

ESTUDIO *IN VITRO* DE LA MICRODUREZA SUPERFICIAL EN RESINAS COMPUESTAS DE METACRILATO Y SILORANO

IN VITRO STUDY OF SUPERFICIAL MICROHARDNESS IN METHACRYLATE AND SILORANE COMPOSITES

Yeni Salas-Castro^{1,a}, Felipe Lozano-Castro^{1,b}

RESUMEN

Objetivo. Evaluar la microdureza superficial *in vitro* de dos materiales restauradores; una resina de metacrilato Filtek® Z350 XT y una resina de silorano Filtek® P90. **Materiales y métodos.** Estudio prospectivo, transversal y experimental donde se elaboraron diez cilindros de 6 mm de diámetro por 6 mm de altura de cada uno de los materiales en estudio, siendo polimerizadas por una lámpara LED a 40 segundos, para luego ser almacenadas en agua destilada a 37 °C durante 24 h. Se realizó la medición de la microdureza de todas las muestras con un microdurómetro aplicando una carga de 500 g por diez segundos para, finalmente, ser observados en un microscopio a 20x. Los datos fueron analizados por la prueba t de Student con un nivel de significancia de 5%. **Resultados.** El grupo de resina de metacrilato Z350 XT presentó una microdureza superficial media + desviación estándar de 86,40 + 1,29 kg/mm², mientras que en el grupo de la resina de silorano P90 fue de 84,64 + 1,27 kg/mm², estas diferencias fueron significativas (p=0,007). **Conclusiones.** La resina de metacrilato presentó mayor microdureza superficial que la resina de silorano. KIRU. 2014;11(1):69-73.

Palabras clave: Dureza, resinas compuestas, materiales dentales, bisfenol A glicidil metacrilato, resinas de silorano (Fuente: DeCS BIREME).

ABSTRACT

Objective. To evaluate the *in vitro* surface microhardness from two restorative materials; Filtek® Z350 XT methacrylate and Filtek® P90 silorane resins. **Materials and methods.** Prospective, cross-sectional experimental study, ten cylinders were elaborated of 6mm diameter by 6mm high for each one of the materials used in this study, light-cured by LED during 40 seconds to then be stored in distilled water at 37 degrees Celsius for 24 hours. Microhardness measurement was reach at all samples with a microdurometer applying a loading of 500g by 10 second, finally samples were observed in a microscope at 20x magnification. The data were subjected to the student t-test with a confidence level at 95%. **Results.** The results showed that group of methacrylate composite Z350 XT had a superficial microhardness average of 86.40 Kg/mm², while the group of silorane composite P90 showed microhardness average of 84.64 Kg/mm². The data showed p = 0.007 being statistically significant, between composites observed. **Conclusions.** Concluding that methacrylate composite presented higher microhardness value instead of silorane composite. KIRU. 2014;11(1):69-73.

Key words: Hardness, composite resins, dental materials, bisphenol A-glycidyl methacrylate, silorane resins. (Fuente: MeSH NLM).

¹ Facultad de Odontología, Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima, Perú.

^a Cirujano dentista.

^b Magíster en Estomatología. Especialista en rehabilitación oral. Docente.

Correspondencia:

Yeni Salas

Dirección: Calle 8, Coop. Pachacutec Mz S Lt 34. Distrito Santa Anita. Lima-Perú. Teléfono: 998829498

Correo electrónico: yenimer_1224@hotmail.com

INTRODUCCIÓN

Las resinas compuestas se introdujeron en la década de 1960 como una alternativa a las resinas acrílicas y cementos de silicato. Como el rendimiento del compuesto ha mejorado, junto con la creciente demanda de perfección estética, los odontólogos recomiendan usar compuestos con base en la resina pues presentan una gran biocompatibilidad y mejores propiedades físicas, como el aumento de la resistencia al desgaste y mayor dureza superficial, ya que están formadas por nanopartículas, así como por rellenos de metal cerámico, lo que mejora su superficie, y facilita el modelado y pulido final con un mejor acabado estético⁽¹⁾.

