universidad Autónoma de Tamaulipas. Tampico-Madero, Tamps. México

Recibido: Septiembre 2015. Aceptado para publicación: Marzo 2016.

INTRODUCCIÓN

A través de los años la odontología ha avanzado en los materiales usados para las restauraciones dentales por lesiones cariosas en el sector anterior y posterior, con esto, es factible aplicar técnicas que realmente preserven la mayor parte de la estructura del diente.¹⁻³

Las restauraciones cerámicas libres de metal han ganado popularidad en años recientes debido a su excelente calidad estética, biocompatibilidad, resistencia al desgaste, estabilidad en la cavidad oral y alta resistencia a la compresión.^{2,4,5} El diseño cavitario es esencial para la estética, resistencia y ajuste de la restauración cerámica^{6,7}, las restauraciones intracoronales unidas con cerámica resultan ser una opción ideal para dientes debilitados o con una preparación cavitaria amplia;⁸⁻¹⁰ sin embargo, a pesar de sus excelentes propiedades, las fracturas siguen siendo la razón más común en el fracaso de las incrustaciones inlays/onlays de cerámica.^{5,11}

Los factores que pueden conducir a la fractura de incrustaciones cerámicas pueden estar asociados a espesor inadecuado de la restauración, diseño cavitario inapropiado, defectos como poros y grietas en la restauración y la resiliencia del material debajo de la restauración.^{3,4,12-19}

Los cementos de ionómero de vidrio se siguen usando hoy en día como bases; sin embargo, han demostrado una insuficiente adhesión a la porcelana. Los ionómeros de vidrio reforzados con resina se han desarrollado para combinar algunas ventajas sobre los ionómeros de vidrio convencionales y las resinas compuestas pueden ser una alternativa en el uso de bases cavitarias para incrustaciones cerámicas.^{11,20} El objetivo de este estudio fue evaluar la resistencia a la fractura *in vitro* de una cerámica de disilicato de litio como material de restauración usando dos materiales como bases cavitarias en incrustaciones inlays en premolares.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se seleccionaron treinta premolares libres de caries o con caries incipiente extraídos por razones ortodónticas, los cuales fueron limpiados ultrasónicamente (BioSonic® US100R, 3M ESPE Dental Products, St. Paul, MN, USA) y almacenados en agua bidestilada. Los especímenes se sembraron con acrílico y monómero autopolimerizable (Nic Tone®, MDC Dental, Jalisco, México) en 30 cilindros de PVC con 2 cm de longitud y 3 cm de diámetro, introduciendo las raíces de los premolares en el acrílico hasta quedar 1 mm por debajo de la unión esmalte-cemento, posicionándose de manera vertical. Para evitar la deshidratación de los especímenes fueron colocados en recipientes con agua bidestilada antes de la reacción exotérmica del acrílico.

Después, se tomaron impresiones de cada premolar con silicon por condensación (Speedex, Coltene Whaledent®, Swiss) que se usaron como guía anatómica y control en la reducción de la preparación cavitaria.

Seguido de esto, se realizaron preparaciones cavitarias estandarizadas para incrustaciones MOD con una pieza de mano de alta velocidad (W&H Dentalwerk) con abundante agua, se usaron fresas para apertura de la cavidad de alta velocidad de diamante en forma de bola, troncocónica de punta plana y troncocónica de punta redondeada (Mani, Inc Tochigi, Japan), reemplazando las fresas cada cuatro preparaciones cavitarias para asegurar la eficacia del corte. Todas las cavidades tuvieron las siguientes dimensiones: de profundidad cavitaria 1.5 mm la cual fue medida desde el punto más profundo del surco principal hacia el nivel de la pared pulpar. La anchura bucolingual de 3 mm, la anchura de la pared gingival 1.2 mm y la altura de la pared axial 2.0 mm. Los especímenes se asignaron aleatoriamente a 3 grupos de 10 cada uno:

- Grupo control 1: sin base cavitaria.
- Grupo 2: base de ionómero de vidrio reforzado con resina (Vitrebond™, 3M ESPE Dental Products, St. Paul, MN, USA).
- Grupo 3: base de resina compuesta (Filtek™ Z350 XT, 3M ESPE Dental Products, St. Paul, MN, USA).
- Una vez divididos los grupos fueron colocados en una cámara ambientadora (Shel Lab 1500E, Sheldon Manufacturing, Inc.) a 37 °C durante el experimento.

