



Encogimiento por polimerización de cementos duales a través de distintos grosores de cerámica

Polymerization-induced shrinkage of dual cements through different thicknesses of ceramic materials

Tania Baena Monroy,* Jorge Guerrero Ibarra,§ Carlos Álvarez Gayosso,§ Luis Celis Rivas^{||}

RESUMEN

Los cementos a base de resina dual utilizados para la cementación de las restauraciones estéticas indirectas presentan encogimiento por polimerización, el cual puede incrementarse al aumentar el grosor de las restauraciones cerámicas; dicho encogimiento genera esfuerzos de contracción que son responsables de los problemas en la interfase diente-restauración. El objetivo de este estudio fue determinar la influencia del grosor de cerámica en el encogimiento por polimerización de tres cementos duales. Se realizaron discos de cerámica IPS Empress® de 1, 1.5 y 2 mm de grosor, se calculó el encogimiento por polimerización de los cementos Variolink II (Ivoclar Vivadent, Liechtenstein), Maxcem (Kerr, Orange, EUA) y Duolink (Bisco, Schaumburg, EUA), mediante el método de Watts y Cash. Se realizaron para cada cemento 10 determinaciones control, incidiendo la luz sin usar un disco de cerámica, 10 incidiendo la luz a través de un disco de cerámica de 1 mm de grosor, 10 a través de un disco de cerámica de 1.5 mm y 10 a través de un disco de 2 mm. Los resultados se analizaron con ANOVA y se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los tres cementos del grupo control y los grupos experimentales. El cemento con menor porcentaje de encogimiento en todos los grupos fue Variolink II. El grosor de las restauraciones influye significativamente en el encogimiento por polimerización, lo que debe ser tomado en cuenta por el clínico durante la preparación dental.

Palabras clave: Cementos duales, encogimiento, polimerización.

Key words: Dual cements, shrinkage, polymerization.

ABSTRACT

Dual resin based cements used for indirect aesthetic restorations sustain shrinkage due to polymerization, which can increase as the ceramic restoration thickness increases. This shrinkage generates contraction efforts which induce problems in the inner phase located between the tooth and restoration. The objective of this study was to determine the influence exerted by the thickness of the ceramic restoration in the polymerization shrinkage of three dual luting cements. 1mm, 1.5 mm and 2 mm thick IPS Empress® ceramic disks were manufactured. Polymerization shrinkage of cements Variolink II (Ivoclar, Vivadent, Liechtenstein), Maxcem (Kerr, Orange, USA) and Duolink (Bisco, Schaumburg, USA) was assessed using the Watts and Cash method. For each cement, 10 control determinations were performed impacting the light without using a ceramic disk; 10 impacting the light through a 1 mm ceramic disk, 10 through a 1.5 ceramic disk and 10 through a 2 mm ceramic disk. Results were analyzed with ANOVA. Statistically significant differences were found among the three cements in the control group when compared to experimental cements. Variolink II was the cement exhibiting lesser shrinkage percentage in all groups. Thickness of restorations significantly influenced polymerization shrinkage. This fact must be well taken into account by the clinical operator when dealing with dental preparations.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, existe una gran demanda por la colocación de restauraciones dentales que ofrezcan no solamente una función adecuada, sino una estética favorable. Es por eso que la odontología ha logrado una gran evolución, mediante la llegada de las restauraciones libres de metal.¹ Las resinas compuestas fueron introducidas al mercado a mediados de la década de los sesenta y han sido utilizadas como material restaurador de lesiones producidas por caries, erosiones y fracturas como materiales de adhesión para brackets y, recientemente, como ce-

mentos adhesivos de las restauraciones indirectas de porcelana y resina.²

Con la aparición de los materiales libres de metal para la restauración dental, se introdujeron los cemen-

* Egresada de la Especialidad de Prótesis Bucal.

§ Laboratorio de Investigación de Materiales Dentales.

^{||} Especialidad de Prótesis Bucal.

División de Estudios de Postgrado e Investigación, Facultad de Odontología, UNAM.

