

CONTENIDO DE RELLENO EN LA FORMULACION DE UN OBTURANTE DENTAL AUTOPOLIMERIZABLE

I.B. Recalde, R.E. López, R.M. Guerra y R. García.

Centro de Biomateriales, Universidad de la Habana, Avenida Universidad, entre Calle G y Ronda, Vedado, Plaza de la Revolución, Ciudad de La Habana, Cuba.

Recibido: 16 de octubre de 1996.

RESUMEN. Se determinaron las propiedades mecánicas a un material compuesto autopolimerizable de uso en estomatología. La matriz acrílica estuvo constituida por Bis-GMA y dimetacrilato de tetraetilenglicol. Se compararon las propiedades físico-mecánicas de este material compuesto con las de otro comercial, encontrándose semejanza entre ambos. Los resultados sugieren que el material compuesto obtenido puede ser empleado como obturante dental en la práctica clínica.

ABSTRACT. The mechanical properties of a selfcured dental composite were determined. The acrylic matrix contained Bis-GMA and tetraethylenglycol dimetacrylate. The physical-mechanical properties of experimental and commercial resin were compared. The results of the work suggest that the composite resin obtained could be used in the dental clinical practice.

INTRODUCCION

El término material compuesto generalmente se emplea para denominar a una matriz polimérica más un relleno sólido disperso, de modo que al combinarse se mejoren las propiedades de los componentes por separado. De manera más amplia, esta denominación abarca a cualquier material compuesto por dos o más fases independientes.¹

El componente en mayor proporción en los materiales compuestos modernos es el relleno de partículas inorgánicas, el cual permite reducir la contracción en la polimerización y el coeficiente de expansión térmica, así como aumentar la resistencia a la abrasión, la estabilidad del color y mejorar el acabado superficial.^{2,3}

El óxido de silicio es utilizado como carga o refuerzo en resinas para uso estomatológico por conferirle a la restauración una dureza comparable a la del diente. La adhesión estable de la parte monomérica a la partícula de relleno determina la fortaleza y la durabilidad del material compuesto. Con este fin, se emplean los llamados agentes acoplantes que disminuyen la tensión superficial entre el relleno y la matriz monomérica.^{4,5}

Todos los materiales compuestos absorben agua del medio ambiente oral y sufren expansión higroscópica. Este fenómeno puede afectar a estos materiales reduciendo sus propiedades mecánicas. La solubilidad en el medio bucal es otro factor físico a tener en cuenta, pues las migraciones por solubilidad, además de reducir la eficacia del material, pueden ocasionar efectos tóxicos en el organismo.^{1,6}

Los materiales compuestos tienen una alta demanda cuando la estética es el factor principal en la restauración, ya que con ellas se logra igualar la coloración del material sintético a la del diente deteriorado.⁷ Debido a esto, tienen su mayor uso en la reparación de dientes anteriores. Sin embargo, aún presentan propiedades mecánicas algo inferiores que las amalgamas, específicamente, en lo que se refiere a la resistencia al desgaste.⁸

Para lograr formulaciones adecuadas de los materiales compuestos para obturaciones dentales, el primer paso es la determinación de la composición de la mezcla monomérica y del contenido de los aditivos correspondientes como son, el iniciador, el acelerador y el retardador de la polimerización.⁹

El segundo paso consiste en el ajuste de las cantidades del contenido de relleno y de los aditivos determinados en la mezcla monomérica sin carga para el material compuesto. Este paso constituyó el objetivo de este trabajo. Para la formulación del material compuesto se empleó cuarzo de producción nacional.

El material se optimizó teniendo en cuenta los requerimientos que se exigen,¹⁰ para la comercialización de este tipo de producto. A estos efectos, se le determinaron las características siguientes: tiempos de trabajo y de fraguado, resistencia a la compresión, módulo de elasticidad, absorción y solubilidad.¹¹

PARTE EXPERIMENTAL

Preparación del material compuesto

Se utilizaron dos grupos de resinas experimentales basadas en los monómeros acrílicos Bis-GMA (2,2-bis[*p*-(2'-hidroxi-3'-metacrilopropoxi)fenil]propano) (NUPOL 046-4005, Freeman) y DMATEEG (dimetacrilato de tetraetilenglicol, FLUKA) (Tabla I). Las mezclas monoméricas contenían como aditivos: 1,5 % (p/p) de peróxido de benzoilo (PBO) (REACHIM) —iniciador de la polimerización—, 3,0% (p/p) de *N,N*-dimetil-*p*-toluidina (DMPT) (Merck) —acelerador— y 0,1 % (p/p) del éter monometílico de la hidroquinona (EMHQ) (Aldrich), que se empleó en función de retardador. Como relleno se adicionó cuarzo cubano del yacimiento "Cacahual", molido y suministrado por el Laboratorio "José Isaac del Corral" y previamente silanizado (Tabla II). El contenido de relleno en las formulaciones fue de: 60, 70, 75, 77 y 80% (p/p).

