

ESTUDIO DE LA PROFUNDIDAD DE CURADO, ABSORCIÓN Y SOLUBILIDAD EN AGUA DE COMPOSITES DENTALES FOTOPOLIMERIZABLES

Y. Veranes, R. Krael, D. Correa, R. Álvarez

Centro de Biomateriales. Universidad de La Habana. CP 10400. Ciudad de La Habana. Cuba

Email: yaima@biomat.uh.cu

RESUMEN

En el presente trabajo se estudian la profundidad de curado, absorción y solubilidad en agua de tres composites dentales fotopolimerizables.

Los composites fueron preparados usando como matrices combinaciones de 2-bis-(p-(2-hidroxi-3-metacriloxipropoxi)fenil) [propano (Bis-GMA)/ dimetacrilato de tetraetilenglicol (DMATEEG)], [Bis-GMA/ -metacriloxipropil trietoxisilano (-MPS)], [Bis-GMA/ DMATEEG/ MPS]. Como relleno se utilizó la combinación de cuarzo (yacimiento "El Cacahual") y aerosil 200. La resina Charisma® fue utilizada como material de referencia.

La determinación de la profundidad de curado, absorción y solubilidad en agua se realizó según procedimiento descrito en la norma ISO 4049:2000.

Los composites preparados con los sistemas monoméricos Bis-GMA/ DMATEEG y Bis-GMA/ DMATEEG/ MPS presentaron valores adecuados de profundidad de curado, absorción y solubilidad.

Palabras claves: composites dentales, profundidad de curado, absorción, solubilidad

ABSTRACT

The aim of this study was to prepare three light-cured dental composites and to determinate depth of cured, water absorption and solubility.

The experimental composites were prepared from mixtures of 2, 2 bis [4-(2-hidroxy 3-metacriloxipropoxi) phenyl] propane (Bis-GMA)/ tetraethyleneglycol dimethacrylate (TEEGDMA), Bis-GMA/ 3-methacryloxypropyl trimethoxysilane (MPS) and Bis-GMA/TEEGDMA/MPS, as organic matrixes and hybrid filler consisting of quartz and Aerosil 200. The initiation system was based on the pair Camphorquinone/ N, N dimethylaminoethylmethacrylate (DMAEMA). The experimental composites and a commercial dental composite used as reference (Charisma®) were submitted to determinations of depth of cure, water absorption and solubility according to the indications of the ISO 4049 standards.

The experimental resin based on the system Bis-GMA/TEEGDMA/quartz-Aerosil 200 showed the best performance in regards to depth of cure and solubility in water.

Key words: light-cured, dental composites, depth of cure, absorption, solubility



SOCIBIO
SOCIEDAD CUBANA
DE BIOINGENIERÍA



ICID
Instituto Central
de Investigación Digital

Bioingeniería y Física Médica Cubana
ISSN-1606-0563

1. INTRODUCCIÓN

Las resinas compuestas fotopolimerizables tienen la ventaja de presentar buena estética y son hábiles para enlazarse a la estructura del diente. El uso de estos materiales para la restauración de dientes posteriores se ha ido incrementando en los últimos años como alternativa a la amalgama [1-3].

La absorción de agua de un material polimérico con relleno o no, es importante para la aplicación dental. El agua que entra en la red puede tener ambos efectos, beneficioso o perjudicial, sobre sus propiedades. Por un lado puede compensar, dentro de cierto límite, la contracción que se produce durante la polimerización y por otro la prolongada exposición de la resina en el medio bucal provoca el desenlace de la matriz y el relleno, así como la formación de microgrietas, [3]. Resulta necesario optimizar los tratamientos superficiales a los rellenos para garantizar una buena unión matriz –relleno y hacer más duradera la restauración.

Venhoven y colaboradores [4, 5], sugirieron la silanización en un solo paso, que consiste en la incorporación del -MPS como integrante de la parte orgánica, como diluyente del Bis-GMA, ya que este monómero posee una buena miscibilidad con el monómero base y baja viscosidad. La presencia en esta molécula de los grupos trimetoxisilanos permite su acción como agente acoplante al ponerlo en contacto con el relleno. Se ha demostrado que este tratamiento es tan eficaz como el tradicional, en cuanto a lograr la unión necesaria entre la matriz y el relleno. Sin embargo, al producirse las reacciones de condensación entre el relleno y el -MPS se forma metanol, el cual puede propiciar la formación de poros y afectar así las propiedades físico-mecánicas del material. Además, cuando el sistema de monómeros contiene -MPS como diluyente, la conversión es menor que para el sistema Bis-GMA/DMATEEG, pues al parecer parte del -MPS se consume en la reacción con el relleno 5.

