

Resistencia a la compresión de resinas compuestas a base de metacrilato y de silorano

Compressive strength of a silorane-based and a methacrylate-based composite resin

Presentado: 10 de julio de 2012

Aceptado: 13 de mayo de 2013

Alexander Fernández-Rodríguez^a, Anderson Fuentes-Claros^a, Diana Rocío Salcedo-Santamaría^a, Diego Noroña^b, José David Ruan-Antury^a, Eugenio José García^c, Wilmer Fabián Sepúlveda-Navarro^a

^aFacultad de Odontología, Universidad de Santiago de Cali, Colombia

^bFacultad de Odontología, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina

^cDepartamento de Materiales Dentales, Facultad de Odontología, Universidad de San Pablo, Brasil

Resumen

Objetivo: El objetivo de este estudio fue comparar la resistencia a la compresión de resinas compuestas a base de silorano y a base de metacrilato.

Materiales y métodos: Treinta muestras con formato de disco fueron confeccionadas insertando las resinas, de forma incremental, en una matriz de aluminio (10 mm de diámetro × 15 mm de alto). El tiempo de fotoactivación de cada incremento fue de 20 segundos (Filtek™ P60, 3M ESPE) y 40 segundos (Filtek™ P90, 3M ESPE), utilizando una lámpara de luz halógena a 500 mW/cm². Luego de ser almacenadas en agua destilada a 23 ± 2 °C y 50 ± 5% de humedad relativa durante 40 horas, las muestras

fueron sometidas al test de resistencia a la compresión, en una máquina de ensayos universal (1,3 mm/min). Los datos (en MPa) fueron analizados estadísticamente mediante ANOVA y prueba de Tukey ($\alpha=0,05$).

Resultados: Los valores de resistencia a la compresión de P60 fueron estadísticamente superiores a los de P90 (P60=371,91±58,76; P90=264,41±30,33).

Conclusión: La resina compuesta a base de silorano presentó los valores más bajos de resistencia a la compresión.

Palabras clave: Resistencia a la compresión, resinas compuestas, silorano.

Abstract

Aim: The objective of this study was to compare the compressive strength of a silorane-based and a methacrylate-based composite resin.

Materials and methods: Thirty disc-shaped specimens (n=15) were prepared using an aluminum matrix (10.0 mm diameter × 15.0 mm high) in which the materials were inserted incrementally. The curing time of each increment was 20 s (Filtek™ P60, 3M ESPE) and 40 s (Filtek™ P90, 3M ESPE) with a quartz-tungsten halogen light source at 500 mW/cm². After storage in distilled water at 23 ± 2 °C

and 50 ± 5% relative humidity during 40 h, the specimens' compressive strength was tested in compressive strength in an universal testing machine with a crosshead speed of 1.3 mm/min. Data (in MPa) was analyzed statistically by ANOVA and Tukey's test ($\alpha = 0.05$).

Results: Compressive strength values of P60 were statistically higher than P90 (P60=371.91±58.76; P90=264.41±30.33).

Conclusion: The silorane-based composite resin showed lower compressive strength values.

Key words: Compressive strength, composite resins, silorane.

Introducción

Debido al aumento de la demanda estética, el uso de técnicas adhesivas y resinas compuestas se ha convertido en la elección principal para restauraciones en el sector

posterior. Las resinas compuestas condensables o empaquables representan una alternativa óptima a la amalgama, en términos de desgaste promedio^{1,2} y mejora en la

resistencia para soportar las fuerzas oclusales y el estrés de la cavidad oral³⁻⁵. Tal como ha sido mencionado por Brandão *et al.*⁶, las propiedades mecánicas de estos materiales varían ampliamente, dependiendo de un delicado equilibrio entre el tipo, el tamaño, la forma y la concentración de partículas de relleno, así como también de la formulación crítica de la fase orgánica. La contracción de polimerización y el estrés generado son las principales desventajas de las resinas compuestas basadas en dimetacrilatos. Dichos factores pueden causar la inclinación de cúspides, fallas adhesivas o grietas en el esmalte, lo que lleva a la microfiltración, sensibilidad posoperatoria y caries secundaria^{7,8}. Desde un punto de vista clínico, la aplicación de incrementos de resina compuesta de hasta 2 mm ha demostrado ser eficaz para reducir al mínimo el desarrollo de estrés, no sólo en la interfase adhesiva, sino también entre las capas de la resina compuesta⁹.