Para alcanzar éxito en su desempeño clínico, estos materiales presentan larga durabilidad, la cual es fuertemente influenciada por las características intrínsecas de los materiales y también por el ambiente al que son expuestos. El comportamiento de los materiales depende en gran medida de sus partículas de carga en relación a la cantidad (porcentaje en volumen o en peso), composición, dimensión y forma^(1,2).

Se han presentado numerosos estudios que han aportado al desarrollo de diferentes tipos de resinas compuestas, estas se convirtieron en uno de los principales objetos de estudio de los materiales dentales, se intenta mejorar las características físicas, tanto estéticas como

mecánicas, tratando de controlar factores adversos como su contracción de polimerización, inherente a su naturaleza química^(3,4).

La formulación de resinas basadas en metacrilato generalmente comprende monómeros como Bis-GMA (bisfenol A-glicidil metacrilato), UDMA (dimetacrilato de uretano) y TEGDMA (trienglicol dimetacrilato); los cuales sufren cambios dimensionales durante la polimerización⁽⁵⁾.

Es así como se desarrolló un nuevo sistema de restauración basado en la química del silorano llamado Filtek® P90, que utiliza un agente adhesivo exclusivo de autograbado con el cual se garantiza un volumen de contracción menor al 1% y mejora su fuerza cohesiva según el fabricante. El silorano, que reemplaza a los monómeros convencionales de metacrilato, está compuesto por siloxano y oxirano, que son moléculas hidrófobas y de baja contracción respectivamente⁽⁶⁻⁹⁾.

Además de resolver el problema de la contracción, se busca un material cuyas propiedades mecánicas sean similares al de la estructura dental para poder garantizar una restauración que responda sobre todo a las necesidades físicas del sistema estomatognático y que no solo responda a las necesidades estéticas. Es en esta búsqueda que se requiere más investigación, sobre todo en los materiales de reciente lanzamiento y que poseen avances en su estructura química. Debido a esto, es im-

portante comparar el comportamiento de las resinas de metacrilato y silorano frente al desgaste para así poder determinar cuál presenta mayor dureza y, por lo tanto, un mejor pronóstico en boca.

El objetivo del presente trabajo fue evaluar la microdureza superficial de la resina compuesta de metacrilato Z350 XT respecto a la resina de silorano P90.

MATERIALES Y MÉTODOS

Estudio de tipo prospectivo, transversal y experimental. Se tomó una muestra intencional de 20 bloques cilíndricos de 6 mm de diámetro por 6 mm de altura, de los cuales diez fueron elaborados con resina a base de metacrilato Filtek® Z350 XT color A2 (3M-ESPE, USA) y diez bloques con resina a base de silorano Filtek® P90 color A2 (3M-ESPE, USA). Los bloques fueron distribuidos en dos grupos según el material (diez en cada grupo).

La elaboración de las probetas para prueba de ensayo de dureza superficial, se basó en la norma ISO 4049: 2009 "Materiales de restauración y pruebas mecánicas", establecidas para materiales poliméricos.

Se elaboraron 20 probetas distribuidas de la siguiente manera: diez elaboradas con la resina de metacrilato (Filtek® Z350 XT, 3M ESPE, USA) y diez elaboradas con la resina de silorano (Filtek® P90, 3M ESPE, USA) en horario diurno con iluminación artificial y con la temperatura de ambiente evaluada. La temperatura del ambiente de trabajo fue registrada con un termómetro ambiental (Nahita, China), la cual tuvo un promedio de 24 °C.

Antes de iniciar la preparación de la probeta se midió la intensidad lumínica de la lámpara LED (Optilight Max, Gnatus; Brasil) con un radiómetro y se registró una intensidad promedio de 1200 mW/cm².