Por esta razón decidió trabajar con un tercer sistema monomérico consistente en la mezcla de Bis-GMA/DMATEEG/ MPS, donde se añade menor cantidad de silano, de manera tal que funcione preferentemente como agente de acoplamiento. Con este tercer sistema se intentan aprovechar los beneficios del MPS como agente de enlace que hacen que la superficie del relleno se compatibilice con la matriz, el relleno se embeba mejor en la matriz y disminuyan los efectos negativos que puede ocasionar su inclusión directa en la matriz.

El presente trabajo tiene como objetivo la preparación de tres composites dentales fotopolimerizables utilizando las matrices Bis-GMA/ DMATEEG, Bis-GMA/ MPS, Bis-GMA/ DMATEEG/ MPS y su evaluación mediante la determinación de la profundidad de curado, absorción y solubilidad en agua.

2. METODOLOGÍA

2.1 Preparación de los composites

Los monómeros utilizados en la preparación de los composites fueron: Bis-GMA, (Nupol), DMATEEG, (Merck) y γ -MPS, (Aldrich). El relleno fue la mezcla de cuarzo y aerosil 200 (Degussa.SA). El sistema iniciador fue el par canforquinona, CQ, (Aldrich) y metacrilato de N, N dimetilaminoetilo, DMAEMA (Aldrich) en concentración de 0.5% en peso.

La resina comercial Charisma®, Heraeus Kulzer fue utilizada como material de referencia. Para el curado de las resinas se utilizó una lámpara de luz halógena (Dentristy Spectrum™). La composición de las formulaciones estudiadas se muestra en la tabla I

Tabla 1. Composición de las resinas estudiadas

Muestras	Matrices	Relleno
T	Bis-GMA/ DMATEEG (60:40)	73% Cuarzo / 6% aerosil 200
M	Bis-GMA/ MPS (60:40)	
TM	Bis-GMA/ DMATEEG (60:30:10)	

% en peso

2.2 Profundidad de curado

Para la determinación de la profundidad de curado se prepararon tres probetas de los composites en moldes metálicos de 4 mm de diámetro x 6 mm de altura (Fig. 1. Izquierda). Las muestras se irradiaron 40 s con una lámpara de luz halógena (Dentristy Spectrum™) por una de las caras; se retiraron del molde, eliminando con ayuda de una espátula plástica la pasta que no polimerizó. Se midió la altura con un micrómetro (0.01mm de precisión) se divide por dos el valor obtenido y se reporta como la profundidad de curado del material.



Figura 1. Moldes y probetas utilizados para los ensayos de profundidad de curado (izquierda), absorción y solubilidad (derecha).

2.3 Absorción y solubilidad

La determinación de la absorción y la solubilidad en agua de los materiales se le realizó a cinco discos preparados en moldes de teflón de 1 mm de altura x 15 mm de diámetro (Fig. 1. Derecha). Se irradian las probetas primeramente en el centro y luego en los bordes en forma circular, de derecha a izquierda, tratando de garantizar el curado en toda su extensión. Se miden las probetas para el cálculo del volumen. Se colocan en desecadora a 37°C, luego 22 h a 23°C, se pesan y repite el procedimiento hasta alcanzar masa constante (m₁), luego de sumergen en agua destilada durante siete días (m₂) a 37°C. Se ponen a 37°C hasta lograr nuevamente masa constante (m₃). Para los cálculos de la absorción y la solubilidad se utilizaron las expresiones 1 y 2, respectivamente:

$$W=(m_2 - m_1)/V \quad (I)$$

$$S=(m_1 - m_3)/V \quad (II)$$

donde:

m₁: masa inicial del disco (mg)

m₂: masa del disco después de los siete días de inmersión (mg)

m₃: masa final del disco (mg)

V. volumen del disco

El volumen de los discos fue calculado a partir de sus dimensiones medidas con un micrómetro de 0.01mm de precisión.

3. RESULTADOS Y DISCUSION

3.1 Preparación de los composites

Se prepararon tres composites dentales fotopolimerizables empleando tres matrices monoméricas.