En los grupos experimentales se redujeron 2 mm adicionales de profundidad, para dar espacio a la base cavitaria. Al grupo 2 se colocó base de ionómero de vidrio reforzado con resina (Vitrebond™, 3M ESPE Dental Products St. Paul, MN, USA) éste se fotopolimerizó con una unidad de curado (Demetron, Kerr™ Corporation) durante 20 segundos, de acuerdo con las especificaciones del fabricante. En el grupo 3 se colocó resina compuesta (Filtek™ Z350 XT, 3M ESPE Dental Products, St. Paul, MN, USA) como base cavitaria previamente grabando la superficie de los premolares con un ácido fosfórico al 37% (Scotchbond, 3M ESPE Dental Products, St. Paul, MN, USA) por 15 segundos, para posteriormente colocar dos capas simultáneas de adhesivo dentinario (Single Bond™, 3M ESPE Dental Products, St. Paul, MN, USA) y fueron fotopolimerizadas por 10 segundos, el grosor de las bases fue de 2 mm de espesor y fueron controladas con una sonda periodontal tipo Michigan (Hu Friedy Mfg. Co. LLC) fotopolimerizando por 40 segundos. Posteriormente se tomaron impresiones de las preparaciones con silicon por adición de consistencia ligera y pesada (Hydroextreme, Coltene Whaledent Swiss) y se obtuvieron datos de trabajo (con yeso tipo IV) para la fabricación de las incrustaciones de disilicato de litio (IPS e. max®, Ivoclar Vivadent). Después de la fabricación de las restauraciones

cerámicas se acondicionó la superficie interna de la cerámica con ácido fluorhídrico (Porcelain etch, Ultradent) al 9% por 90 segundos y se lavó con abundante agua, luego se colocó silano (Silane, Ultradent) por 60 segundos y se fijaron con cemento dual (RelyX™ ARC, 3M ESPE Dental Products, St. Paul, MN, USA) de acuerdo con las indicaciones del fabricante y realizados los procedimientos por un solo operador; posteriormente fueron almacenados en recipientes con agua bidestilada en una cámara ambientadora (Shel Lab 1500E, Sheldon Manufacturing, Inc.) a 37 °C por 24 horas. Los especímenes se llevaron a una

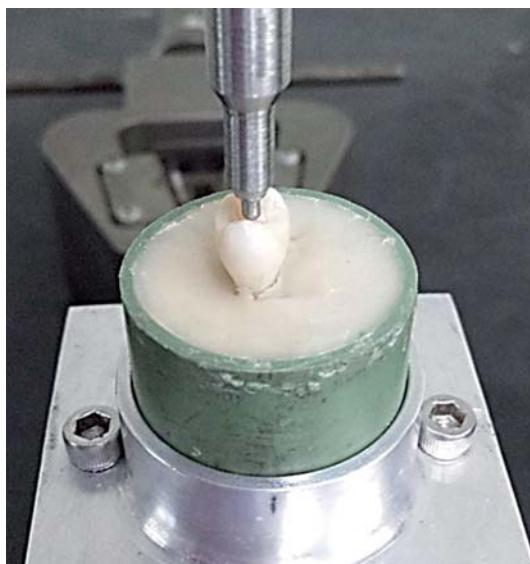


Figura 1. Carga compresiva a los especímenes en la máquina de pruebas mecánicas universal (MTS® Alliance RT/30).

máquina de pruebas mecánicas universal (MTS® Alliance RT/30) para someterlos a una carga compresiva usando una punta redondeada de acero inoxidable de 2 mm de diámetro (*Figura 1*) a una velocidad de 0.5 mm/minuto haciendo contacto en el centro de la restauración hasta la fractura del espécimen.