Este artículo puede ser consultado en versión completa en <http://www.medigraphic.com/facultadodontologiaunam>

tos autocurables a base de resina, los cuales presentaban colores idóneos similares a la estructura dental. Sin embargo, mostraron desventajas: un corto tiempo de trabajo y los tiempos para la cementación no podían ser controlados por el clínico. Por estas razones, se introdujeron los cementos fotopolimerizables de resina que vinieron a mejorar esta situación; no obstante, al ser utilizados se observó que su polimerización no era uniforme, ya que el rayo de luz debía incidir, en primer lugar, a la restauración antes de llegar al cemento de resina, lo que daba como resultado una polimerización inadecuada del mismo.³

Para remediar estas limitaciones, surgieron los cementos a base de resina dual, los cuales presentan tanto la polimerización inicial inducida por luz, como la autopolimerización. Cabe mencionar que en este tipo de cementos, al igual que en las resinas, se observa el fenómeno de encogimiento por polimerización al realizar su endurecimiento.^{3,4}

El encogimiento por polimerización se produce debido a que las moléculas de la matriz de una resina se encuentran alejadas unas de otras, una distancia promedio de 4 nm antes de la polimerización. Al polimerizar y establecer uniones covalentes entre sí, esa distancia se reduce a 1.5 nm, dando como resultado la reducción volumétrica del material.⁵

Lo anterior, corresponde clínicamente a un espacio que se genera entre el diente y la restauración, el cual permite la entrada de bacterias que favorecen la presencia de caries con secundaria sensibilidad dentaria postoperatoria o pulpitis, cambios de color de la restauración en la interfase con el tejido dentario, entre otras características, mismas que tienen repercusión en el éxito o fracaso de la restauración final.^{1-3,5-7}

Es importante mencionar que el fenómeno de encogimiento por polimerización está directamente asociado con algunos factores como la rapidez con la que la luz es absorbida y la cantidad de luz que absorbe el cemento de resina durante la polimerización, circunstancias que podrían estar relacionadas con el grosor de la restauración.^{7,8}

Un incremento en el grosor de las restauraciones indirectas produce una reducción en la cantidad de luz que es absorbida por el cemento de resina, provocando una deficiencia en las propiedades físicas y mecánicas del cemento y, a su vez, una agresión fisiológica a los tejidos dentarios debido a los componentes del cemento que no reaccionaron.^{2,9-11}

El odontólogo es el responsable de realizar preparaciones dentales con las características adecuadas, que permitan la colocación de restauraciones libres de metal con grosores uniformes y aptos para la polimerización de los diferentes medios cementantes.^{12,13}

El objetivo de este estudio fue determinar la influencia que tienen los diferentes grosores de cerámica en el encogimiento por polimerización de tres cementos duales a base de resina.

MATERIAL Y MÉTODO

En esta investigación se utilizó el método de Watts y Cash¹⁴ para calcular el encogimiento por polimerización de los cementos a base de resina dual.

La realización de este método es posible, ya que los materiales a base de resina tienen la propiedad de adherirse a un vidrio, misma que permite medir el encogimiento. Al aplicar luz al material, el vidrio se flexiona por acción de la reducción volumétrica. Esta flexión es medida de forma indirecta por un transductor tipo LVDT.

Se fabricaron 3 discos de cerámica inyectada IPS Empress® (Ivoclar Vivadent, Liechtenstein) de diferentes grosores: 1, 1.5 y 2 mm, mismos que fueron maquillados en color A3 para ser usados en el experimento.

Para las pruebas de encogimiento se utilizó un anillo de cobre de diámetro interno de 18.58 mm y de 1.01 mm de altura.

Se utilizaron 3 cementos a base de resina dual: Variolink II (Ivoclar Vivadent, Liechtenstein); Maxcem (Kerr, Orange, EUA) y Duolink (Bisco, Schaumburg, EUA), de los cuales se tomaron porciones para realizar cada determinación, cuyo peso osciló entre 0.12 g y 0.16 g de peso.