El molde empleado para preparar la probeta fue un tubo de plástico de anestesia, en su diámetro externo se fijó una cinta adhesiva transparente de 6 mm de altura que fue previamente calibrada cada 2 mm, la cual servía de referencia para colocar los incrementos de resina. Se utilizó acrílico transparente y el émbolo de una jeringa de tuberculina como base de la probeta y como émbolo del molde plástico.

El tiempo de polimerización de las resinas compuestas fue establecido siguiendo las instrucciones del fabricante. Antes de polimerizar el último incremento de resina se colocó una cinta celuloide y sobre ella una lámina portaobjeto, la cual sirvió de punto de apoyo para aplicar presión digital y eliminar el material en exceso consiguiendo así una superficie plana y paralela a la base, luego se retiró la lámina portaobjeto y se procedió a polimerizar el último incremento de la probeta.

La probeta fue retirada del molde y se procedió a codificarla y numerarla en la cara inferior para su posterior almacenamiento. Después de retirar la probeta, la lon-

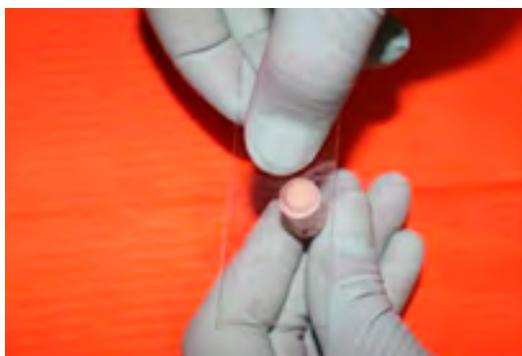


Figura 1. Colocación de la resina en el molde para luego ser fotocurada



Figura 2. Medición de la dureza con el microdurómetro (ZHV Zwick Roell, Alemania)

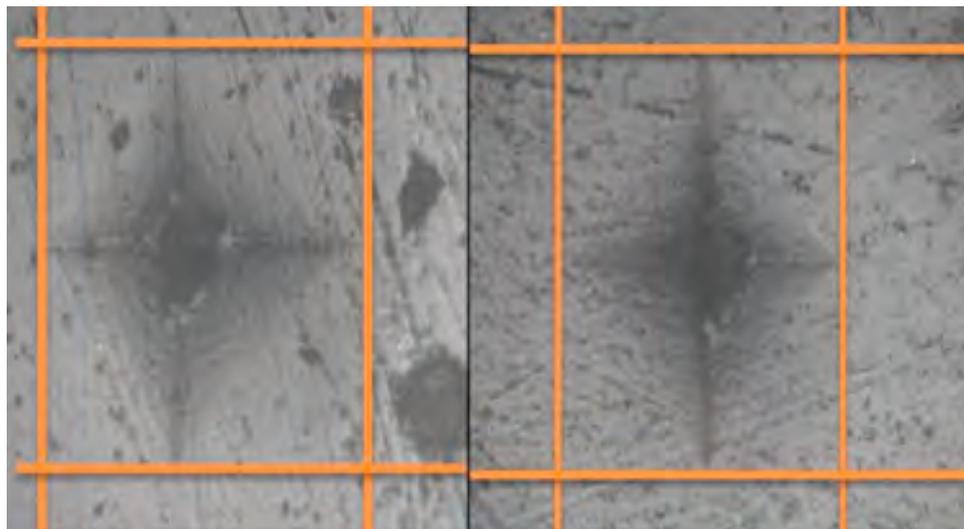


Figura 3.

- Indentación de la resina de metacrilato

- Indentación de la resina de silorano

gitud del molde fue verificada con un calibrador Vernier Digital para una distancia de 6 mm de altura para todas las probetas (Figura 1).

Posteriormente, las probetas fueron pulidas (0 a 15 min después de su fotopolimerización). Se realizó con pulido y brillado a espejo, para retirar una posible capa inhibida que generaría menor dureza y bajo grado de conversión. Para el pulido de las probetas se utilizaron discos de pulido cubiertos con óxido de aluminio (Sof-Lex®, 3M ESPE, USA), siguiendo las instrucciones del fabricante y utilizando los discos desde el grano grueso hasta el grano superfino con un intervalo de 20 s para cada disco.