El patrón de fractura fue observado bajo un esteréomicroscopio a 8X (Leica EZ4D) y el modo de fallo fue observado por dos asesores clínicos calibrados obteniendo un valor de .933 el cual nos generó un índice de concordancia del 97%. La evaluación del modo de fallo se basó en una clasificación estándar desarrollada por Habekost et al.,¹⁴ siendo la siguiente:

- Patrón I: Fractura restringida a la restauración.
- Patrón II: Fractura de la estructura dental, pero no a través del eje longitudinal del diente.
- Patrón III: Fractura del diente y la restauración, pero no a través del eje longitudinal del diente.
- Patrón IV: Fractura a través del eje longitudinal del diente, siendo en el diente/restauración o sólo en el diente.

Se obtuvo estadística descriptiva y los datos fueron analizados con la prueba Kolmogorov-Smirnov y Levene, ANOVA de una vía y comparaciones *post hoc* de Scheffé manejando en todas las pruebas un alfa .05 en el programa IBM SPSS STATISTICS 21.0.

RESULTADOS

El cuadro I muestra los estadísticos descriptivos para los tres grupos del estudio en relación a la resistencia a la fractura de la cerámica de disilicato de litio (IPS e. máx.).

Cuadro I. Estadístico descriptivo de los valores en la resistencia a la fractura (Kgf) de los especímenes cerámicos.

Grupo		Estadístico descriptivo							
		Intervalo de confianza para la media al 95%		Límite inferior	Límite superior	Media	Mediana	Desv. típ.	Mínimo
Kgf	Control	105.16	97.00	113.33	101.65	11.42	91.61	127.46	
	Vitrebond	77.05	62.96	91.13	81.60	19.69	37.72	105.94	
	Filtek Z350	94.82	87.20	102.44	92.66	10.65	83.57	113.64	

El grupo control presentó diferencias estadísticamente significativas con el grupo 2 (base de ionómero de vidrio reforzado con resina), mientras el grupo 3 (base de resina compuesta), fue estadísticamente diferente del grupo 2 (base de ionómero de vidrio reforzado con resina). Los porcentajes de los patrones de fractura encontrados en el modo de fallo se observan en la figura 2.

DISCUSIÓN

Debido a sus propiedades similares a la estructura dental como son la estética y durabilidad, la cerámica de disilicato de litio se ha usado en Odontología para recuperar la estructura dental perdida.^{4,21}

Dentro de los factores de riesgo para la presentación de fractura de un material destacan: la profundidad de la cavidad, los ángulos internos de la preparación y el material restaurativo usado.^{5,7,10} En nuestro caso la investigación se dirigió a evaluar el efecto de la resistencia a la fractura de cerámica de disilicato de litio probando diferentes materiales usados como base cavitaria. Tratando de igualar las condiciones en la cavidad oral y sabiendo que los alimentos pequeños y resistentes pueden incrementar el riesgo de la fractura de una restauración durante la masticación según Anusavice et al.²² decidimos utilizar una esfera de 2 mm de diámetro para medir la resistencia a la fractura de las restauraciones inlays cerámicas.

En nuestro estudio, después de comparar diferentes bases, encontramos los valores más altos en el grupo sin base cavitaria, observando que la resistencia a la fractura en inlays cerámicas MOD con soporte dentinal es mayor tal como lo reportaron Banditmahakun et al.¹¹ quienes in-

vestigando el efecto de dos materiales como base cavitaria con diferente módulo de elasticidad en la resistencia a la fractura de inlays cerámica encontraron también que los valores más altos de resistencia a la fractura se presentan en muestras sin base cavitaria (1150 N) mientras que en el grupo con ionómero de vidrio reforzado con resina reportó los valores más bajos.