Para cada cemento dual se realizaron 10 determinaciones control (grupo control), incidiendo la luz de una lámpara de polimerización (Visilux 2, 3M, EUA) en forma directa, es decir, sin disco de cerámica; 10 incidiendo la luz de la lámpara a través del disco de cerámica de 1 mm de grosor (grupo 1); 10 haciendo incidir la luz a través del disco de cerámica de 1.5 mm de grosor (grupo 1.5) y 10 haciendo incidir la luz a través del disco de cerámica de 2 mm de grosor (grupo 2).

Cada cemento fue dosificado en la misma relación de base y catalizador, sobre una loseta de vidrio. Dos de los cementos duales utilizados incluyeron puntas especiales para su mezclado (Duolink y Maxcem), mientras que el tercero fue mezclado manualmente (Variolink II).

Para realizar cada determinación, una vez mezclado el cemento Variolink II fue colocado en el centro del anillo de cobre que estaba montado sobre un portaobjetos, con ayuda de una espátula de cementos.

Para realizar cada determinación de los cementos Duolink y Maxcem, éstos fueron dosificados sobre la loseta de vidrio y al mismo tiempo, mezclados por la

punta mezcladora para posteriormente, ser colocados en el centro del portaobjetos que tiene el anillo de Cobre con ayuda de una espátula de cementos.

Cada una de las determinaciones fue cubierta con un cubreobjetos antes de ser colocada en el instrumento de medición de encogimiento por polimerización.

Para realizar la medición del encogimiento por polimerización se utilizó un transductor de desplazamiento LVDT (Londres, Inglaterra), así como un programa de computación (PICO ADC-16), donde se registraron los datos.

RESULTADOS

Se obtuvieron los valores promedio de encogimiento, utilizando el método de Watts y Cash,¹⁴ para cada uno de los cementos del grupo control y grupos 1, 1.5 y 2, los cuales se observan en la *figura 1*.

Los resultados fueron analizados con ANOVA de una vía y se compararon los grupos con la prueba de Tukey, utilizando el programa Sigma Stat 2.0 para encontrar las diferencias estadísticas entre los valores obtenidos.

Para las determinaciones del grupo control en las que no se usó un disco de cerámica y los grupos 1, 1.5 y 2, se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los tres cementos ($p < 0.001$).

Por otra parte, se compararon los valores de encogimiento del grupo control con los valores de encogimiento de los grupos 1, 1.5 y 2 de un mismo cemento.

Para el cemento Variolink II se registraron diferencias estadísticamente significativas entre el grupo control y los grupos 1, 1.5 y 2.

Al comparar los valores promedio de encogimiento utilizando el cemento Maxcem se encontraron dife-

rencias estadísticamente significativas entre el grupo control y los grupos 1, 1.5 y 2.

Para los valores de encogimiento del cemento Duolink se registraron diferencias estadísticamente significativas entre el grupo control y los grupos 1, 1.5 y 2.

DISCUSIÓN

Los cementos a base de resina dual para la cementación de las restauraciones estéticas indirectas generan esfuerzos como resultado del encogimiento de polimerización, los cuales producen la mayor cantidad de los problemas en la interfase diente-restauración.

Uno de los factores que intervienen en el desarrollo del encogimiento por polimerización es el grosor de las restauraciones, ya que esta característica determina la absorción de luz en la capa de cemento de resina.

En esta investigación, se eligieron los espesores de cerámica de 1, 1.5 y 2 mm por considerarlos espesores empleados en algunas situaciones clínicas de restauraciones con material cerámico, aunque se debe tomar en cuenta que existen ciertas situaciones clínicas en donde la cerámica debe restaurar una mayor superficie dentaria y puede presentar un mayor grosor, como ocurre en dientes vestibularizados, lingualizados o girovertidos.

Con respecto al grosor de las restauraciones de cerámica, algunos autores como Cardash (1993)⁸ afirman que para conseguir mejores propiedades físicas en un cemento de resina es preferible el manejo de espesores cerámicos de hasta 2 mm, que permiten la absorción adecuada de la luz por el cemento.

Dumfahrt (1999)⁶ recomienda que durante el tallado de dientes anteriores, se realice una reducción del borde incisal para permitir un espesor de porcelana en esta zona, de 1 a 1.5 mm.