Posterior al pulido, las probetas fueron almacenadas en agua destilada a 37 °C en una estufa (W30 Vor Offnen Netzcker, Alemania) durante 24 h, para luego proceder a realizar los ensayos de dureza.

Una vez culminado el tiempo de almacenamiento se procedió a realizar el ensayo de dureza Vickers en el laboratorio de materiales de la Facultad de Ingeniería Mecánica de la Pontificia Universidad Católica del Perú, según las instrucciones y normas del microdurómetro digital (ZHV Zwick Roell, Alemania) cuyo protocolo de prueba está acorde a la norma E-384 de la ASTM.

Tabla 1. Microdureza superficial de la resina de metacrilato Z350 XT

Variable	n	Media	D.E.*	Mediana	Mínimo	Máximo
Dureza (hv)	10	86,40	1,29	86,00	85,20	89,60

* D.E.= Desviación estándar

Tabla 2. Microdureza superficial de la resina de silorano P90

Variable	n	Media	D.E.*	Mediana	Mínimo	Máximo
Dureza (hv)	10	84,64	1,27	84,60	82,40	86,40

* D.E.= Desviación estándar

Tabla 3. Comparación de la microdureza superficial entre la resina de metacrilato y silorano

Resina	n	Media	D.E.*	t	valor p
Metacrilato	10	86,40	1,29	3,07	0,007
Silorano P90	10	84,64	1,27		

* D.E.= Desviación estándar

En cada muestra se realizaron cinco indentaciones en cinco puntos diferentes bajo una carga de 500 g-f por diez segundos, el valor de microdureza superficial se determinó midiendo las diagonales de cada hendidura con un microscopio de 20x y que se registró en micras, este valor se trasladó a un *software* proporcionado por el fabricante del durómetro, donde se obtuvo de manera directa el valor de dureza superficial de cada indentación expresada en HV (Hardness Vickers) (Figura 2).

Se tomaron microfotografías de las indentaciones que se realizaron en las superficies de las probetas, con la ayuda de un microscopio electrónico de 20x propio de la máquina de indentación para ensayos de dureza Vickers. Los valores de la microdureza obtenidos fueron transcritos en una ficha elaborada para este estudio (Figura 3).

Los datos obtenidos fueron procesados mediante métodos estadísticos con el paquete STATA V12 Copyright 1985-2011 StataCorp LP. Se realizaron cálculos de media, desviación estándar, tolerancia y grados de libertad para determinar si es que había una variación significativa entre las medidas de microdureza de los dos materiales evaluados. Se usó la prueba t de Student para el análisis diferencial.

RESULTADOS

Luego de someter los bloques de resina al durómetro, se observó que el grupo de resina de metacrilato Z350 XT presentó una microdureza superficial media de 86,40 kg/mm², siendo el valor mínimo 85,20 kg/mm² y el valor máximo 89,60 kg/mm² (Tabla 1).

El grupo de la resina de silorano P90 presentó una microdureza media de 84,64 kg/mm², siendo el valor mínimo 82,40 kg/mm² y el valor máximo 86,40 kg/mm² (Tabla 2).

Mediante la prueba estadística t Student se aceptó la hipótesis planteada: la microdureza superficial de la resina compuesta de metacrilato Z350 XT es mayor que la de resina compuesta de silorano P90 (Tabla 3).

DISCUSIÓN

Las necesidades estéticas del paciente muchas veces han conducido al clínico a realizar restauraciones con resinas compuestas aun en superficies que soportarán directamente la acción de grandes cargas masticatorias, especialmente las caras oclusales de los dientes posteriores a nivel de las cúspides de trabajo y las funcionales del sector anterior, sin embargo, el alto nivel de desgaste que estas presentan, producto de la carga que recae sobre ellas en muchos casos podría conllevar a la disminución de la dimensión vertical y afectar el equilibrio del sistema estomatognático.