Las resinas formuladas, son pastas homogéneas y de similar coloración. La resina que contiene la matriz Bis-GMA/ MPS es la menos viscosa, debido a que contiene al MPS como monómero diluyente y este es menos viscoso que el TEEDGMA, monómero diluyente del composite con matriz T. Por otra parte el MPS es un silano y debe favorecer la interacción matriz-relleno, ya que en su estructura, por un extremo, presenta un grupo metacrílico que es compatible con la fase orgánica y por el otro, grupos siloxanos (-Si(OCH₃)₃) capaces de interactuar con los grupos hidroxilos de la superficie del relleno, lo que permite que el relleno se embeba mejor en la matriz. La resina de composición Bis-GMA/ DMATEEG/ MPS presenta viscosidad intermedia y resulta de fácil manipulación.

La resina comercial es una pasta homogénea, de color crema, ligeramente más viscosa que la preparada con la matriz Bis-GMA/ DMATEEG.

3.2 Profundidad de curado

Los resultados de profundidad de curado se muestran en la tabla II.

Tabla II. Resultados de la profundidad de curado (mm)

Muestras	Profundidad de curado (sd)
T	2.90 (0.04)
M	2.06 (0.04)
TM	2.92 (0.02)
Comercial	2.16 (0.01)

Esta propiedad resulta de gran importancia en las resinas compuestas fotopolimerizables, debido a que constituye una medida de la eficiencia de la polimerización. Mientras mayor es el grado de conversión mayor es la profundidad de curado y por consiguiente menor la cantidad de monómero que queda sin polimerizar. El material que no polimeriza puede migrar al medio bucal, producir reacciones alérgicas en algunos pacientes, así como estimular el crecimiento de bacterias alrededor de la restauración 2, 6.

La norma ISO 4049: 2000, exige que estos materiales deben tener profundidad de curado mayor de 2 mm y la pérdida del material sin polimerizar debe ser inferior a

0,5 mm, o sea, que la profundidad de curado óptima es igual o superior a 2.5 mm. [7]

Sólo cumplen con los requerimientos de la norma los composites preparados con los sistemas Bis-GMA/ DMATEEG (2.90) y Bis-GMA/ DMATEEG/ MPS (2.92). La formulación que contiene la mezcla Bis-GMA/MPS (2.06) sólo cumple con el primer requerimiento, la profundidad de curado de este composite difiere significativamente de la del resto de los composites estudiados. Este resultado esta relacionado con la estructura del monómero diluyente, el MPS, es monofuncional, con el que se obtiene menor entrecruzamiento y menor conversión.

En estudios anteriores 6, se demostró que si bien el uso de MPS como diluyente permite obtener formulaciones con adecuadas características de fotocurado, comparables con otros materiales donde se utiliza el DMATEEG, la velocidad de polimerización del sistema que contiene

Bis-GMA / DMATEEG es 2 veces mayor que para el sistema Bis-GMA /MPS. En los composites preparados con el sistema Bis-GMA /MPS, una parte del MPS debe consumirse en la silanización del relleno, por lo que su concentración en la matriz estaría disminuida, de ahí que el porcentaje de conversión sea menor. Lo que resulta también evidente al analizar los valores de la profundidad de curado de las formulaciones preparadas.

La resina comercial cumple solo con el primer requerimiento de la norma y su profundidad de curado (2.16 mm) es inferior a la de los composites preparados con los sistemas Bis-GMA/ DMATEEG y Bis-GMA/ DMATEEG/ MPS.

3.3 Absorción y solubilidad

Los resultados de absorción y solubilidad en agua de los composites estudiados se muestran en la tabla III.

Tabla III. Resultados de absorción y solubilidad en agua ($\mu\text{g}/\text{mm}^3$)

Muestras	W (sd)	S (sd)
T	14 (2)	1.3 (0.7)
M	8 (2)	3.0 (0.7)
TM	13 (1)	1.6 (0.9)
Comercial	9 (1)	1.5 (0.2)

La absorción (W) y la solubilidad (S), son parámetros que se deben controlar en los materiales dentales. Ambos están relacionados con las cantidades de monómeros que quedan sin reaccionar y de otras moléculas no polimerizables, así como con algunas cadenas poliméricas de pequeño tamaño que pueden migran de la matriz curada hacia el medio. Por ello, se considera la solubilidad como una medida indirecta de la toxicidad del material y la absorción como medida de los cambios estructurales en la matriz polimérica formada; ya que la entrada del disolvente en su interior da lugar a un distanciamiento entre las cadenas de la red.

La norma de absorción y solubilidad de composites dentales, refiere que la absorción de agua debe ser menor o igual que $40\mu\text{g}/\text{mm}^3$ y la solubilidad de $7,5\mu\text{g}/\text{mm}^3$.