Con el objetivo de mejorar las propiedades físicas, mecánicas y estéticas de los materiales restauradores, se están investigando constantemente nuevas tecnologías¹⁰. Recientemente ha sido introducida una resina compuesta conocida como silorano, con menos de 1% de contracción volumétrica, como otra opción para superar los problemas de las resinas compuestas basadas en dimetacrilatos, reduciendo la contracción de polimerización mediante el uso de componentes orgánicos de naturaleza diferente, como así también la densidad de sitios reactivos por unidad de volumen⁷. El sistema de monómeros presentes en los siloranos se obtiene de la reacción de las moléculas de siloxano y oxirano, y su polimerización se basa en la apertura de anillo de oxirano catiónico, seguida por la adición de otros monómeros de oxirano, que forman una red con características hidrófugas⁷. Ilie *et al.*^{11,12} mostraron que las propiedades mecánicas del material compuesto basado en silorano son comparables con materiales compuestos basados en metacrilato, clínicamente exitosos. Debido a su fácil manejo y a sus características de viscosidad, los compuestos de silorano también fueron propuestos para su uso con la técnica incremental¹³. Sin embargo, ha sido demostrado que el compuesto de silorano tiene propiedades de unión ligeramente inferiores entre las capas incrementales que los compuestos convencionales de dimetacrilato, y que la reactividad química entre las capas del material compuesto es dependiente del tiempo¹⁴. Para validar la técnica de estratificación, se precisan más investigaciones que relacionen las propiedades mecánicas de las resinas compuestas de silorano. El objetivo de este estudio fue evaluar la resistencia a la compresión de cilindros de resinas compuestas a base de silorano y de metacrilato.

Materiales y métodos

Se utilizaron una resina compuesta a base de silorano (Filtek™ P90, 3M ESPE, St. Paul, MN, Estados Unidos) y una resina compuesta a base de dimetacrilato (Filtek™ P60, 3M ESPE, St. Paul, Estados Unidos). La composición y el número de lote de cada material se registran en la Tabla 1. Se prepararon quince muestras cilíndricas de cada material, utilizando un molde de aluminio (10 mm de diámetro × 15 mm de altura), de acuerdo con la norma ASTM D695:2002 para las propiedades de compresión de plásticos rígidos¹⁵. El molde fue colocado sobre una placa de vidrio y se llenó en 8 incrementos de aproximadamente 2 mm de espesor. Cada incremento de resina compuesta P60 y P90 fue fotoactivado, respetando las instrucciones del fabricante, con fuente de luz halógena de cuarzo-tungsteno (QTH) (Optilux 501; Kerr-Demetron, Orange, CA, Estados Unidos), programada en 500 mW/cm², durante 20 y 40 segundos, respectivamente. Después de la inserción del último incremento, se colocaron por arriba una tira de poliéster y una placa de vidrio, a fin de asegurar una superficie lisa y no tener exceso de material. La última fotopolimerización fue realizada a través de este conjunto. La potencia de la fuente de QTH se verificó mediante un radiómetro dental (Modelo 100, Kerr-Demetron, Orange, CA, Estados Unidos), cada dos muestras.

Las muestras fueron almacenadas en agua destilada, en recipientes herméticos, a 23 ± 2 °C y $50 \pm 5\%$ de humedad relativa, durante 40 horas. Luego se colocaron en una máquina de ensayo universal (Serie 5860, Goodbrand, Reino Unido), posicionando las caras planas entre placas paralelas y alineadas en el centro de la célula de carga, tan recta como fue posible, a fin de asegurar la dirección deseada de las fuerzas de compresión, a una velocidad de 1,3 mm/min, hasta producirse la fractura. Los valores de resistencia a la compresión (RC) se expresaron en megapascal (MPa), y los datos fueron analizados estadísticamente por ANOVA, seguido del test de Tukey. El nivel de significancia se fijó en 5%.

Resultados

El promedio y la desviación estándar de la resistencia a la compresión (MPa), así como su comparación con la prueba de Tukey, pueden observarse en la Tabla 2. El ANOVA mostró diferencias significativas entre los grupos ($P < 0,05$).

Discusión

Las resinas compuestas empacables o de alta densidad se comercializan ampliamente como sustitutos de

amalgama, principalmente por sus propiedades de manejo y las similitudes de desgaste oclusal. Unas de las desventajas más importantes de estos materiales son la contracción de polimerización, la profundidad de curado con luz y la pérdida de lisura superficial⁹. Aunque las partículas más grandes de relleno están incluidas en un intento de disminuir la contracción de polimerización de las resinas condensables, varios estudios “in vitro” han demostrado que sus propiedades físicas son similares a las resinas convencionales¹. Por otro lado, en los estudios que evaluaron el rendimiento clínico de la resina condensable Filtek P-60, se demostró un excelente desempeño a 1¹⁶, 3¹⁷ y 6 años¹⁸.