TABLA I
Composición monomérica de los materiales compuestos

Grupo	Bis-GMA	DMATEEG
	(%)*	
I	05	0
II	6040	

*p/p.

El principal componente de estas pastas, el óxido de silicio, fue superficialmente tratado (silanizado) antes de ser

mezclado con los monómeros acrílicos.¹² Con este fin, se dispusieron 20 g de cuarzo, 164 mL de acetona, 0,1 mL de aminopropiltriétoxilano, 2 mL de metacriloxipropiltrimetoxisilano y 0,6 mL de agua destilada en un reactor de 200 mL de capacidad. Se agitó mecánicamente la mezcla durante 2 h; después se filtró y lavó dos veces el producto con porciones de 50 mL de acetona y posteriormente fue secado a 105 °C en un intervalo de 2 h.

TABLA II
Características del cuarzo empleado

Característica	Valores
Pureza	99,9 %
Pb	< 10 ⁻⁴ %
Grado de blancura	95 %
Tamaño de partícula	< 30 μm

Como material de referencia se utilizó el producto comercial DEGUFILL AC (DEGUSSA). Los tiempos de trabajo y de polimerización se determinaron de forma similar a la empleada con la mezcla monomérica.^{10,11}

Determinación de la resistencia a la compresión y módulo de elasticidad

Para realizar las pruebas mecánicas de resistencia a la compresión y determinar el módulo de elasticidad, se empleó una máquina universal de ensayos ALWETTRON TCT 5 (AB Lorentzen & Wetter, Suecia). La fuerza máxima empleada en la determinación fue de 5 kN y la velocidad de compresión de 0,5 mm/min.

Las muestras fueron preparadas en moldes cilíndricos de vidrio de 6 mm de altura y 4 mm de diámetro donde se polimerizaron y se mantuvieron para su posterior almacenamiento a 37 °C en un baño provisto de un termostato durante una semana. Se prepararon cinco réplicas para cada contenido de relleno y para el material compuesto comercial.

Determinación de la absorción y la solubilidad

Las muestras de los materiales compuestos se prepararon en forma de pastillas de 15 mm de diámetro y 0,5 mm de espesor en un molde apropiado de acero inoxidable y se colocaron en una desecadora a 37 °C. Después de 24 h se pesaron con una exactitud de 0,2 mg. Este ciclo se repitió hasta masa constante o hasta que la pérdida no resultó > 0,2 mg. Esta masa fue considerada como m₁. Posteriormente, se sumergieron durante 24 h en agua destilada a 37 °C en un baño provisto de un termostato; pasado este tiempo, las pastillas se secaron 15 s al aire y se pesaron 1 min después de ser extraídas del agua, esta masa se anotó como m₂. Después de esto, se colocaron nuevamente en una desecadora a 37 °C por 24 h y se pesaron. Este ciclo se repitió hasta masa constante y se registró como m₃. El volumen de las pastillas se consideró como V.

Los resultados correspondientes a la determinación de la absorción y la solubilidad en agua se calcularon según:

$$\text{Absorción} = \frac{m_2 - m_3}{V}$$

$$\text{Solubilidad} = \frac{m_1 - m_3}{V}$$

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se encontró una fuerte dependencia de la resistencia a la compresión del material compuesto, con la cantidad de re-

lleno empleado (Tabla III). Para concentraciones en peso < 75 % se observó una relación directa entre la cantidad de relleno empleada y la resistencia (Fig. 1). Sin embargo, para uno mayor se observó una caída brusca de este indicador. Esto posiblemente es resultado de una escasa interacción matriz-relleno, causada por exceso de este último. Este hecho puede producir grietas bastante grandes que faciliten la ruptura del material al ser comprimido.

TABLA III
Resultados de las pruebas de resistencia a la compresión

Relleno (%)**	Resistencia a la compresión (MPa)	
	Mezcla I (60y40%)*	Mezcla II (50y50%)*
6018	1,8	179,0
70	266,7	205,2
75	284,9	218,0
77	166,5	168,5
80	148,085	,5

* Bis-GMA-DMATEEG. ** p/p.

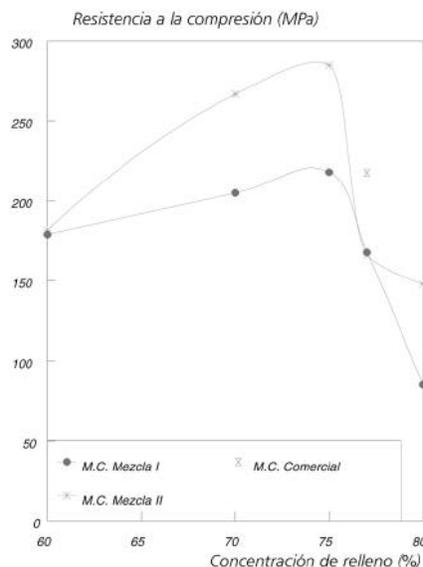


Fig. 1. Determinación de la resistencia a la compresión de los materiales compuestos en función del contenido de relleno.