Por su parte, Habekost et al.¹⁴ quienes evaluaron la resistencia a la fractura *in vitro* de dientes con restauraciones cerámicas parciales usando dos esferas de 3 y 10 mm de diámetro para aplicar tensiones de fractura, reportaron los valores más elevados de resistencia a la fractura con la esfera de 10 mm de diámetro, difiriendo de nuestros resultados debido quizás al tamaño de la esfera utilizada en nuestro estudio que como se mencionó fue de 2 mm de diámetro.

Se han usado diferentes cementos¹⁵ para fijar las restauraciones cerámicas tanto en la clínica como en los estudios experimentales, de éstos podemos mencionar a los cementos resinosos: Enforce (E), RelyX ARC (RX), y Fill Magic (FM), reportándose valores altos de resistencia a la fractura con el cemento RelyX (1,556 N), de manera similar en nuestra investigación se obtuvieron valores elevados en las restauraciones inlays cerámicas cementadas con RelyX y sin base cavitaria. Generalmente los cementos con un módulo de flexión y dureza más alto, tienen mejor resistencia a la fractura para el conjunto diente/cerámica, lo que puede ser un factor en los resultados del estudio.¹⁰ Tal como lo reportaron Moscovich et al.²⁰ observamos que usar una resina compuesta como base cavitaria incrementa significativamente la resistencia a la fractura de una inlay cerámica. Serán necesarios más estudios que aporten información sobre los materiales y técnicas que minimicen la aparición de una fractura en restauraciones inlays, pero consideramos que los resultados obtenidos dejan información valiosa que pudiera considerarse en esta línea de investigación.

CONCLUSIONES

Dentro de la metodología aplicada en este estudio y las limitantes del mismo, se concluye que:

1. La resistencia a la fractura de inlays cerámicas de disilicato de litio es mayor en cavidades MOD sin base cavitaria.
2. Las restauraciones inlays cerámicas con base de resina compuesta son más resistentes a la fractura que con base de ionómero de vidrio reforzado con resina.
3. Las fracturas en diente y restauración están relacionadas con las bases cavitarias.

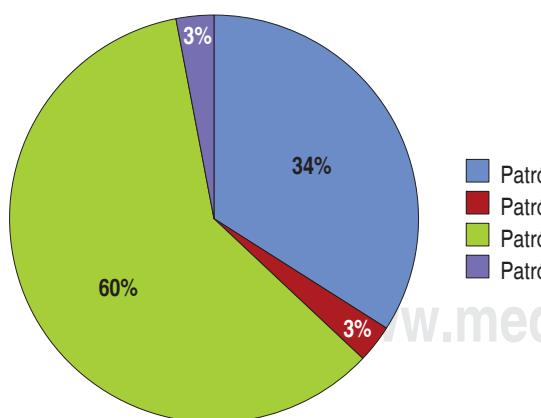


Figura 2. Porcentaje general del modo de fallo de especímenes sometidos a una carga compresiva en la prueba de la resistencia a la fractura.