En esta investigación se registró el comportamiento de los diferentes cementos a base de resina dual, observándose una disminución del fenómeno de encogimiento por polimerización en todos los grupos al incrementar el grosor del disco de cerámica.

Esta disminución fue estadísticamente significativa y aunque no existen estudios donde se evalúe el porcentaje de encogimiento de los cementos a base de resina dual al incrementar el grosor de la cerámica, algunos investigadores como Uctasli (1994)⁹ y El-Mowafy (1999)¹⁰ mencionan que al incrementar el grosor de una restauración de cerámica, se produce una reducción en la dureza del cemento de resina, lo que coincide con estudios realizados por Jung (2006),¹¹ donde se señala que un aumento en el grosor de los discos de cerámica tiene un efecto negativo en la pro-

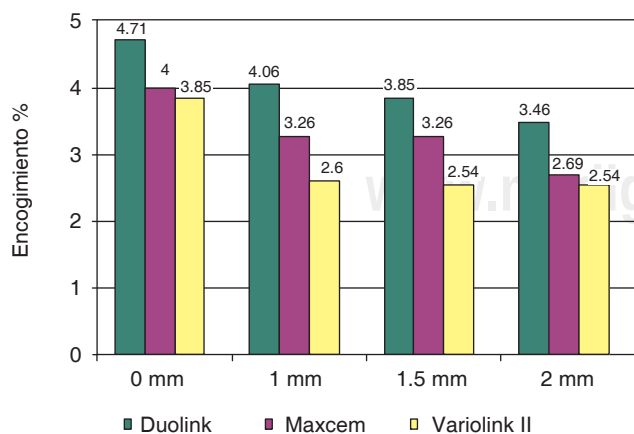


Figura 1. Valores promedio de encogimiento para los cementos del grupo control y grupos 1, 1.5 y 2.

fundidad de curado y las propiedades físicas y mecánicas de los cementos de resina.

Braga (2005)¹ menciona que también existen factores relacionados con la composición del cemento como son: la cantidad de matriz orgánica e inorgánica y el tamaño de las partículas, los cuales tienen influencia en el encogimiento por polimerización.

Los cementos utilizados en este estudio presentaron cantidades variables de material de relleno, por un lado, Variolink II presenta 73.4% de relleno, Maxcem 67% y Duolink 50-70%. El cemento que obtuvo un menor porcentaje de encogimiento en todos los grupos fue el Variolink II, este comportamiento está relacionado con el alto contenido inorgánico que el cemento presenta, ya que de acuerdo con estudios realizados por Aw (2001)⁵ y Labella (1999),⁷ a mayor cantidad de material inorgánico y menor cantidad de matriz orgánica habrá menor cantidad de enlaces dobles, por lo tanto, un menor grado de conversión y un menor encogimiento.

Del mismo modo, es importante tomar en cuenta el tamaño de la partícula de relleno. Los cementos utilizados en esta investigación presentan diferente tamaño en su partícula. El cemento Variolink II presenta un tamaño promedio de partícula de 0.7 μm , el cemento Duolink presenta un tamaño de partícula de 1 μm , y el cemento Maxcem, por otra parte, presenta un tamaño de partícula de 3.6 μm . Como se ha mencionado anteriormente, el cemento Variolink II es el cemento que presentó menores valores de encogimiento, siendo a su vez, el cemento con un menor tamaño de partícula, lo que coincide con las investigaciones realizadas por Aw (2001),⁵ donde menciona que una partícula pequeña origina menor encogimiento de polimerización. Las partículas pequeñas de relleno le proporcionan al cemento la viscosidad que permite que éste fluya durante el inicio de la polimerización, lo cual permite liberar los esfuerzos de contracción, reduciendo así el encogimiento por polimerización.

Es importante señalar también que el cemento Variolink II fue mezclado de forma manual durante esta investigación, a diferencia de los otros dos cementos utilizados.