Como fue mencionado por Ersoy *et al.*, las propiedades mecánicas de las resinas compuestas pueden determinarse a partir de dos factores: la naturaleza del material restaurador (tipo, tamaño y contenido de partículas inorgánicas¹⁹; composición de la matriz resinosa²⁰ y el silano como agente de acoplamiento⁷) y el procedimiento de aplicación (técnica de estratificación y eficacia de la polimerización).

Tanto P60 como P90 son resinas compuestas microhíbridas, recomendadas para restauraciones estéticas posteriores. Los valores significativos más bajos de RC de la resina a base de silorano pueden estar relacionados con la cantidad de carga inorgánica. P90 tiene 6% menos de carga inorgánica que P60, 1% menos de lo recomendado para las restauraciones posteriores, según lo sugerido por Wilson *et al.*²¹ De acuerdo con Ersoy *et al.*²², partículas de carga inorgánica más grandes pueden actuar para reforzar el material compuesto a base de metacrilato. También sugieren que los otros componentes de las resinas compuestas –tales como el agente de enlace (silano) y la matriz orgánica– pueden influir en el comportamiento mecánico. La capa de silano modificado con funcionalidad epoxi juega un papel importante en el aumento de la hidrofobicidad de las partículas de carga, y refuerza su unión con la matriz de resina⁷.

Aunque Weinman *et al.*⁷ no mostraron diferencias estadísticamente significativas en la resistencia a la compresión de materiales compuestos a base de metacrilato y de silorano, los datos de la resistencia derivaron de polimerización en bloque de la resina compuesta analizada. La técnica incremental de resinas compuestas a base de silorano en restauraciones posteriores fue propuesta por Araujo *et al.*¹³ como alternativa para restaurar contorno, color y anatomía original de los dientes, con

procedimientos de acabado mínimos. Como han demostrado Tezvergil-Mutluay *et al.*¹⁴, en la técnica incremental de resinas a base de silorano las propiedades de adhesión son las mismas que en las resinas compuestas convencionales de dimetacrilato. Estos autores sugieren que la CIO (capa inhibida por oxígeno) está presente en la capa superficial de las primeras, y que la unión entre las capas sucesivas depende de la reactividad de la resina compuesta, la cual disminuye con el tiempo. Contrariamente, Shawkat *et al.*²³ concluyeron que incrementos múltiples colocados sobre material fresco no disminuyen la resistencia de la unión entre las capas, debido a la acción combinada de la concentración de radicales y a la presencia de una capa inhibida por oxígeno, que proporciona un efecto sinérgico significativo. Se sugirió también que la técnica incremental es más propensa a imperfecciones superficiales tales como grietas, burbujas y defectos relacionados, que pueden influir en la resistencia de la resina compuesta a base de silorano.

La profundidad de curado se relaciona con las propiedades mecánicas de los materiales dentales fotopolimerizables, y está influida por varios factores, como el tipo de unidad de curado, la potencia de salida y la distancia entre la punta de la unidad y el material a fotopolimerizar. Ilie y Hickel¹¹ demostraron que la radiación disminuye considerablemente cuando aumenta la distancia entre las superficies de la muestra y la punta de la unidad de curado, variando entre el 10-17% de la irradiación total, dependiendo del tipo de punta de la unidad de curado. Aunque en el presente estudio se utilizó un molde de 15 mm de altura metálico para la confección de las muestras de resina compuesta, y sólo la parte superior fue expuesta a la luz visible, nuestros resultados son similares a los obtenidos por Lien y Vandewalle⁸, cuyas muestras se irradiaron a cada lado, alcanzando un total de 80 segundos de fotoactivación.

Conclusión

Dentro de los límites de este estudio, podemos concluir que la resistencia a la compresión de una resina compuesta a base de silorano es menor que en la de la resina a base de metacrilato.

Los autores agradecen a la empresa 3M ESPE por proveer los materiales empleados en esta investigación y declaran no tener conflictos de interés con los productos mencionados.

Tabla 1. Materiales empleados en este estudio.

Resina compuesta	Tipo	Composición	Carga inorgánica en volumen (%)	Tamaño carga μm (promedio)	Lote
Filtek P60	Condensable micro-híbrida	Bis-GMA, UDMA, Bis-EMA, sílice-zirconia.	61	0,01-3,5 (0,6)	8AN
Filtek P90	Micro-híbrida	ECHCPMS, cuarzo silanizado; fluoruro de itrio.	55	0,1-2,0 (0,47)	9BY

Referencias: BisGMA: bisfenol-A glicol dimetacrilato; UDMA: uretano dimetacrilato; Bis-EMA: bisfenol-A hexaetoxilado dimetacrilato; ECHCPMS: 3,4-epoxiciclohexilciclopolimethylsiloxane.