BIBLIOGRAFÍA

1. Carrillo SC. Revisión de los principios de preparación de cavidades. Extensión por prevención o prevención de la extensión. Revista ADM. 2008; 65 (5): 263-271.
2. Koushyar KJ. Recomendaciones para la selección del material cerámico libre de metal, de acuerdo a la ubicación de la restauración en la arcada. Int J Odontostomatol. 2010; 4: 237-240.
3. Magne P, Schlichting LH, Paranhos MP. Risk of onlay fracture during pre-cementation functional occlusal tapping. Dent Mater. 2011; 27 (9): 942-947.
4. Bergman MA. The clinical performance of ceramic inlays. Aust Dent J. 1999; 44: 157-168.
5. Esquivel-Upshaw JF, Anusavice KJ, Yang MC, Lee RB. Fracture resistance of all-ceramic and metal-ceramic inlays. Int J Prosthodont. 2001; 14 (2): 109-114.
6. Soares CJ, Martins LR, Fonseca RB, Correr-Sobrinho L, Fernandes Neto AJ. Influence of cavity preparation design on fracture resistance of posterior Leucite-reinforced ceramic restorations. Prosthet Dent. 2006; 95: 421-429.
7. Morimoto S, Vieira GF, Agra CM, Sesma N, Gil C. Fracture strength of teeth restored with ceramic inlays and overlays. Braz Dent J. 2009; 20: 143-148.
8. Dalpino PH, Francischone CE, Ishikirama A, Franco EB. Fracture resistance of teeth directly and indirectly restored with composite resin and indirectly restored with ceramic materials. Am J Dent. 2002; 15 (6): 389-94.
9. Santos MJ, Bezerra RB. Fracture resistance of maxillary premolars restored with direct and indirect adhesive techniques. J Can Dent Assoc. 2005; 71: 585.
10. Desai PD, Das UK. Comparison of fracture resistance off teeth restored with ceramic inlay and resin composite: an *in vitro* study. Indian J Dent Res. 2011; 22 (6): 877.
11. Banditmahakun S, Kuphausuk W, Kanchanavasita W, Kuphasuk C. The effect of base materials with different elastic moduli on the fracture loads of machinable ceramic inlays. Oper Dent. 2006; 31: 180-187.
12. Isenberg BP, Essig ME, Leinfelder KF. Three years clinical evaluation of CAD/CAM restorations. J Esthet Dent. 1992; 4 (5): 173-176.
13. Wael ATT. Fracture resistance of molars restored with different types of ceramic partial coverage restorations. An *in vitro* study. (Thesis). Freiburg, Baden-Wurttemberg, Germany: Univ. Freiburg; 2003.
14. Habekost L de V, Camacho GB, Pinto MB, Demarco FF. Fracture resistance of premolars restored with partial ceramic restorations and submitted to two different loading stresses. Oper Dent. 2006; 31 (2): 204-211.
15. Habekost L de V, Camacho GB, Demarco FF, Powers JM. Tensile bond strength and flexural modulus of resin cements-influence on the fracture resistance of teeth restored with ceramic inlays. Oper Dent. 2007; 32: 488-495.
16. Cubas GB, Camacho GB, Pereira-Cenci T, Nonaka T, Barbin EL. Influence of cavity design and restorative material on the fracture resistance of maxillary premolars. Gen Dent. 2010; 58 (2): e84-88.
17. Ona M, Watanabe C, Igarashi Y, Wakabayashi N. Influence of preparation design on failure risks of ceramic inlays: a finite element analysis. J Adhes Dent. 2011; 13: 367-373.
18. Cubas GB, Habekost L, Camacho GB, Pereira-Cenci T. Fracture resistance of premolars restored with inlay and onlay ceramic restorations and luted with two different agents. J Prosthodont Res. 2011; 55 (1): 53-59.
19. Holberg C, Rudzki-Janson I, Wichelhaus A, Winterhalder P. Ceramic inlays: Is the inlay thickness an important factor influencing the fracture risk? J Dent. 2013; 41: 628-635.
20. Moscovich H, Roeters FJ, Verdonschot N, de Kanter RJ, Creugers NH. Effect of composite basing on the resistance to bulk fracture of industrial porcelain inlays. J Dent. 1998; 26 (2): 183-189.
21. Magne P. Composite resins and bonded porcelain: the postamalgamer? J Calif Dent Assoc. 2006; 34: 135-147.
22. Anusavice KJ. Phisical properties of dental materials. En: Phillips Science of Dental Materials. 10 edition Philadelphia Saunders WB Company, 1996; pp. 33-76.

Correspondencia:

Dr. Roberto Méndez Maya

Jesús Luna 425 Norte,
Col. Luna Luna, 89514,
Cd. Madero, Tamaulipas.
E-mail: rmendezm@uat.edu.mx