El mezclado manual de los materiales produce burbujas o poros en el interior de los mismos en cantidad y tamaño importantes. Alster (1992)³ describió la disminución del esfuerzo de contracción que se produce al incorporar intencionalmente y de manera controlada poros en el interior de un material. Los poros se distribuyen en toda el área y proporcionan una superficie libre interna que facilita el flujo del material y alivia el esfuerzo de contracción en su entorno, por lo que en esta investigación, el bajo porcentaje de encogimiento

por polimerización observado en el cemento Variolink II, en comparación con los otros cementos utilizados, puede estar relacionado con su manipulación manual.

CONCLUSIONES

El incremento del grosor de las restauraciones cerámicas tiene como consecuencia la reducción del encogimiento por polimerización de los cementos a base de resina dual.

El mezclado manual de un cemento a base de resina dual origina poros en el interior del material que permite liberar el esfuerzo de contracción, dando como resultado la disminución del encogimiento por polimerización del cemento.

Se propone la realización de estudios posteriores en donde se utilicen cementos a base de resina dual, polimerizados a través de diferentes espesores de cerámica, evaluando sus propiedades físicas y mecánicas que, a su vez, pueden verse alteradas al incrementar el grosor de cerámica.

También se propone la realización de estudios en donde se utilicen lámparas con programas de polimerización, ya que el fenómeno de encogimiento por polimerización es dependiente de numerosas circunstancias y no únicamente del grosor de las restauraciones de cerámica.

REFERENCIAS

1. Braga RR, Ballester RY, Ferracane JL. Factors involved in the development of polymerization shrinkage stress in resin-composites: A systematic review. *Dent Mater* 2005; 21: 962-970.
2. Braga RR, Ferracane JL, Condon JR. Polymerization contraction stress in dual-cure cements and its effect on interfacial integrity of bonded inlays. *J Dent* 2002; 30: 333-340.
3. Alster D, Feilzer AJ, De Gee AJ, Mol A, Davidson CL. The dependence of shrinkage stress reduction on porosity concentration in thin resin layers. *J Dent Res* 1992; 71: 1619-22.
4. Atai M, Watts DC. A new kinetic model for the photopolymerization shrinkage-strain of dental composites and resin-monomers. *Dent Mater* 2006; 22: 785-791.
5. Aw TC, Nicholls JJ. Polymerization shrinkage of densely-filled resin composites. *Oper Dent* 2001; 26: 498-504.
6. Dumfahrt H. Porcelain laminate veneers. A retrospective evaluation after 1 to 10 years of service: Part I. Clinical procedure. *Int J Prosthodont* 1999; 12: 505-13.
7. Labella R, Lambrechts P, Van Meerbeek B, Vanherle G. Polymerization shrinkage and elasticity of flowable composites and filled adhesives. *Dent Mater* 1999; 15: 128-37.
8. Cardash HS, Baharav H, Pilo R, Ben-Amar A. The effect of porcelain color on the hardness of luting composite resin cement. *J Prosthet Dent* 1993; 69: 620-3.
9. Uctasli S, Hasanreisoglu U, Wilson HJ. The attenuation of radiation by porcelain and its effect on polymerization of resin cements. *J Oral Rehabil* 1994; 21: 565-75.
10. El-Mowafy AM, Rubo MH, el-Badrawy WA. Hardening of new resin cements cured through a ceramic inlay. *Oper Dent* 1999; 24: 38-44.

11. Jung H, Friedl KH, Hiller KA, Furch H, Bernhart S, Schmalz G. Polymerization efficiency of different photocuring units through ceramic discs. *Oper Dent* 2006; 31: 68-77.
12. Rees JS, Jacobsen PH. Stresses generated by luting resins during cementation of composite and ceramic inlays. *J Oral Rehabil* 1992; 19: 115-122.
13. Watts DC, Marouf AS, Al-Hindi AM. Photo-polymerization shrinkage-stress kinetics in resin composites: methods development. *Dent Mater* 2003; 19: 1-11.
14. Watts DC, Cash AJ. Determination of polymerization shrinkage kinetics in visible-light-cured materials: methods development. *Dent Mater* 1991; 7: 281-287.

Dirección para correspondencia:
Tania Baena Monroy
Circuito de la Investigación Científica,
Delegación Coyoacán, Ciudad Universitaria,
04510, México DF, México.
E-mail: calvarezgayosso@hotmail.com