De esta forma quedó determinado que el contenido adecuado de relleno es del 75 % (p/p) por presentar, para ambas mezclas experimentales, una resistencia superior y que la resina experimental II, presenta las mejores propiedades mecánicas. Teniendo en cuenta que éste es un factor fundamental de un material compuesto para uso estomatológico, se puede decir que la mezcla monomérica adecuada para el obturante dental autocurado es 60:40 Bis-GMA:DMATEEG.

Se determinaron los tiempos de trabajo y fraguado para los diferentes materiales compuestos preparados con la utilización de diferentes concentraciones de los aditivos en la mezcla monomérica y un 75 % de relleno (Tabla IV). La dependencia de los tiempos de trabajo y de fraguado con las variaciones de la concentración de amina resultó menos acentuada para el material compuesto que para el material sin relleno.¹¹ Sin embargo, se observó un aumento significativo de estos tiempos en el material compuesto.

TABLA IV
Resultados de los ensayos del contenido de amina e inhibidor en el material compuesto con 75 % de relleno.
(MEZCLA II)

	(%)*					
Amina	2,0	2,25	2,5	2,0	2,25	2,5
Retardador en PBO	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2
	(s)					
Tiempo de trabajo	107	109	102	125	123	122
Tiempo de fraguado	294	291	27035	3	323	350

*p/p.

La variación de los tiempos de trabajo y fraguado para los materiales compuestos preparados, respecto a los correspondientes a las mezclas monoméricas sin relleno, puede ser ocasionada por diversos factores: la disminución del calor de polimerización que se produce en la mezcla al introducir el relleno,⁴ un aumento de la viscosidad del medio o el efecto retardador del oxígeno, más acentuado sobre el material compuesto que sobre la mezcla monomérica debido a la mayor cantidad de este gas que queda atrapado en la mezcla con el polvo de cuarzo.

El criterio a seguir para la posible y apropiada aplicación de los materiales compuestos dentales es que los correspondientes tiempos de trabajo y de fraguado resulten > 90 y < 300 s (5 min) respectivamente.¹⁰ Una vez establecida la composición óptima para el material compuesto (Tabla V) se compararon sus propiedades físico-mecánicas con las del comercial de referencia DEGUFill de reconocido prestigio en el mercado internacional (Tabla VI).

TABLA V
Composición del material compuesto autocurado para obturación dental

Material compuesto 75 % de relleno	
Composición monomérica (60% Bis-GMA-40% DMATEEG)	
	(%)
PBO	1,5
DMPT	3,0
EMHQ en la porción iniciadora	0,1
EMHQ en la porción catalizadora	0,2

TABLA VI
Comparación de las propiedades físico-mecánicas entre el material compuesto de referencia (DEGUFill AC) y el autocurado obtenido

Indicador	DEGUFill AC	Material compuesto autocurado
Solubilidad en agua (mg/cm ³)	4,6	3,8
Absorción de agua (mg/cm ³)	20,9	20,8
Resistencia a la compresión (MPa)	260,0	284,9
Módulo de elasticidad (GPa)	3,05	6,85

Los valores de resistencia a la compresión y módulo de elasticidad determinados para el material compuesto con un 75 % de relleno resultaron estadísticamente superiores a los del comercial analizado. Asimismo, la solubilidad en agua fue menor que la del comercial, lo que implica una menor cantidad de posibles migrantes de bajo peso molecular a los que se atribuyen los posibles efectos tóxicos de estos materiales.

CONCLUSIONES

Se obtuvo una resina autopolimerizable de amplia aplicación en la estomatología moderna cuyas propiedades físico-mecánicas son similares a uno de sus homólogos comerciales actuales, el DEGUFill AC.

BIBLIOGRAFIA

1. Cook W.D., Beech Derrick R. and Tyas M.J. *Biomaterials*, **6**, 362, 1985.

- Bowen R.L. *JADA*, **66**, 57, 1983.
- Li Y. *Journal Dental Res.*, **64**, 1396, 1985.
- Oysaed H. and Ruyter I.E. *J. Dent. Rest.*, **65**, 1986.
- Gregory W.A., Berry S., Duke E. and Dennison J. *J. Prosthetic Dental*, **68**, 406, 1992.
- Vallittu P.K. *Journal of Oral Rehabilitation*, **20**, 533, 1993.
- Cross M., Douglas W.H. and Fields R. *Journal Dent. Res.*, **62**, 1983.
- Kawaguchi M., Fukushima T. and Miyazaki K. *Journal Dental Res.*, **73**, 516, 1994.
- William A.G., Berry S., Duke E. and Dennison J.B. *J. Prosthet. Dent.*, **68**, 406, 1992.
- ISO 4049-1988 (E) Dentistry-Resin-Based Filling Materials.
- López R., Recalde I., Guerra R.M. and García R. *Revista CENIC Ciencias Químicas*, **28**, 1997.
- Lang B.R., Jaarda M. and Wang R.F. *Journal of Oral Rehabilitation*, **19**, 569, 1992.