Todos los composites cumplen con los requerimientos de la norma para la absorción y la solubilidad, al ser la absorción en todos los casos menor que $40\mu\text{g}/\text{mm}^3$ y la solubilidad inferior a $7.5\mu\text{g}/\text{mm}^3$. Existen diferencias significativas entre la absorción del composite M con respecto a los preparados con los sistemas T y M.

La absorción de la resina comercial es similar a la del composite M y ligeramente menor que la de los sistemas T y TM.

No existen diferencias significativas entre los valores de solubilidad obtenidos para los composites T, TM y el comercial.

El composite M, presenta mayor solubilidad, lo que concuerda con los resultados obtenidos para la profundidad de curado, donde este sistema mostró el menor valor, lo que

se traduce en menor conversión, quedando mayor cantidad de monómero libre que puede migrar hacia el medio acuoso, ello explica su mayor solubilidad

En la Fig. 2 se presentan los resultados de la profundidad de curado, absorción y solubilidad de los composites estudiados. El composite con la matriz Bis-GMA/ DMATEEG/ MPS presenta las mejores propiedades, de alguna manera se superan las limitaciones de los composites preparados con la matriz convencional (Bis-GMA/ DMATEEG) y los que contienen MPS como diluyente. La absorción y la

solubilidad de este composite son adecuadas para materiales dentales y se encuentran entre la de ambos composites. Se logra mayor profundidad de curado, por lo que la conversión debe ser mayor y la compatibilidad del relleno y la matriz es mejor aparentemente, pues el DMATEEG actuaría como diluyente y el MPS como agente de acoplamiento entre la matriz y el relleno.

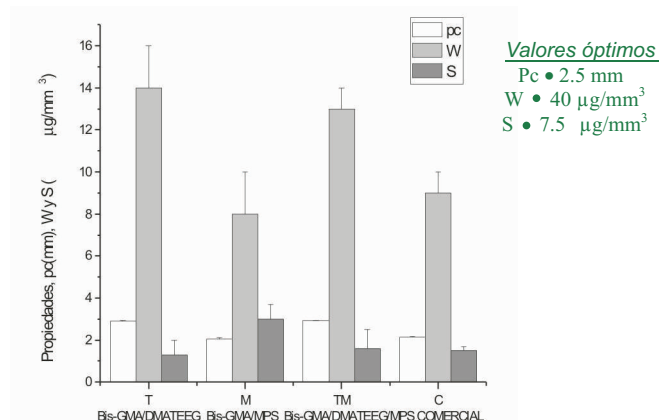


Figura 2. Profundidad de curado, absorción y solubilidad de las resinas estudiadas. Se refieren los valores óptimos para dichas propiedades

4. CONCLUSIONES

Los composites preparados con las matrices Bis-GMA/ DMATEEG y Bis-GMA/ DMATEEG/ MPS presentan valores adecuados de profundidad de curado, absorción y solubilidad. De ellos, el composite Bis-GMA/ DMATEEG/ MPS/ cuarzo- aerosil exhibe los mejores resultados.

REFERENCIAS

- [1] R.G. Craig, Restorative dental materials. 10th ed. St. Louis, Missouri: C. V. Mosby Company (1997)
- [2] I. Sideridou, V. Tserky and G. Papanastasiou., "Study of water sorption, solubility and modulus of elasticity of light-cured dimetacrylate-based dental resins", Biomaterials, vol. 24, pp. 655-665, 2003"
- [3] C. Santos., R. L. Clarke., M. Braden., F. Guitan, K.W. Davy, "Water absorption characteristics of dental composites incorporating hydroxyapatite filler", Biomaterials, vol. 23, pp. 1897 -1904, 2002
- [4] B. A. Venhoven, A. J. De Gee, A. Werner, C. L. Davidson; "Influence of filler parameters on the mechanical coherence of dental restorative resin composites", Biomaterials, vol. 17, No 7, pp. 1996
- [5] B. A. Venhoven BA., A.J. De Gee and C.L. Davidson; "Silane treatment of filler and composite blending in a one step procedure for dental restoratives", Biomaterials, vol. 15, No. 14, pp. 1152- 1156, 1994
- [6] Davidenko, N., Sastre R., Revista CNIC, Ciencias Químicas, (en prensa), 2003
- [7] ISO 4049 Dentistry-Polymer-based filling, restorative and luting materials, 3rd edition 2000