Este estudio tuvo como objetivo medir la dureza de dos tipos diferentes de resinas compuestas y a su vez compararlas. Se determinó que la dureza es útil para analizar la resistencia a la indentación de la resina, que puede re-

lacionarse con su resistencia al desgaste y su capacidad de pulido y brillado.

Una dificultad en la medición de la indentación en la superficie durante la prueba de dureza Vickers, se debe a que las partículas de relleno expuestas sobre la sección o el espécimen causan reflexión de la luz. Consecuentemente, para la rutina de prueba, la indentación se hace generalmente sobre una superficie polimerizada, lisa, tersa y brillante ⁽⁴⁾.

De acuerdo con los datos obtenidos en este trabajo, se pudo establecer que existen diferencias significativas en la dureza superficial entre la resina Z350 XT y silorano P90 (Tabla 3). Estos resultados son similares con los estudios realizados por Wen *et al.* (2010), donde encontraron que la resina basada en silorano Filtek® P90 tuvo menor microdureza respecto a otras cinco resinas basadas en metacrilato: un compomer, giomer, nanocompuesto, híbrido y microhíbrido lo que podría atribuirse a la fracción reducida de relleno volumétrico del sistema basado en silorano (55%), afirmando que aumentando el contenido volumétrico de partículas inorgánicas, y modificando el tipo, la química, la morfología y el tamaño de la partícula se puede generar un aumento en la dureza, ya que un grado de conversión elevado de los compuestos a base de metacrilato es directamente proporcional al aumento de la dureza superficial ⁽¹⁰⁾.

Otro estudio que ratificó los resultados de esta investigación fue la de Poggio *et al.* (2012) donde se evaluó la microdureza respecto al tiempo y grado de polimerización de silorano Filtek® P90 frente a resinas de metacrilato tres microhíbridas (Esthet.X HD, Amaris, Filtek Silorane), dos nanohíbridas (Grandio, Ceram-Xmono) y un nanorelleno (Filtek Supreme XT), donde se obtuvo un menor valor en dureza en la P90, argumentando que los resultados no dependieron de la polimerización sino que fueron generalmente dependientes del material evaluado, especialmente con respecto a las características del relleno. Además, encontraron que el tiempo de curado no afectó los valores de dureza ⁽¹¹⁾.

Las investigaciones han demostrado que los valores de dureza son influenciados principalmente por el material, el tipo de partícula, su distribución dentro de la matriz y su porcentaje en peso. Bechtold *et al.* (2012) evaluaron la microdureza de composites a base de silorano Filtek® P90 y Filtek® P60 encontrando que los valores de dureza observados en la P60 fueron significativamente mayores que los de Filtek P90, independientemente del método de fotoactivación, ellos atribuyeron este resultado debido a que la concentración de partículas de relleno en la P90 fue de 76% en peso y en la P60 de 83% ⁽¹²⁾. Este estudio corroboró sus resultados, concluyendo que la resina Z350 XT con un porcentaje en peso de 78,6 obtuvo mayores valores de dureza respecto a la P90 cuyo porcentaje en peso es 76%.

Baldión *et al.* (2010) realizaron un estudio de microdureza encontrando que la dureza de la resina Z250 fue

mayor que la P60® y la P90®, quizá debido a su mayor tamaño promedio de las partículas de relleno inorgánico, y al tipo de partícula constituida por sílice amorfa, que puede comportarse diferente a las partículas de cuarzo cristalino que se encuentran en la resina P90⁽⁷⁾. Según Peutzfield, el cuarzo tiene la ventaja de ser químicamente inerte, pero es difícil su trituración para producir partículas finas, esto hace que los compuestos que contienen cuarzo sean más difíciles de pulir y pueden causar mayor abrasión en los dientes o restauraciones antagonistas⁽¹³⁾. Ambas investigaciones concuerdan con los resultados obtenidos en este estudio donde la resina de metacrilato Z350 XT está compuesta de sílice a diferencia de la resina de silorano P90 que contiene cuarzo, lo que explicaría también el mayor valor de microdureza de la resina Z350 XT respecto a la resina basada en silorano.