Tabla 2. Valores (MPa) de resistencia compresiva (promedio \pm desviación estándar) para los grupos experimentales.

Grupo	Promedio (desviación estándar)*
P-60	371,91 (58,76) A
P-90	264,41 (30,33) B

* Acompañados de letras mayúsculas diferentes indican significancia estadística ($P < 0,001$)

Referencias

- Cobb DS, MacGregor KM, Vargas MA, Denehy GE. The physical properties of packable and conventional posterior resin-based composites: a comparison. *J Am Dent Assoc* 2000;131:1610-5.
- Jackson RD. Indirect resin inlay and onlay restorations: a comprehensive clinical overview. *Pract Periodontics Aesthet Dent* 1999;11:891-900.
- Leinfelder KF, Radz GM, Nash RW. A report on a new condensable composite resin. *Compend Contin Educ Dent* 1998;19:230-7.
- Arisu HD, Uçtasli MB, Eligüzeloğlu E, Özcan S, Omürlü H. The effect of occlusal loading on the microleakage of class V restorations. *Oper Dent* 2008;33:135-41.
- Campos PE, Barceiro Mde O, Sampaio-Filho HR, Martins LR. Evaluation of the cervical integrity during occlusal loading of Class II restorations. *Oper Dent* 2008;33:59-64.
- Brandão L, Adabo GL, Vaz LG, Saad JR. Compressive strength and compressive fatigue limit of conventional and high viscosity posterior resin composites. *Braz Oral Res* 2005;19:272-7.
- Weinmann W, Thalacker C, Guggenberger R. Siloranes in dental composites. *Dent Mater* 2005;21:68-74.
- Lien W, Vandewalle KS. Physical properties of a new silorane-based restorative system. *Dent Mater* 2010;26:337-44.
- Ferracane JL. Buonocore Lecture. Placing dental composites — a stressful experience. *Oper Dent* 2008;33:247-57.
- Silva CM, Dias KR. Compressive strength of esthetic restorative materials polymerized with quartz-tungsten-halogen light and blue LED. *Braz Dent J* 2009;20:54-7.
- Ilie N, Hickel R. Silorane-based dental composite: behavior and abilities. *Dent Mater J* 2006;25:445-54.
- Ilie N, Hickel R. Macro-, micro- and nano-mechanical investigations on silorane and methacrylate-based composites. *Dent Mater* 2009;25:810-9.
- Araujo EM Jr, De Goes MF, Chan DC. Utilization of occlusal index and layering technique in class I silorane-based composite restorations. *Oper Dent* 2009;34:491-6.
- Tezvergil-Mutluay A, Lassila LV, Vallittu PK. Incremental layers bonding of silorane composite: the initial bonding properties. *J Dent* 2008;36:560-3.
- ASTM D695:2002. Standard Test Method for Compressive Properties of Rigid Plastics. American Society for Testing and Materials, 2002.
- De Souza FB, Guimarães RP, Silva CH. A clinical evaluation of packable and microhybrid resin composite restorations: one-year report. *Quintessence Int* 2005;36:41-8.
- Loguercio AD, Reis A, Hernández PA, Macedo RP, Busato AL. 3-year clinical evaluation of posterior packable composite resin restorations. *J Oral Rehabil* 2006;33:144-51.
- Kiremitci A, Alpaslan T, Gurgan S. Six-year clinical evaluation of packable composite restorations. *Oper Dent* 2009;34:11-7.

19. Willems G, Lambrechts P, Braem M, Vanherle G. Composite resins in the 21st century. *Quintessence Int* 1993;24:641-58.
20. Asmussen E, Peutzfeldt A. Influence of UEDMA BisGMA and TEGDMA on selected mechanical properties of experimental resin composites. *Dent Mater* 1998;14:51-6.
21. Wilson NHF, Dunne SM, Gainsford ID. Current materials and techniques for direct restorations in posterior teeth. Part 2: resin composite systems. *Int Dent J* 1997;47:185-93.
22. Ersoy M, Civelek A, L'Hotelier E, Say EC, Soyman M. Physical properties of different composites. *Dent Mater J* 2004;23:278-83.
23. Shawkat ES, Shortall AC, Addison O, Palin WM. Oxygen inhibition and incremental layer bond strengths of resin composites. *Dent Mater* 2009;25:1338-46.

Contacto:

EUGENIO JOSÉ GARCÍA

eugenegarcia11@hotmail.com

Av. Lineu Prestes, 2227, Ciudad Universitaria
CEP 05508-000, San Pablo, Brasil