Este estudio dio resultados similares a estudios teóricos y experimentales anteriores, que demostraron que las resinas compuestas a base de metacrilato con partículas de carga de tamaño nanométrico muestran un mayor valor de microdureza, comparable con los sistemas de restauración híbridos. La resina a base de silorano a pesar de tener el menor porcentaje de relleno volumétrico en comparación con resinas a base de metacrilato, posee una menor contracción volumétrica debido a su reacción foto-catiónica de apertura de anillo que conduce a una formación amplia de redes poliméricas, este beneficio en la física del grado de conversión posee aún efectos desconocidos sobre la dureza superficial del material.

En conclusión, la microdureza superficial fue mayor en la resina de metacrilato Z350 XT respecto a la resina de silorano P90.

FUENTE DE FINANCIAMIENTO

Autofinanciado

CONFLICTOS DE INTERÉS

Los autores declaran no tener conflictos de interés en la publicación de este artículo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Anusavice KJ, Phillips. Ciencia de los materiales dentales. 11 ed. Madrid (España): Elsevier Imprint; 2004.
2. Craig- O'Brien-Powers. Materiales dentales. Propiedades y manipulación. 6ta ed. Argentina: Mosby/Doyma Libros S.A.; 1996.
3. Astorga C, Bader M, Baeza R, Ehrmantraut M, Ribera C, Vergara J. Texto de biomateriales odontológicos. 1 ed. Chile: facultad de odontología Universidad de Chile. 1996.
4. Ehrmantraut M., Bader M. Unidad de Resina Compuestas. Área de Biomateriales Odontológicos. Chile; 2000.
5. Barrancos MJ. Operatoria Dental Integración Clínica. 4ta ed. Buenos Aires: Editorial Panamericana; 2006.
6. Bosquiroli V. Propriedades mecânicas e resistência da união de resinas compostas com matriz de silorano ou com nanopartículas. [Teses Doutoral]. Piracicaba, SP: Programa de Pós-Graduação em Materiais Dentários; 2011.
7. Baldion EA, Vaca HD, Alvarez SC, Agaton MD. Estudio Comparativo de las Propiedades Mecánicas de diferentes tipos de resina compuesta. Revista colombiana de investigación odontológica. 2011;1(3):45-50.
8. Ferreira IA. Avaliação da microdureza à base de metacrilato e silorano fotopolimerizadas com fontes de luz halógena e LED, em diferentes profundidades. (Teses Doutoral). Mato Grosso do Sul: Universidade Federal de Mato Grosso do Sul; 2010.
9. Sierra GL, Cuello MS, Arango SS, Ochoa AE. Evaluación de la microdureza de la resina Filtek TM Silorane para restauración de dientes posteriores. Revista Nacional de Odontología. 2011; 6(11).
10. Lien W, Vandewalle KS. Physical properties of a new silorane-based restorative System. Dent Mat. 2010; 26(4):337-44
11. Poggio C, Lombardini M, Gaviati S, Chiesa M. Evaluation of Vickers hardness and depth of cure of six composite resins photo-activated with different polymerization modes. Rev. J Conserv Dent. 2012; 15(3): 237-241.
12. Bechtold J, Dos Santos PJ, Anido-Anido A, Di Hipólito V, Alonso RC, D'Alpino PH. Hardness, polymerization depth, and internal adaptation of Class II silorane composite restorations as a function of polymerization protocol. Eur J Dent. 2012;6 (2):133-40.
13. Peutzfieldt A. Resin composites in dentistry: the monomer systems. Eur J Oral Sci. 1997;105:97-116.

Fecha de recepción: 19 de marzo de 2014

Fecha de aprobación: 09 de mayo de 2014

Citar como: Salas-Castro Y, Lozano-Castro F. Estudio *in vitro* de la microdureza superficial en resinas compuestas de metacrilato y silorano. KIRU. 2014;11(1): 69-73.